

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202491572** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2024.08.13

(22) Дата подачи заявки
2022.12.16

(51) Int. Cl. **B42D 25/305** (2014.01)
B42D 25/324 (2014.01)
G07D 7/206 (2016.01)
G06K 19/06 (2006.01)
B41C 1/02 (2006.01)
B41N 1/00 (2006.01)

(54) ЗАЩИТНЫЙ ЭЛЕМЕНТ, СООТВЕТСТВУЮЩАЯ ГРАВИРОВАННАЯ ФОРМА ДЛЯ ГЛУБОКОЙ ПЕЧАТИ, А ТАКЖЕ СПОСОБЫ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ, ДЕКОДИРОВАНИЯ И АУТЕНТИФИКАЦИИ ЗАЩИТНОЙ МАРКИРОВКИ УКАЗАННОГО ЗАЩИТНОГО ЭЛЕМЕНТА

(31) **21216149.1**

(32) **2021.12.20**

(33) **EP**

(86) **RST/EP2022/086372**

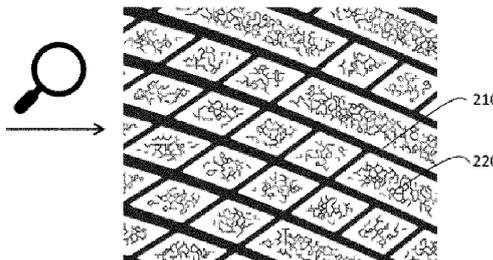
(87) **WO 2023/117765 2023.06.29**

(71) Заявитель:
СИКПА ХОЛДИНГ СА (СН)

(72) Изобретатель:
**Деку Эрик, Лефевр Оливье, Дука
Николя (СН)**

(74) Представитель:
Абильманова К.С. (KZ)

(57) Настоящее изобретение относится к защитной маркировке, напечатанной процессом глубокой печати, соответствующей гравированной форме для глубокой печати, а также к способам и устройствам для получения, кодирования/декодирования и аутентификации указанной защитной маркировки. Защитная маркировка, содержащая многотонные двухмерные рисунки глубокой печати модулей глубокой печати, содержащих закодированные данные согласно конкретным кодирующим символам, декодирование которых, вместе с измеренными значениями тонов для небольших сдвигов вокруг их положений на стадии декодирования на цифровом изображении указанных рисунков глубокой печати в корреляции с указанными символами, обеспечивает надежную и точную оценку ошибки совмещения между модулями отличающихся тонов, что позволяет легко обнаружить любую поддельную маркировку, полученную посредством офсетной печати, даже с помощью смартфона.



202491572
A1

202491572
A1

**ЗАЩИТНЫЙ ЭЛЕМЕНТ, СООТВЕТСТВУЮЩАЯ ГРАВИРОВАННАЯ
ФОРМА ДЛЯ ГЛУБОКОЙ ПЕЧАТИ, А ТАКЖЕ СПОСОБЫ И
УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ, ДЕКОДИРОВАНИЯ И
АУТЕНТИФИКАЦИИ ЗАЩИТНОЙ МАРКИРОВКИ УКАЗАННОГО
ЗАЩИТНОГО ЭЛЕМЕНТА**

Область техники, к которой относится изобретение

[001] Настоящее изобретение относится к области техники двухмерных многоцветных рисунков, напечатанных процессом глубокой печати на защищенных документах (например, банкнотах, паспортах), марках или билетах посредством глубокой печати с помощью многотонных красок для глубокой печати (см., например, патент EP 2956514 B1) для обеспечения защиты от их подделки или незаконного воспроизведения. Настоящее изобретение также относится к области техники способов кодирования/декодирования и аутентификации двухмерных закодированных рисунков (см., например, патенты EP 2619714 B1 или EP 2780865 B1).

Предпосылки создания изобретения

[002] Защитные маркировки, содержащие двухмерные рисунки, напечатанные процессами глубокой печати в виде тонких линий глубокой печати, возможно, разных цветов или разных тонов одного и того же цвета (например, полутоновые рисунки глубокой печати), широко используются в качестве защиты от их незаконного воспроизведения из-за большой сложности изготовления копий без ошибок совмещения.

[003] Глубокая печать обеспечивает наиболее последовательную и высококачественную печать тонких линий. Ее можно рассматривать как предпочтительную технологию печати для создания мелких узоров в области защищенных документов, в частности банкнот и марок. Одной из характерных особенностей процесса глубокой печати является то, что рельефы глубокой

печати могут варьироваться от нескольких микрометров до нескольких десятков микрометров за счет использования соответственно неглубоких или соответственно глубоких углублений формы для глубокой печати. Рельеф глубокой печати, возникающий в результате толщины слоя краски для глубокой печати, подчеркивается тиснением подложки, причем указанное тиснение создается за счет давления во время переноса краски. Осязаемость, возникающая в результате глубокой печати, придает банкнотам их характерное и узнаваемое ощущение при прикосновении.

[004] Из уровня техники известно, что краски для глубокой печати можно использовать для создания многотонных узоров, т. е. печатая одну краску для глубокой печати в ходе процесса в один этап можно создавать печатные узоры, содержащие несколько разных оттенков цвета, возникающих в результате разной толщины печатной краски, обусловленной разной глубиной гравюр на форме для глубокой печати. В патенте EP 2956514 B1 раскрыт состав краски для глубокой печати, подходящий для печати многохарактерного узора глубокой печати предсказуемым образом. Состав краски для глубокой печати, раскрытый в EP 2956514 B1, содержит два компонента, представляющие собой частицы пигмента с разным модальным диаметром частиц.

[005] В случае если глубокая печать рисунка (т. е. «рисунок глубокой печати») реализуется только одним цветом, обычно используемым методом копирования указанного рисунка является метод офсетной печати. В этом случае на обычно высококачественной копии действительно нет ошибки совмещения, так что ее внешний вид вводит в заблуждение, но, конечно, теряется характерное тактильное восприятие, обеспечиваемое рельефным признаком рисунка глубокой печати. Это одна из причин, почему многие банкноты в мире содержат защитные признаки глубокой печати.

[006] В случае многотонного или многоцветного рисунка глубокой печати метод офсетной печати не может обеспечить копию без ошибок совмещения (из-за нескольких этапов смещения и печатных форм), и чем больше красок в нем,

тем хуже выглядит копия. Однако, когда офсетную печать осуществляют с большой осторожностью, эти ошибки совмещения могут быть едва заметны невооруженным глазом человека или обывателем и требуют использования специальных аналитических инструментов (например, увеличительной линзы, микроскопа), которые обычно не доступны.

[007] Таким образом, существует потребность в защитных рисунках глубокой печати, поддельное или незаконное воспроизведение которых, даже при использовании сложных методов офсетной печати, можно было бы легко обнаружить с помощью общедоступных средств, способных получить простое цифровое изображение рисунка, например, смартфона, оснащенного камерой, даже если камера смартфона имеет достаточно низкую разрешающую способность.

Краткое описание изобретения

[008] Для преодоления вышеупомянутых недостатков и ограничений предшествующего уровня техники согласно настоящему изобретению была разработана защитная маркировка, включающая как многотонную глубокую печать рисунков, так и кодирование указанных рисунков согласно схемам кодирования с высокой степенью защиты, таких как, например, указанные в цитируемых выше патентах EP 2619714 B1 или EP 2780865 B1.

[009] В частности, в патенте EP 2780865 B1 раскрыт рисунок для кодирования числового информационного элемента на поверхности, содержащий конкретное расположение множества символов, принадлежащих набору символов, причем каждый символ в расположении предназначен для кодирования части указанного числового информационного элемента, при этом каждый символ состоит из по меньшей мере одной дифференциальной пары элементов, расположенных определенным образом, причем каждый элемент включает параметр, причем параметр первого элемента каждой дифференциальной пары имеет первое значение, а параметр второго элемента каждой дифференциальной пары имеет второе значение, отличное от первого значения, и указанное

конкретное расположение соответствует заданному расположению указанных символов, составляющих эталонный рисунок.

[010] Кроме того, согласно настоящему изобретению также были разработаны соответствующие способы и устройства для получения, кодирования или декодирования и аутентификации (с помощью общедоступных средств) указанной защитной маркировки, так что любое поддельное воспроизведение может быть легко обнаружено любым человеком.

[011] При использовании альтернативных процессов печати, таких как, например, офсетная, шелкотрафаретная, глубокая или струйная печать, использование красок разного цвета является обязательным для создания рисунков, состоящих из трех и более цветов. Однако эти процессы печати не подходят для обеспечения требуемого разрешения и/или совмещения разных цветов защитной маркировки по настоящему изобретению. Таким образом, эти процессы печати нельзя использовать для создания многотонных защитных признаков, содержащих многотонные защитные рисунки, как раскрыто в настоящем документе. Если эти альтернативные процессы печати будут использоваться в попытке воспроизвести защитную маркировку, как раскрыто в настоящем документе, на ценном документе, аутентификация копии согласно настоящему изобретению не удастся, и соответствующий напечатанный защищенный документ будет идентифицирован как поддельный.

[012] Защитный элемент согласно первому аспекту по настоящему изобретению содержит подложку и защитную маркировку, причем защитная маркировка содержит двухмерный рисунок глубокой печати, напечатанный на поверхности подложки посредством глубокой печати с помощью краски для глубокой печати, причем двухмерный рисунок глубокой печати имеет ассоциативный цвет и содержит по меньшей мере один основной рисунок глубокой печати, содержащий множество модулей глубокой печати, причем каждый основной рисунок глубокой печати содержит только модули глубокой печати, тона которых принадлежат соответствующему набору из двух отличающихся

допустимых тонов, причем каждый модуль глубокой печати имеет один тон указанного ассоциативного цвета, причем тон модуля глубокой печати выбран из палитры тонов, состоящей из множества отличающихся эталонных тонов ассоциативного цвета, причем цветовая разница ΔE^* Международной комиссии CIE между тонами превышает или равна 2,0, ширина ϵ модуля глубокой печати превышает 20 мкм и составляет менее или равна 50 мкм, при этом двухмерный рисунок глубокой печати получен на основании ассоциативного двухмерного закодированного рисунка, содержащего по меньшей мере один эталонный рисунок, при этом каждый по меньшей мере один основной рисунок глубокой печати основан на ассоциативном эталонном рисунке по меньшей мере одного эталонного рисунка, причем каждый основной рисунок глубокой печати и ассоциативный эталонный рисунок кодируют одну и ту же часть информации, которая определяет уникальный идентификационный номер ассоциативного эталонного рисунка, при этом каждый эталонный рисунок включает конкретное расположение множества символов, причем каждый символ в расположении позволяет кодировать данные согласно состоянию указанного символа, причем состояние каждого символа состоит из конкретного расположения первого двухмерного элемента E1 и второго отличающегося двухмерного элемента E2 в пределах символа, причем каждый элемент E имеет соответствующее значение параметра $p(E)$, причем параметр первого элемента E1 имеет положительное значение, отличное от нулевого значения параметра второго элемента E2, при этом каждый эталонный рисунок содержит только темные символы и светлые символы, причем значение параметра первого элемента темного символа соответствует более темному тону из пары допустимых тонов ассоциативного основного рисунка глубокой печати, а значение параметра первого элемента светлого символа соответствует более светлому тону из указанной ассоциативной пары допустимых тонов, при этом каждый модуль глубокой печати каждого основного рисунка глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати напечатан либо как отдельный модуль глубокой печати, соответствующий первому элементу символа ассоциативного эталонного рисунка двухмерного закодированного рисунка и его местоположению в

эталонном рисунке; либо как часть линии глубокой печати, соответствующей линии, соединяющей два первых элемента с одинаковым значением параметра p , соответственно принадлежащих двум отличающимся смежным символам ассоциативного эталонного рисунка двухмерного закодированного рисунка, и местоположению линии в эталонном рисунке.

[013] Модуль глубокой печати может быть напечатан отдельно от другого соседнего модуля глубокой печати или может представлять собой часть (тонкой) линии глубокой печати, которая может быть соединена с другой частью линии глубокой печати соседнего модуля глубокой печати, чтобы сформировать непрерывный путь.

[014] Вышеупомянутая защитная маркировка может содержать множество двухмерных рисунков глубокой печати, причем каждый двухмерный рисунок глубокой печати имеет соответствующий ассоциативный цвет из цветовой палитры, причем любой цвет цветовой палитры отличается от цвета фона подложки.

[015] Предпочтительно, защитный элемент содержит множество двухмерных рисунков глубокой печати, причем каждый двухмерный рисунок глубокой печати имеет соответствующий ассоциативный цвет, отличающийся от цвета фона подложки.

[016] Предпочтительно, двухмерный рисунок глубокой печати вышеупомянутой защитной маркировки содержится в ячейке, имеющей границу, образованную линиями глубокой печати, высота которых превышает любую высоту модулей глубокой печати указанного двухмерного рисунка глубокой печати, расстояние между краем двухмерного рисунка глубокой печати и границей ячейки превышает или равно 40 мкм.

[017] Более предпочтительно, цветовая разница ΔE^* Международной комиссии CIE между тонами превышает или равна 2,5.

[018] Согласно второму аспекту настоящее изобретение относится к гравированной форме для машины для глубокой печати, содержащей канавки переменной глубины гравюры, выполненные с возможностью приема краски для глубокой печати, для печати на поверхности подложки двухмерного рисунка глубокой печати защитной маркировки защитного элемента, как указано выше.

[019] Таким образом, вышеупомянутая гравированная форма позволяет печатать на поверхности подложки рисунок глубокой печати, имеющий цвет краски для глубокой печати и содержащий множество модулей глубокой печати, образующих конкретный рисунок из линий глубокой печати, причем каждый модуль глубокой печати имеет тон указанного цвета, причем тон модуля глубокой печати из множества отличающихся эталонных тонов цвета находится в диапазоне от более темного тона до более светлого тона, причем цветовая разница ΔE^* Международной комиссии CIE между тонами превышает или равна 2,0 и позволяет печатать двухмерный рисунок глубокой печати на поверхности подложки, в котором ширина ϵ линии глубокой печати превышает 20 мкм и составляет менее или равна 50 мкм.

[020] На самом деле, гравированная форма с переменной глубиной гравюры выполнена с возможностью получения модулей глубокой печати, так что модуль глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати соответствует либо:

- первому элементу символа эталонного рисунка двухмерного закодированного рисунка; либо
- составляет часть линии глубокой печати, соответствующей линии, соединяющей два элемента с одинаковым положительным значением параметра p , соответственно принадлежащих двум отличающимся смежным символам эталонного рисунка двухмерного закодированного рисунка.

[021] Согласно третьему аспекту настоящее изобретение также относится к соответствующему способу получения защитного элемента, содержащего

защитную маркировку, содержащую двухмерный рисунок глубокой печати, по любому из пп. 1–4, причем способ включает этапы:

(i) генерирования двухмерного закодированного рисунка, содержащего по меньшей мере один эталонный рисунок, путем кодирования некой части информации в каждый указанный по меньшей мере один эталонный рисунок, образующий двухмерный закодированный рисунок, причем указанная часть информации определяет для каждого эталонного рисунка его уникальный идентификационный номер, причем каждый эталонный рисунок включает конкретное расположение множества символов, причем каждый символ в расположении позволяет кодировать данные согласно состоянию указанного символа, причем состояние каждого символа состоит из конкретного расположения первого двухмерного элемента E1 и второго отличающегося двухмерного элемента E2 в пределах символа, причем каждый элемент E имеет соответствующее значение параметра $p(E)$, причем параметр первого элемента E1 имеет положительное значение, отличное от нулевого значения параметра второго элемента E2, при этом каждый эталонный рисунок содержит только темные символы и светлые символы, причем значение параметра первого элемента темного символа соответствует более темному тону из ассоциативной пары допустимых тонов, выбранных из палитры тонов, состоящей из множества отличающихся эталонных тонов цвета, ассоциирующегося с двухмерным закодированным рисунком, а значение параметра первого элемента светлого символа соответствует более светлому тону из указанной ассоциативной пары допустимых тонов, при этом получаемый двухмерный рисунок глубокой печати основан на сгенерированном двухмерном закодированном рисунке и содержит по меньшей мере один основной рисунок глубокой печати, содержащий множество модулей глубокой печати, причем каждый модуль глубокой печати имеет один тон указанного ассоциативного цвета, причем тон модуля глубокой печати выбран из палитры тонов,

при этом каждый по меньшей мере один основной рисунок глубокой печати основан на ассоциативном эталонном рисунке по меньшей мере одного

эталонного рисунка, причем каждый основной рисунок глубокой печати кодирует ту же часть информации, что и ассоциативный эталонный рисунок,

при этом каждый основной рисунок глубокой печати содержит только модули глубокой печати, тона которых принадлежат паре допустимых тонов ассоциативного эталонного рисунка, и

каждый модуль глубокой печати каждого основного рисунка глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати печатают

либо как отдельный модуль глубокой печати, соответствующий первому элементу символа ассоциативного эталонного рисунка двухмерного закодированного рисунка и его местоположению в эталонном рисунке; либо

как часть линии глубокой печати, соответствующей линии, соединяющей два первых элемента с одинаковым значением параметра p , соответственно принадлежащих двум отличающимся смежным символам ассоциативного эталонного рисунка двухмерного закодированного рисунка, и местоположению линии в эталонном рисунке;

(ii) гравировки формы машины для глубокой печати с переменной глубиной гравюры, выполненной с возможностью приема краски для глубокой печати указанного цвета и воспроизведения модулей глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати согласно сгенерированному двухмерному закодированному рисунку; и

(iii) заливки формы краской для глубокой печати и использования формы, залитой краской, в машине для глубокой печати для печати на поверхности подложки соответствующего двухмерного рисунка глубокой печати.

[022] Согласно соответствующему четвертому аспекту настоящее изобретение относится к способу декодирования информации, закодированной в двухмерный рисунок глубокой печати защитной маркировки защитного элемента, причем двухмерный рисунок глубокой печати содержит по меньшей мере один

основной рисунок глубокой печати, содержащий множество модулей глубокой печати, причем способ включает этапы:

формирования изображения двухмерного рисунка глубокой печати;

обнаружения, из сформированных изображений модулей глубокой печати сформированного изображения двухмерного рисунка глубокой печати, любого эталонного рисунка по меньшей мере одного эталонного рисунка, образующего двухмерный закодированный рисунок, на основании чего был получен соответствующий подлинный двухмерный рисунок глубокой печати подлинной защитной маркировки подлинного защитного элемента по любому из пп. 1–4;

- декодирования каждого обнаруженного эталонного рисунка и извлечения соответствующей декодированной информации двухмерного закодированного рисунка; и

- проверки достоверности каждого декодированного эталонного рисунка и соответствующего основного рисунка глубокой печати.

[023] Предпочтительно, вышеупомянутый способ декодирования информации может включать этапы:

а) формирования изображения двухмерного рисунка глубокой печати защитной маркировки с помощью камеры, оснащенной процессором и памятью, датчик света которой выполнен с возможностью обнаружения цвета модулей глубокой печати, образующих подлинный рисунок глубокой печати, и отличающихся тонов из палитры тонов указанного цвета, для получения цифрового изображения двухмерного рисунка глубокой печати и сохранения полученного цифрового изображения в памяти, причем память хранит набор ассоциативных эталонных рисунков, и причем для каждого сохраненного эталонного рисунка часть информации определяет соответствующий идентификационный номер эталонного рисунка;

- причем каждый сохраненный эталонный рисунок включает конкретное расположение множества символов, причем каждый символ в расположении позволяет кодировать данные согласно состоянию указанного символа, причем состояние каждого символа состоит из конкретного расположения первого двухмерного элемента E1 и второго отличающегося двухмерного элемента E2 в пределах символа, причем каждый элемент E имеет соответствующее значение параметра $p(E)$, причем параметр первого элемента E1 имеет положительное значение, отличное от нулевого значения параметра второго элемента E2;

- причем каждая пара допустимых тонов модулей глубокой печати каждого основного рисунка глубокой печати ассоциируется с соответствующим основным рисунком глубокой печати и сохраняется в памяти в ассоциации с идентификационным номером эталонного рисунка, ассоциирующегося с указанным основным рисунком глубокой печати;

- причем каждый сохраненный эталонный рисунок содержит только темные символы и светлые символы, причем значение параметра первого элемента темного символа соответствует более темному тону из пары допустимых тонов ассоциативного основного рисунка глубокой печати, а значение параметра первого элемента светлого символа соответствует более светлому тону из указанной ассоциативной пары допустимых тонов; б) обнаружения в сохраненном цифровом изображении путем обработки изображений пикселей цифрового изображения, отсканированного процессором через подвижное окно размером эталонного рисунка, модулей глубокой печати в пределах окна, и

- б1) проверки того, является ли каждый из указанных обнаруженных модулей глубокой печати, для потенциального эталонного рисунка, выбранного из сохраненного набора эталонных рисунков, либо отдельным модулем глубокой печати, соответствующим

первому элементу символа потенциального эталонного рисунка и его местоположению в потенциальном эталонном рисунке; либо

представляет собой часть линии глубокой печати, соответствующей линии, соединяющей два первых элемента с одинаковым значением параметра p , соответственно принадлежащих двум отличающимся смежным символам потенциального эталонного рисунка, и местоположению линии в потенциальном эталонном рисунке; и

- b2) в случае если обнаруженные модули глубокой печати соответствуют соответственным элементам символов потенциального эталонного рисунка, декодирования потенциального эталонного рисунка для получения его идентификационного номера потенциального эталонного рисунка, тем самым декодируя ассоциативный основной рисунок глубокой печати, проверки достоверности декодированного потенциального эталонного рисунка и декодированного ассоциативного основного рисунка глубокой печати для получения соответствующего ассоциативного достоверного эталонного рисунка и достоверного основного рисунка глубокой печати, и сохранения в памяти соответствующих данных местоположения, указывающих на местоположение на цифровом изображении достоверного основного рисунка глубокой печати; и

- b3) в случае если обнаруженные модули глубокой печати не соответствуют соответственным элементам символов потенциального эталонного рисунка, выбора нового потенциального эталонного рисунка из сохраненного набора эталонных рисунков, и осуществления этапов b1)–b2) с указанным новым потенциальным эталонным рисунком; и

- b4) в случае если обнаруженные модули глубокой печати не соответствуют соответственным элементам символов любого из потенциальных эталонных рисунков, перемещения окна относительно цифрового изображения для сканирования другой области цифрового изображения и обнаружения модулей глубокой печати через подвижное окно, и осуществления этапов b1)–b3) до завершения сканирования всего цифрового изображения через окно;

с) в случае если полное цифровое изображение было отсканировано через окно и обнаруженные модули глубокой печати не соответствуют соответственным

элементам символов любого потенциального эталонного рисунка, доставки сигнала, указывающего на неудачное декодирование двухмерного рисунка глубокой печати.

[024] Согласно пятому аспекту по настоящему изобретению, в соответствии с вышеупомянутым четвертым аспектом, настоящее изобретение дополнительно относится к устройству для декодирования информации, закодированной в двухмерный рисунок глубокой печати защитной маркировки защитного элемента, причем двухмерный рисунок глубокой печати содержит по меньшей мере один основной рисунок глубокой печати, содержащий множество модулей глубокой печати, причем устройство содержит камеру, оснащенную процессором, памятью, датчиком света, выполненным с возможностью обнаружения цвета подлинного рисунка глубокой печати и отличающихся тонов из палитры тонов указанного цвета, подлинного двухмерного рисунка глубокой печати подлинной защитной маркировки подлинного защитного элемента по любому из пп. 1–4, причем процессор выполнен с возможностью осуществления обработки изображений цифрового изображения подлинного двухмерного рисунка глубокой печати, снятого камерой и сохраненного в памяти, и осуществления операций декодирования над закодированной информацией, обнаруженной на цифровом изображении, причем память сохраняет по меньшей мере один эталонный рисунок, образующий двухмерный закодированный рисунок, на основании которого был получен подлинный двухмерный рисунок глубокой печати, причем устройство выполнено с возможностью осуществления операций:

- формирования изображения двухмерного рисунка глубокой печати;
- обнаружения, из сформированных изображений модулей глубокой печати сформированного изображения двухмерного рисунка глубокой печати, любого эталонного рисунка по меньшей мере одного эталонного рисунка двухмерного закодированного рисунка, на основании которого был получен ассоциативный подлинный двухмерный рисунок глубокой печати;

- декодирования каждого обнаруженного эталонного рисунка и извлечения соответствующей декодированной информации двухмерного закодированного рисунка; и

- проверки достоверности каждого декодированного эталонного рисунка и соответствующего основного рисунка глубокой печати.

[025] В предпочтительном варианте вышеупомянутого устройства для декодирования информации, в котором

каждый сохраненный эталонный рисунок включает конкретное расположение множества символов, причем каждый символ в расположении позволяет кодировать данные согласно состоянию указанного символа, причем состояние каждого символа состоит из конкретного расположения первого двухмерного элемента E1 и второго отличающегося двухмерного элемента E2 в пределах символа, причем каждый элемент E имеет соответствующее значение параметра $p(E)$, причем параметр первого элемента E1 имеет положительное значение, отличное от нулевого значения параметра второго элемента E2;

причем каждая пара допустимых тонов модулей глубокой печати каждого основного рисунка глубокой печати ассоциируется с основным рисунком глубокой печати и сохраняется в памяти в ассоциации с идентификационным номером эталонного рисунка, ассоциирующегося с указанным основным рисунком глубокой печати;

причем каждый сохраненный эталонный рисунок содержит только темные символы и светлые символы, причем значение параметра первого элемента темного символа соответствует более темному тону из пары допустимых тонов ассоциативного основного рисунка глубокой печати, а значение параметра первого элемента светлого символа соответствует более светлому тону из указанной ассоциативной пары допустимых тонов;

устройство выполнено с возможностью осуществления операций:

a) формирования изображения двухмерного рисунка глубокой печати защитной маркировки с помощью камеры для получения цифрового изображения двухмерного рисунка глубокой печати и сохранения полученного цифрового изображения в памяти;

b) обнаружения в сохраненном цифровом изображении модулей глубокой печати в пределах подвижного окна размером допустимого эталонного рисунка, путем обработки изображений пикселей цифрового изображения, отсканированного процессором через окно; и

b1) проверки того, является ли каждый из указанных обнаруженных модулей глубокой печати, для потенциального эталонного рисунка, выбранного из набора эталонных рисунков, либо отдельным модулем глубокой печати, соответствующим первому элементу символа потенциального эталонного рисунка и его местоположению в потенциальном эталонном рисунке; либо

представляет собой часть линии глубокой печати, соответствующей линии, соединяющей два первых элемента с одинаковым значением параметра r , соответственно принадлежащих двум отличающимся смежным символам потенциального эталонного рисунка, и местоположению линии в потенциальном эталонном рисунке; и

b2) в случае если обнаруженные модули глубокой печати соответствуют соответственным элементам символов потенциального эталонного рисунка, декодирования потенциального эталонного рисунка для получения его идентификационного номера потенциального эталонного рисунка, тем самым декодируя ассоциативный основной рисунок глубокой печати, проверки достоверности декодированного потенциального эталонного рисунка и декодированного ассоциативного основного рисунка глубокой печати для получения соответствующего ассоциативного достоверного эталонного рисунка и достоверного основного рисунка глубокой печати, и сохранения в памяти соответствующих данных местоположения, указывающих на местоположение на цифровом изображении достоверного основного рисунка глубокой печати; и

b3) в случае если обнаруженные модули глубокой печати не соответствуют соответственным элементам символов потенциального эталонного рисунка, выбора нового потенциального эталонного рисунка из сохраненного набора эталонных рисунков, и осуществления этапов b1)–b2) с указанным новым потенциальным эталонным рисунком; и

b4) в случае если обнаруженные модули глубокой печати не соответствуют соответственным элементам символов любого из потенциальных эталонных рисунков, перемещения окна относительно цифрового изображения для сканирования другой области цифрового изображения и обнаружения модулей глубокой печати через подвижное окно, и осуществления этапов b1)–b3) до завершения сканирования всего цифрового изображения через окно;

c) в случае если полное цифровое изображение было отсканировано через окно и обнаруженные модули глубокой печати не соответствуют соответственным элементам символов любого потенциального эталонного рисунка, доставки сигнала, указывающего на неудачное декодирование двухмерного рисунка глубокой печати.

[026] Указанное устройство для декодирования информации может представлять собой смартфон, оснащенный камерой, процессором, запрограммированным для декодирования данных и осуществления операций цифровой обработки изображений над цифровым изображением, снятым камерой, согласно этапам вышеупомянутого способа декодирования информации, причем камера имеет и простой датчик света RGB (т. е. «красный-зеленый-синий»), выполненный с возможностью обнаружения модулей глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати и их тонов согласно настоящему изобретению.

[027] Согласно шестому аспекту настоящее изобретение также относится к способу аутентификации двухмерного рисунка глубокой печати защитной маркировки защитного элемента, включающему этапы:

- осуществления операций декодирования информации, закодированной в двухмерный рисунок глубокой печати, согласно вышеупомянутому способу декодирования информации для получения из сформированного изображения двухмерного рисунка глубокой печати каждого основного рисунка глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати и соответствующего достоверного эталонного рисунка;
- сдвига по множеству отличающихся направлений относительно исходных положений, соответствующих соответственным положениям обнаруженных модулей глубокой печати каждого достоверного основного рисунка глубокой печати на снятом изображении двухмерного рисунка глубокой печати при декодировании, для каждого достоверного основного рисунка глубокой печати, модулей глубокой печати, соответственно соответствующих тону из допустимой пары тонов из палитры тонов цвета подлинного двухмерного рисунка глубокой печати, для получения соответствующих сдвинутых изображений указанных модулей глубокой печати;
- определения для каждого достоверного основного рисунка глубокой печати, из разниц между измеренными значениями тонов в исходных положениях сдвинутых модулей глубокой печати на соответственных сдвинутых изображениях и измеренными значениями тонов в тех же исходных положениях указанных модулей глубокой печати на изображении двухмерного рисунка глубокой печати при декодировании, относительно каждого соответствующего символа ассоциативного эталонного рисунка, пары значений сдвига, соответственно для модулей глубокой печати, соответствующих каждому тону из указанной пары допустимых тонов, обеспечения максимального значения тона для всех модулей глубокой печати, соответственно соответствующих каждому тону из указанной пары допустимых тонов, достоверного основного рисунка глубокой печати; и
- определения того, что для этой допустимой пары тонов соответственные модули глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати находятся в

совмещении только в том случае, если нормальное значение среднего значения определенных пар значений сдвига по всем достоверным основным рисункам глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, составляет менее или равно 10 мкм, и предпочтительно составляет менее или равно 5 мкм.

[028] Предпочтительно, вышеупомянутый способ аутентификации двухмерного рисунка глубокой печати согласно настоящему изобретению может включать этапы:

A) осуществления операций a), b), b1), b2) b3), b4) и c) способа декодирования информации, закодированной в двухмерный рисунок глубокой печати, согласно вышеупомянутому на двухмерном рисунке глубокой печати, подлежащем аутентификации;

B) в случае неудачного декодирования на этапе A) двухмерного рисунка глубокой печати, доставки информации, указывающий на неудачное декодирование двухмерного рисунка глубокой печати;

C) в случае если этап A) обеспечивает информацию, закодированную в двухмерном рисунке глубокой печати, указывающую на, для каждого сохраненного местоположения на цифровом изображении достоверного основного рисунка глубокой печати, идентификационный номер эталонного рисунка ассоциативного достоверного эталонного рисунка, верификации многоцветного характера достоверных основных рисунков глубокой печати путем

определения, из их соответственных идентификационных номеров ассоциативных достоверных эталонных рисунков, их допустимой пары отличающихся тонов T_a , T_b ;

измерения на цифровом изображении значения напечатанного тона каждого модуля глубокой печати достоверных основных рисунков глубокой печати, определения динамического диапазона цифрового изображения из измеренных значений тонов;

вычисления среднего значения напечатанного тона T_a модулей глубокой печати достоверных основных рисунков глубокой печати, соответствующих допустимому тону T_a , как среднего значения измеренных значений напечатанных тонов модулей глубокой печати, соответствующих допустимому тону T_a , и среднего значения напечатанного тона T_b модулей глубокой печати достоверных основных рисунков глубокой печати, соответствующих допустимому тону T_b , как среднего значения измеренных значений напечатанных тонов модулей глубокой печати, соответствующих допустимому тону T_b ;

проверки, для каждой допустимой пары тонов T_a , T_b , соблюдается ли критерий многотонности, согласно которому разница между вычисленными средними значениями напечатанных тонов T_a и T_b превышает 1% динамического диапазона; и

в случае соблюдения критерия многотонности для каждой допустимой пары тонов, принятия решения о том, что двухмерный рисунок глубокой печати имеет указанный многотонный характер, или

в случае несоблюдения критерия многотонности для допустимой пары тонов T_a , T_b , принятия решения о том, что двухмерный рисунок глубокой печати не имеет указанного многотонного характера и не является подлинным;

D) в случае если двухмерный рисунок глубокой печати имеет многотонный характер, для каждого достоверного основного рисунка глубокой печати, имеющего соответствующую пару допустимых тонов T_a , T_b , месторасположение которых в цифровом изображении сохранено в памяти, осуществления процессором операций:

D1) измерения в пределах окна, расположенного в указанном местоположении на цифровом изображении, через сетку выборки, имеющую расположение символов с соответственными участками их двухмерных элементов $E1$ и $E2$, соответствующих символам достоверного эталонного рисунка,

ассоциирующегося с указанным достоверным основным рисунком глубокой печати, значений напечатанных тонов модулей глубокой печати достоверного основного рисунка глубокой печати из пикселей цифрового изображения, расположенного в пределах соответственных участков элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки, для получения соответствующих исходных значений тонов, присвоенных соответственным элементам E1 и E2 символов достоверного эталонного рисунка, ассоциирующегося с достоверным основным рисунком глубокой печати, вычисления для каждого символа сетки выборки разницы между исходным значением тона, присвоенным элементу E1, и исходным значением тона, присвоенным элементу E2, для получения исходного значения тона дифференциального символа и сохранения в памяти полученных исходных значений тонов дифференциальных символов, присвоенных элементам символов достоверного эталонного рисунка, и, для каждого из двух допустимых тонов T_a , T_b достоверного эталонного рисунка, соответствующую сумму нулевого сдвига получают суммированием исходных значений тонов дифференциальных символов для всех символов достоверного эталонного рисунка, соответствующего, соответственно, тону T_a и тону T_b , и полученную сумму нулевого сдвига для допустимого тона T_a и сумму нулевого сдвига для допустимого тона T_b сохраняют в памяти;

D2) сдвига на по меньшей мере один размер пикселя, назад и вперед вдоль каждого из указанного множества отличающихся направлений относительно цифрового изображения, пикселей цифрового изображения, расположенных в пределах соответственных участков элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_a , для получения соответствующих сдвинутых пикселей, имеющих сдвинутые положения относительно сетки выборки;

измерения через сетку выборки, соответственно, для сдвига назад и сдвига вперед вдоль каждого направления, соответствующих сдвинутых назад и сдвинутых вперед значений тонов, присвоенных соответственным элементам E1 и E2 символов сетки выборки, первый элемент которой соответствует

допустимому тону T_a , из сдвинутых пикселей цифрового изображения, расположенных в пределах соответственных участков элементов E_1 и E_2 каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_a , и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов;

вычисления, для каждого сдвига, для каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_a , разницы между сдвинутым значением тона, присвоенным элементу E_1 , и сдвинутым значением тона, присвоенным элементу E_2 , для получения соответствующих сдвинутых значений тонов дифференциальных символов, и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов дифференциальных символов, присвоенных элементам символов достоверного эталонного рисунка, первый элемент которого соответствует допустимому тону T_a ;

для каждого сдвига, суммирования вычисленных сдвинутых значений тонов дифференциальных символов всех символов сетки выборки, соответствующей допустимому тону T_a , для получения соответствующей суммы сдвига достоверного эталонного рисунка для допустимого тона T_a ; и

выбора наилучшего сдвига, для допустимого тона T_a , соответствующего наибольшей вычисленной сумме сдвига среди вычисленных сумм сдвига и сумме нулевого сдвига, для достоверного эталонного рисунка;

вычисления глобального сдвига Δ_a для двухмерного рисунка глубокой печати путем определения среднего значения всех выбранных наилучших сдвигов, для допустимого тона T_a , по достоверным эталонным рисункам, ассоциирующимся с соответственными достоверными основными рисунками глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, имеющего соответствующую пару допустимых тонов T_a , T_b ;

D3) сдвига на по меньшей мере один размер пикселя, назад и вперед вдоль каждого из указанного множества отличающихся направлений относительно

цифрового изображения, пикселей цифрового изображения, расположенных в пределах соответствующих участков элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , для получения соответствующих сдвинутых пикселей, имеющих сдвинутые положения относительно сетки выборки;

измерения через сетку выборки, соответственно, для сдвига назад и сдвига вперед вдоль каждого направления, соответствующих сдвинутых назад и сдвинутых вперед значений тонов, присвоенных соответственным элементам E1 и E2 символов сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , из сдвинутых пикселей цифрового изображения, расположенных в пределах соответствующих участков элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов;

вычисления, для каждого сдвига, для каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , разницы между сдвинутым значением тона, присвоенным элементу E1, и сдвинутым значением тона, присвоенным элементу E2, для получения соответствующих сдвинутых значений тонов дифференциальных символов, и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов дифференциальных символов, присвоенных элементам символов достоверного эталонного рисунка, первый элемент которого соответствует допустимому тону T_b ;

для каждого сдвига, суммирования вычисленных сдвинутых значений тонов дифференциальных символов всех символов сетки выборки, соответствующей допустимому тону T_b , для получения соответствующей суммы сдвига достоверного эталонного рисунка для допустимого тона T_b ; и

выбора наилучшего сдвига, для допустимого тона T_b , соответствующего наибольшей вычисленной сумме сдвига среди вычисленных сумм сдвига и сумме нулевого сдвига, для достоверного эталонного рисунка;

вычисления глобального сдвига Δ_b для двухмерного рисунка глубокой печати путем определения среднего значения всех выбранных наилучших сдвигов, для допустимого тона T_b , по достоверным эталонным рисункам, ассоциирующимся с соответственными достоверными основными рисунками глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, имеющего соответствующую пару допустимых тонов T_a, T_b ;

D4) осуществления вышеупомянутых операций D) для каждой оставшейся пары допустимых тонов T_a', T_b' из пар допустимых тонов сохраненных достоверных основных рисунков глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, для получения соответствующих пар глобальных сдвигов ($\Delta_{a'}, \Delta_{b'}$), и сохранения в памяти указанных пар глобальных сдвигов;

E) оценки значения ошибки совмещения $r(a, b)$ для модулей глубокой печати, соответствующих любой допустимой паре тонов T_a, T_b всех достоверных основных рисунков глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, как $r(a, b) = \lambda/f (\Delta_a^2 + \Delta_b^2)^{1/2}$, где λ — размер пикселя цифрового изображения в мкм (т. е. 10^{-6} м), и f — масштабный коэффициент цифрового изображения, и принятия решения о том, что двухмерный рисунок глубокой печати является подлинным, если каждое значение ошибки совмещения $r(a, b)$ для каждой допустимой пары тонов T_a, T_b соответственных достоверных основных рисунков глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати составляет менее или равно 10 мкм, и предпочтительно составляет менее или равно 5 мкм.

[029] Согласно седьмому аспекту, в соответствии с вышеупомянутым способом аутентификации, настоящее изобретение дополнительно относится к устройству для аутентификации двухмерного рисунка глубокой печати защитной маркировки защитного элемента, подлинного двухмерного рисунка глубокой печати подлинной защитной маркировки подлинного защитного элемента по любому из пп. 1-4, содержащему камеру, оснащенную процессором, памятью, датчиком света, выполненным с возможностью обнаружения цвета подлинного рисунка глубокой печати и отличающихся тонов из палитры тонов указанного

цвета, причем процессор выполнен с возможностью осуществления обработки изображений цифрового изображения подлинного двухмерного рисунка глубокой печати, снятого камерой и сохраненного в памяти, и осуществления операций декодирования над закодированной информацией, обнаруженной на цифровом изображении, причем память сохраняет по меньшей мере один эталонный рисунок, образующий двухмерный закодированный рисунок, на основании которого был получен подлинный двухмерный рисунок глубокой печати, причем устройство выполнено с возможностью осуществления операций:

- декодирования информации, закодированной в двухмерный рисунок глубокой печати, согласно вышеупомянутому способу декодирования для получения из изображения, снятого камерой, двухмерного рисунка глубокой печати, каждого достоверного основного рисунка глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати и соответствующего достоверного эталонного рисунка;

- сдвига по множеству отличающихся направлений относительно исходных положений, соответствующих соответственным положениям обнаруженных модулей глубокой печати каждого достоверного основного рисунка глубокой печати на снятом изображении двухмерного рисунка глубокой печати, для каждого достоверного основного рисунка глубокой печати, модулей глубокой печати, соответственно соответствующих тону из допустимой пары тонов из палитры тонов цвета подлинного двухмерного рисунка глубокой печати, для получения соответствующих сдвинутых изображений указанных модулей глубокой печати;

- определения для каждого достоверного основного рисунка глубокой печати, из разниц между измеренными значениями тонов в исходных положениях сдвинутых модулей глубокой печати на соответственных сдвинутых изображениях и измеренными значениями тонов в тех же исходных положениях указанных модулей глубокой печати на изображении двухмерного рисунка глубокой печати при декодировании, относительно каждого соответствующего

символа ассоциативного эталонного рисунка, пары значений сдвига, соответственно для модулей глубокой печати, соответствующих каждому тону из указанной пары допустимых тонов, обеспечения максимального значения тона для всех модулей глубокой печати, соответственно соответствующих каждому тону из указанной пары допустимых тонов, достоверного основного рисунка глубокой печати; и

- определения того, что для этой допустимой пары тонов соответственные модули глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати находятся в совмещении только в том случае, если нормальное значение среднего значения определенных пар значений сдвига по всем достоверным основным рисункам глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, составляет менее или равно 10 мкм, и предпочтительно составляет менее или равно 5 мкм.

[030] Предпочтительно, вышеупомянутое устройство может быть выполнено с возможностью:

A) осуществления операций a), b), b1), b2) b3), b4) и c) способа декодирования процессором информации, закодированной в двухмерный рисунок глубокой печати, согласно вышеупомянутому на двухмерном рисунке глубокой печати, подлежащем аутентификации, причем память дополнительно сохраняет допустимые пары тонов подлинного двухмерного рисунка глубокой печати;

B) в случае неудачного декодирования на этапе A) двухмерного рисунка глубокой печати, доставки информации, указывающий на неудачное декодирование двухмерного рисунка глубокой печати;

C) в случае если этап A) обеспечивает информацию, закодированную в двухмерном рисунке глубокой печати, указывающую на, для каждого сохраненного местоположения на цифровом изображении достоверного основного рисунка глубокой печати, идентификационный номер эталонного рисунка ассоциативного достоверного эталонного рисунка, верификации

многотонового характера достоверных основных рисунков глубокой печати путем

определения, из их соответственных идентификационных номеров ассоциативных достоверных эталонных рисунков, их допустимой пары отличающихся тонов T_a , T_b ;

измерения на цифровом изображении значения напечатанного тона каждого модуля глубокой печати достоверных основных рисунков глубокой печати, определения динамического диапазона цифрового изображения из измеренных значений тонов;

вычисления среднего значения напечатанного тона T_a модулей глубокой печати достоверных основных рисунков глубокой печати, соответствующих допустимому тону T_a , как среднего значения измеренных значений напечатанных тонов модулей глубокой печати, соответствующих допустимому тону T_a , и среднего значения напечатанного тона T_b модулей глубокой печати достоверных основных рисунков глубокой печати, соответствующих допустимому тону T_b , как среднего значения измеренных значений напечатанных тонов модулей глубокой печати, соответствующих допустимому тону T_b ;

проверки, для каждой допустимой пары тонов T_a , T_b , соблюдается ли критерий многотоновости, согласно которому разница между вычисленными средними значениями напечатанных тонов T_a и T_b превышает 1% динамического диапазона; и

в случае соблюдения критерия многотоновости для каждой допустимой пары тонов, принятия решения о том, что двухмерный рисунок глубокой печати имеет указанный многотоновый характер, или

в случае несоблюдения критерия многотоновости для допустимой пары тонов T_a , T_b , принятия решения о том, что двухмерный рисунок глубокой печати не имеет указанного многотонового характера и не является подлинным;

D) в случае если двухмерный рисунок глубокой печати имеет многотоновый характер, для каждого достоверного основного рисунка глубокой печати, имеющего соответствующую пару допустимых тонов T_a , T_b , месторасположение которых в цифровом изображении сохранено в памяти, осуществления процессором операций:

D1) измерения в пределах окна, расположенного в указанном местоположении на цифровом изображении, через сетку выборки, имеющую расположение символов с соответственными участками их двухмерных элементов E_1 и E_2 , соответствующих символам достоверного эталонного рисунка, ассоциирующегося с указанным достоверным основным рисунком глубокой печати, значений напечатанных тонов модулей глубокой печати достоверного основного рисунка глубокой печати из пикселей цифрового изображения, расположенного в пределах соответственных участков элементов E_1 и E_2 каждого символа сетки выборки, для получения соответствующих исходных значений тонов, присвоенных соответственным элементам E_1 и E_2 символов достоверного эталонного рисунка, ассоциирующегося с достоверным основным рисунком глубокой печати, вычисления для каждого символа сетки выборки разницы между исходным значением тона, присвоенным элементу E_1 , и исходным значением тона, присвоенным элементу E_2 , для получения исходного значения тона дифференциального символа и сохранения в памяти полученных исходных значений тонов дифференциальных символов, присвоенных элементам символов достоверного эталонного рисунка, и, для каждого из двух допустимых тонов T_a , T_b достоверного эталонного рисунка, соответствующую сумму нулевого сдвига получают суммированием исходных значений тонов дифференциальных символов для всех символов достоверного эталонного рисунка, соответствующего, соответственно, тону T_a и тону T_b , и полученную сумму нулевого сдвига для допустимого тона T_a и сумму нулевого сдвига для допустимого тона T_b сохраняют в памяти;

D2) сдвига на по меньшей мере один размер пикселя, назад и вперед вдоль каждого из указанного множества отличающихся направлений относительно

цифрового изображения, пикселей цифрового изображения, расположенных в пределах соответствующих участков элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_a , для получения соответствующих сдвинутых пикселей, имеющих сдвинутые положения относительно сетки выборки;

измерения через сетку выборки, соответственно, для сдвига назад и сдвига вперед вдоль каждого направления, соответствующих сдвинутых назад и сдвинутых вперед значений тонов, присвоенных соответственным элементам E1 и E2 символов сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_a , из сдвинутых пикселей цифрового изображения, расположенных в пределах соответствующих участков элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_a , и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов;

вычисления, для каждого сдвига, для каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_a , разницы между сдвинутым значением тона, присвоенным элементу E1, и сдвинутым значением тона, присвоенным элементу E2, для получения соответствующих сдвинутых значений тонов дифференциальных символов, и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов дифференциальных символов, присвоенных элементам символов достоверного эталонного рисунка, первый элемент которого соответствует допустимому тону T_a ;

для каждого сдвига, суммирования вычисленных сдвинутых значений тонов дифференциальных символов всех символов сетки выборки, соответствующей допустимому тону T_a , для получения соответствующей суммы сдвига достоверного эталонного рисунка для допустимого тона T_a ; и

выбора наилучшего сдвига, для допустимого тона T_a , соответствующего наибольшей вычисленной сумме сдвига среди вычисленных сумм сдвига и сумме нулевого сдвига, для достоверного эталонного рисунка;

вычисления глобального сдвига Δ_a для двухмерного рисунка глубокой печати путем определения среднего значения всех выбранных наилучших сдвигов, для допустимого тона T_a , по достоверным эталонным рисункам, ассоциирующимся с соответственными достоверными основными рисунками глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, имеющего соответствующую пару допустимых тонов T_a, T_b ;

D3) сдвига на по меньшей мере один размер пикселя, назад и вперед вдоль каждого из указанного множества отличающихся направлений относительно цифрового изображения, пикселей цифрового изображения, расположенных в пределах соответственных участков элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , для получения соответствующих сдвинутых пикселей, имеющих сдвинутые положения относительно сетки выборки;

измерения через сетку выборки, соответственно, для сдвига назад и сдвига вперед вдоль каждого направления, соответствующих сдвинутых назад и сдвинутых вперед значений тонов, присвоенных соответственным элементам E1 и E2 символов сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , из сдвинутых пикселей цифрового изображения, расположенных в пределах соответственных участков элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов;

вычисления, для каждого сдвига, для каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , разницы между сдвинутым значением тона, присвоенным элементу E1, и сдвинутым значением тона, присвоенным элементу E2, для получения соответствующих сдвинутых значений тонов дифференциальных символов, и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов дифференциальных символов,

присвоенных элементам символов достоверного эталонного рисунка, первый элемент которого соответствует допустимому тону T_b ;

для каждого сдвига, суммирования вычисленных сдвинутых значений тонов дифференциальных символов всех символов сетки выборки, соответствующей допустимому тону T_b , для получения соответствующей суммы сдвига достоверного эталонного рисунка для допустимого тона T_b ; и

выбора наилучшего сдвига, для допустимого тона T_b , соответствующего наибольшей вычисленной сумме сдвига среди вычисленных сумм сдвига и сумме нулевого сдвига, для достоверного эталонного рисунка;

вычисления глобального сдвига Δ_b для двухмерного рисунка глубокой печати путем определения среднего значения всех выбранных наилучших сдвигов, для допустимого тона T_b , по достоверным эталонным рисункам, ассоциирующимся с соответственными достоверными основными рисунками глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, имеющего соответствующую пару допустимых тонов T_a , T_b ;

D4) осуществления вышеупомянутых операций D) для каждой оставшейся пары допустимых тонов $\{T_a', T_b'\}$ из пар допустимых тонов сохраненных достоверных основных рисунков глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, для получения соответствующих пар глобальных сдвигов (Δ_a' , Δ_b'), и сохранения в памяти указанных пар глобальных сдвигов;

E) оценки значения ошибки совмещения $r(a, b)$ для модулей глубокой печати, соответствующих любой допустимой паре тонов T_a , T_b всех достоверных основных рисунков глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, как $r(a, b) = \lambda/f (\Delta_a^2 + \Delta_b^2)^{1/2}$, где λ — размер пикселя цифрового изображения в мкм, и f — масштабный коэффициент цифрового изображения, и принятия решения о том, что двухмерный рисунок глубокой печати является подлинным, если каждое значение ошибки совмещения $r(a, b)$ для каждой допустимой пары тонов T_a , T_b соответственных достоверных основных рисунков глубокой печати

двухмерного рисунка глубокой печати составляет менее или равно 10 мкм, и предпочтительно составляет менее или равно 5 мкм.

[031] Более предпочтительно, вышеупомянутое устройство для аутентификации представляет собой смартфон, в котором датчик света представляет собой датчик света RGB, разрешающая способность камеры составляет по меньшей мере 20 мкм, и при этом измерение тона модуля глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, освещенного светом, осуществляют суммированием соответствующих компонентов интенсивности красного, зеленого и синего света, обнаруженных датчиком света RGB, из принятого света, отраженного указанным модулем глубокой печати.

Освещение может обеспечиваться вспышкой смартфона или просто дневным светом (при достаточной интенсивности света).

[032] Далее настоящее изобретение будет описано более полно со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых проиллюстрированы основные аспекты и признаки настоящего изобретения.

Краткое описание чертежей

На **фиг. 1** показано изображение части образца банкноты, содержащей защитную маркировку согласно настоящему изобретению, содержащую множество двухмерных рисунков глубокой печати, напечатанных на промышленной машине для глубокой печати.

На **фиг. 2A-D** показаны изображения увеличенных репродукций деталей двухмерных рисунков глубокой печати защитных маркировок согласно настоящему изобретению, напечатанных лазерным печатающим устройством на стандартной бумаге для печати A4.

На **фиг. 3A-B** проиллюстрирован пример эталонного рисунка с расположением символов и состояниями этих символов согласно предшествующему уровню техники, раскрытому в документах EP 2619714 B1 и EP 2780865 B1.

На **фиг. 4A-D** проиллюстрирован пример закодированного эталонного рисунка, адаптированного для обеспечения взаимно однозначного соответствия с примером основного рисунка глубокой печати, полученного с помощью процесса глубокой печати по настоящему изобретению.

На **фиг. 5** представлена блок-схема, иллюстрирующая пример декодирования двумерного рисунка глубокой печати с помощью смартфона.

На **фиг. 6A-G** схематически проиллюстрированы операции примера способа аутентификации двумерного рисунка глубокой печати.

Подробное описание

Примеры

[033] Настоящее изобретение будет далее описано более подробно со ссылкой на неограничивающие примеры.

Пример E1. Образец банкноты

[034] На **фиг. 1** показано изображение части образца банкноты, содержащей защитную маркировку (100) согласно варианту осуществления настоящего изобретения. Образец банкноты был напечатан на промышленной машине для глубокой печати в промышленных условиях с использованием краски для глубокой печати сине-зеленого цвета. Двухмерный рисунок глубокой печати защитной маркировки (100) встроен в рисунок глубокой печати, в частности в правый лацкан пиджака. Как проиллюстрировано на **фиг. 1**, двухмерный рисунок глубокой печати не может быть обнаружен невооруженным глазом и полностью встроен в рисунок глубокой печати. Первый пример Pr1 двумерного рисунка глубокой печати защитной маркировки, показанной на **фиг. 1**, был напечатан на промышленной машине для глубокой печати (Super Orloff SOI II) в условиях промышленной печати банкнот, на бумажной подложке для банкнот (фидуциарная бумага от компании Louisenthal) с использованием закрепляющейся окислением краски для глубокой печати, содержащей

окислительные лаки на алкидной основе, минеральные наполнители, минеральные масла, воски, окислительные сушилки и 4,3 масс. % синего пигмента (медно-фталоцианиновый синий (6CI) (CAS № 147-14-8) от компании Synthesia). Защитная маркировка была напечатана с использованием формы для глубокой печати, содержащей гравюры глубиной 8 мкм (область L), 16 мкм (область M) и 22 мкм (область D) для создания полного двухмерного рисунка (201) глубокой печати на лацкане пиджака, как проиллюстрировано на фиг. 2А.

[035] Защитная маркировка (100) согласно фиг. 1 соответствует портрету мужчины и его одежде. Полный двухмерный рисунок (201) глубокой печати согласно фиг. 2А расположен на лацкане пиджака мужчины, показанном на фиг. 1, и содержит множество ячеек, причем каждая ячейка включает свой собственный (маленький) двухмерный рисунок (220) глубокой печати. Аутентичность двухмерного рисунка (201) глубокой печати согласно настоящему изобретению проверяли с использованием смартфона Samsung Galaxy S10 или S21 (с сенсором камеры размером 12 мегапикселей), удерживающегося на расстоянии приблизительно 10 см от поверхности образца банкноты.

Примеры Пр2-Пр4 и сравнительные примеры СрПр1-СрПр2

[036] На фиг. 2А-Д показаны изображения увеличенных репродукций деталей двухмерных рисунков глубокой печати защитных маркировок, причем двухмерные рисунки глубокой печати соответственно соответствуют примерам 2-4 (Пр2-Пр4), согласно настоящему изобретению, напечатанным лазерным печатающим устройством на стандартной бумаге для печати А4. Двухмерные рисунки глубокой печати защитной маркировки примеров Пр2-Пр4 и сравнительных примеров СрПр1-СрПр2 (см. фиг. 2В-Д) были напечатаны на обычной белой бумажной подложке для печати (формат А4). Напечатанные двухмерные рисунки глубокой печати защитных маркировок имеют длину приблизительно 26,5 см и ширину приблизительно 14,5 см, что соответствует

увеличению приблизительно в 3,5 раза по сравнению с защитной маркировкой, напечатанной на образце банкноты примера Пр1 согласно фиг. 1 (прямоугольная рамка на фиг. 2А соответствует краям бумажной подложки формата А4) с использованием векторного файла дизайна, который использовался для получения формы для глубокой печати, использованной для примера Пр1. Части одного и того же тона многотонных линий глубокой печати, образующих двухмерный рисунок (201) глубокой печати, соответствуют разным модулям (205) глубокой печати (показанным на фиг. 2D) двухмерного рисунка глубокой печати.

[037] На фиг. 2А показан двухмерный рисунок (201) глубокой печати, раскрытый в настоящем документе, и многотонные эталонные области глубокой печати («RA»): L (область светлого тона), M (область среднего тона), D (область темного тона). Многотонные эталонные области были напечатаны тремя тонами (маленького) многотонного двухмерного рисунка (220, на фиг. 2С) глубокой печати, содержащегося в защитной маркировке. Многотонные эталонные области (RA-L, RA-M и RA-D) использовали для определения с помощью спектрометра ΔE^* трех тонов многотонного защитного рисунка. Модули (205L, 205M, 205D) глубокой печати соответствуют частям одного и того же тона L, M и D, соответственно, многотонных линий глубокой печати, образующих двухмерный рисунок (220) глубокой печати.

[038] На фиг. 2В показано увеличенное изображение части репродукции рисунка глубокой печати согласно фиг. 2А. Как проиллюстрировано на фиг. 2В, линии (210) глубокой печати, окружающие (маленький) двухмерный рисунок (220) глубокой печати и образующие границы ячейки, содержащей указанный двухмерный рисунок (220) глубокой печати (см. фиг. 2С-D), хорошо видны на этом увеличенном изображении. Как проиллюстрировано на фиг. 2В, в этом примере линии (210) глубокой печати были напечатаны толстым слоем глубокой печати (темный тон) и окружали двухмерный рисунок (220) глубокой печати как стены высотой, превышающей любую высоту модулей глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, тем самым обеспечивая защиту

(маленького) двухмерного рисунка (220) глубокой печати и полного двухмерного рисунка (201) глубокой печати от механического истирания.

[039] На фиг. 2С показано изображение согласно фиг. 2В, рассмотренное под увеличительным стеклом, с увеличенным двухмерным рисунком (220) глубокой печати, раскрытым в настоящем документе. Даже под увеличительным стеклом многотонные характеристики двухмерного рисунка глубокой печати едва различимы невооруженным глазом, в то время как устройство для считывания и аутентификации согласно настоящему изобретению, в частности смартфон, способно различать разные тона и декодировать и аутентифицировать двухмерный рисунок (201) глубокой печати.

[040] Чтобы имитировать многотонные характеристики защитных маркировок глубокой печати, уровни серого (Pr2-Pr3 и CrPr1) или уровни сине-зеленого цвета (Pr4 и CrPr2) были присвоены слою файла, соответствующему трем слоям файла, соответствующим светлому/среднему/темному тонам (т. е. тонам L/M/D) двухмерных рисунков глубокой печати и эталонных областей (RA-L, RA-M и RA-D) с использованием Adobe Illustrator (AI). Эталонные области (RA-L, RA-M и RA-D) были напечатаны в виде квадратов следующих размеров: 1,3 см x 1,3 см.

[041] Двухмерные рисунки глубокой печати защитных маркировок, соответствующие Pr2-Pr4 и сравнительным примерам CrPr1-CrPr2, были напечатаны с использованием лазерного печатающего устройства (Konica Minolta bizhub C558; параметры качества печатающего устройства: разрешение: 600 точек на дюйм; рисунок: тонкие линии; сжатие изображения: наилучшее качество: усиление края: нет) (фиг. 2А).

[042] Значения цветовой разницы ΔE^* Международной комиссии CIE между тремя эталонными квадратами (RA-L, RA-M и RA-D), т. е. значение ΔE^* L-M между светлым (RA-L) и средним (RA-M) эталонными квадратами и значение ΔE^* M-D между средним (RA-M) и темным (RA-D) эталонными квадратами измеряли с использованием спектрофотометра DC 45 от компании Datacolor

(см. таблицу 1 ниже). Значения ΔE^* вычисляли по известной формуле, например, как подробно описано в абзаце 102 цитируемого патента EP 2956514 B1.

[043] Двухмерные рисунки глубокой печати примеров Пр2-Пр4 и сравнительных примеров СрПр1-СрПр2 анализировали с использованием смартфона Samsung Galaxy S10 или S21, расположенного на расстоянии приблизительно 35 см от печатных работ Пр2-Пр4 или СрПр1-СрПр2 (т. е. на расстоянии приблизительно в 3,5 раза больше, чем расстояние обнаружения, используемое для аутентификации защитной маркировки образца банкноты примера Пр1, см. фиг. 1).

[044] Как показано в таблице 1 ниже, аутентичность двухмерных рисунков глубокой печати примеров Пр2-Пр4, где $\Delta E^* \geq 2,0$, в частности $\Delta E^* \geq 3,13$, проверяли смартфоном (см. соответствующее Y, «Да» в графе «Аутентификация» таблицы 1). В отличие от двухмерных рисунков глубокой печати примеров Пр2-Пр4, аутентичность сравнительного примера СрПр1, имеющего значения ΔE^* 0,19 и 1,58, нельзя было проверить с помощью смартфона, на что указывают отрицательные и нулевые значения Y (см. Соответствующие N, «Нет» в графе «Аутентификация» таблицы 1). Сравнительный пример СрПр2, имеющий значения ΔE^* 1,6 и 2,9, был чуть ниже порогового значения аутентификации смартфона, на что указывает нулевое значение Y. Значения тона (или значения цвета) измеряли как значения яркости Y в соответствии с известной системой кодирования цвета YUV. Цветовой формат YUV описывает цвет, используя яркость и цветность цветовых компонентов. Компонент яркости (Y) представляет информацию о яркости цвета, компоненты цветности (U и V) содержат цветовые разницы.

Таблица 1

	Цвет	Уровни тона, присвоенные в Adobe Illustrator ³⁾			Значения разницы яркости Y ⁴⁾ (YUV-модель), измеренные с помощью смартфона			ΔE*, определяемый с помощью спектрофотометра DC45		Аутентификация
		L 1)	M 1)	D 1)	L-D 1)	L- M 1)	M- D 1)	L-M 2)	M-D 2)	
Пр2	Серый	20	30	40	150	130	150	4,34	7,18	Y
Пр3		25	30	35	40	25	30	3,57	3,13	Y
СрПр1		28	30	32	0	-20	-15	1,58	0,19	N
Пр4	Сине- зеленый	55	60	65	270	78	134	3,8	7,8	Y
СрПр2		58	60	62	40	0	20	1,6	2,9	N

где

1) L означает светлый, M означает средний и D означает темный,

2) L-M соответствует ΔE* между двумя последовательными тонами, светлым и средним; и M-D соответствует ΔE* между двумя последовательными тонами, средним и темным,

3) значения в %, установленные в Adobe Illustrator (например, для примеров серого цвета 0% будет соответствовать белому, а 100% будет соответствовать черному), и

4) значения разницы яркости Y соответствуют усредненному значению по всему печатному рисунку в произвольных единицах.

Разница тонов Международной комиссии CIE (или цветовая разница Международной комиссии CIE) была введена Международной комиссией по освещению (CIE) в 1976 году. Учитывая любые два цвета (или тона цвета) в цветовом пространстве CIE L*a*b*, т. е. (L1, a1, b1) и (L2, a2, b2), формула ΔE^* определяется как:

$$\Delta E^* = \sqrt{(L1 - L2)^2 + (a1 - a2)^2 + (b1 - b2)^2}$$

где:

L1 является CIE L* значением тона для зоны 1 изображения

a1 является CIE a* значением тона для зоны 1 изображения

b1 является CIE b* значением тона для зоны 1 изображения

L2 является CIE L* значением тона для зоны 2 изображения

a2 является CIE a* значением тона для зоны 2 изображения

b2 является CIE b* значением тона для зоны 2 изображения

Пространство CIELAB является трехмерным и охватывает весь диапазон цветовосприятия человека: L* означает воспринимаемую яркость, а a* и b* обозначают четыре уникальных цвета человеческого зрения: красный, зеленый, синий и желтый. Значение яркости L* определяет черный как 0 и белый как 100. Ось a* относится к цветооппонентам - зеленому и красному, где отрицательные значения относятся к зеленому, а положительные значения относятся к красному. Ось b* относится к цветооппонентам - синему и желтому, где отрицательные значения относятся к синему, а положительные значения относятся к желтому.

[045] Краски для глубокой печати, как раскрыто в настоящем документе, могут представлять собой машиночитаемые краски, такие как, например, магнитные краски, люминесцентные краски, поглощающие ИК-излучение краски и судебно-медицинские краски, которые широко используются в области

защищенных документов, в частности для печати банкнот, для придания защищенному документу дополнительного скрытого защитного признака. Защита защищенного документа от подделки и незаконного воспроизведения, обеспечиваемая скрытыми защитными признаками, основывается на концепции, что для обнаружения таких признаков, как правило, необходимо специальное оборудование и знания.

[046] Краска для глубокой печати, описанная в настоящем документе, может содержать один или более машиночитаемых материалов, выбранных из группы, состоящей из люминесцентных материалов, известных из уровня техники, магнитных материалов, известных из уровня техники, поглощающих ИК-излучение материалов, известных из уровня техники, судебно-медицинских маркеров или меток, известных из уровня техники, и их смесей, например, для обеспечения защитных маркировок повышенной устойчивостью к подделке, при условии что указанные один или более машиночитаемых материалов не оказывают негативного влияния на способ аутентификации, описанный в настоящем документе. В контексте настоящего документа термин «машиночитаемый материал» относится к материалу, который обладает по меньшей мере одним отличительным свойством, которое является обнаруживаемым устройством или машиной, такими как, например, магнитный детектор (когда машиночитаемые материалы обладают магнитными свойствами), или ИК-камера (когда машиночитаемые материалы обладают свойствами поглощения ИК-излучения), или спектрофотометр (когда машиночитаемые материалы обладают люминесцентными свойствами), чтобы обеспечить способ аутентификации указанных защитных маркировок путем использования специального оборудования для их обнаружения и/или аутентификации.

[047] Если двухмерный рисунок глубокой печати защитной маркировки, описанной в настоящем документе, выполнен краской для глубокой печати, содержащей один или более машиночитаемых материалов, описанных в настоящем документе, аутентичность указанной защитной маркировки можно

дополнительно проверить с помощью специального оборудования, причем указанное оборудование отличается от устройства, например смартфона, для аутентификации, описанного в настоящем документе. Кроме того, эти машиночитаемые материалы также можно использовать для аутентификации двухмерного рисунка глубокой печати по настоящему изобретению (в качестве дополнительного уровня защиты).

[048] Люминесцентные материалы также можно обнаружить невооруженным глазом при условии, что они испускают в видимом диапазоне при подходящем возбуждении. Люминесцентными материалами могут быть, например, неорганические (неорганические кристаллы-хозяева или стекла, легированные люминесцентными ионами), органические или металлоорганические (комплексы люминесцентного(-ых) иона(-ов) с органическим(-и) лигандом(-ами)) вещества. Люминесцентные материалы в виде пигмента широко использовались в красках (см., например, документы US 6565770, WO 2008/033059 A2 и WO 2008/092522 A1). Примеры люминесцентных материалов включают, помимо прочего, сульфиды, окисульфиды, фосфаты, ванадаты и т. д. нелюминесцентных катионов, легированных по меньшей мере одним люминесцентным катионом, выбранным из группы, состоящей из переходного металла и редкоземельных ионов; комплексы редкоземельных окисульфидов и редкоземельных металлов, такие как описанные в документах, например, WO 2009/005733 A2, EP 0985007 B1, US 6180029 B1, US 6153123 A или US 7108742. Примеры неорганических материалов включают без ограничения $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$, $\text{ZnSiO}_4:\text{Mn}$ и $\text{YV04}:\text{Nd}$. Другие примеры включают те, которые раскрыты в документах WO 2014/083145 A1, WO 2012/160182 A1, WO 2013/068275 A1, WO 2013/079521 A1, WO 1998/036888 A1, US 2006/0083694 A1, WO 2011/002960 A1, WO 2011/041657 A1. Поглощающие ИК-излучение материалы включают органические соединения, неорганические материалы, стекла, содержащие значительные количества поглощающих ИК-излучение атомов или ионов. Типичные примеры поглощающих ИК-излучение соединений включают, среди прочего, углеродную сажу, соли хинон-дииммония или аммония, полиметины (например, цианины, скварены, кроконены), соединения фталоцианинового или

нафталоцианинового типа (поглощающая ИК-излучение ρ -система), дитиолены, кватеррилендиимиды, соли (такие как, например, фториды, хлориды, бромиды, йодиды, нитраты, нитриты, сульфиты, сульфаты, фосфаты, карбонаты, бораты, бензоаты, ацетаты, хроматы, гексабориды, молибдаты, манганаты, ферраты, органосульфаты, органосульфонаты, органофосфонаты, органофосфаты и фосфоно-вольфраматы) металла (такого как, например, переходного металла или лантанида), оксиды металлов (такие как, например, оксид индия и олова, оксид сурьмы и олова в форме наночастиц и легированный оксид олова (IV)), нитриды металлов. Примеры можно найти, например, в документах WO 2007/060133 A2, WO 2007/132214 A1, WO 2019/219250, EP 3068728 B1 и WO 2018/178021. Согласно одному варианту осуществления защитная маркировка, описанная в настоящем документе, содержит первую часть, состоящую из машиночитаемого защитного признака, поглощающего ИК-излучение, и вторую часть, состоящую из защитной маркировки, содержащей одно или более соединений, поглощающих в другой области электромагнитного спектра (УФ или видимой), с образованием комбинированной защитной маркировки. Первая и вторая части комбинированной защитной маркировки, описанной в настоящем документе, могут быть смежными, могут перекрываться друг с другом или быть разнесены. Магнитные материалы включают магнитные вещества, такие как вещества с высокой или средней коэрцитивной силой (такие как, например, оксиды железа, ферриты бария, ферриты стронция или черные оксиды железа) и магнитные частицы пигмента «сердечник-оболочка». Примеры подходящих магнитных материалов включают магнитные частицы пигмента «сердечник-оболочка», содержащие магнитный сердечник (предпочтительно выполненный из никеля, кобальта, железа и железосодержащих сплавов и оксидов), окруженный одним или более дополнительными слоями, выполненными из одного или более материалов, выбранных из группы, состоящей из органических материалов, и группы неорганических материалов, таких как описанные, например, в документах WO 2010/115986 A2 и WO 2016/005158 A1. Предпочтительно, органические материалы, описанные в настоящем документе, выбраны из группы, состоящей из полиакрилатов, полистиролов, париленов, алкоксисиланов

и их смесей. Предпочтительно, неорганические материалы, описанные в настоящем документе, выбраны из группы, состоящей из металлов (предпочтительно выбранных из группы, состоящей из серебра, алюминия и золота), оксидов металлов (предпочтительно выбранных из группы, состоящей из MgO и ZnO, Al₂O₃, Y₂O₃, Ln₂O₃ (где Ln представляет собой лантанид), SiO₂, TiO₂, ZrO₂, CeO₂ и их смесей) и сульфидов металлов (предпочтительно выбранных из группы, состоящей из ZnS; CaS и их смесей).

[049] На фиг. 3А показан пример двухмерного эталонного рисунка (300) согласно предшествующему уровню техники, содержащего конкретное расположение из 32 символов (310, 320, 330, 340), каждый из которых имеет некоторую овальную форму. На фиг. 3В показан пример двухмерных элементов E1 (черные точки) и E2 (непечатные элементы или «белые» точки), определяющих состояния некоторых символов эталонного рисунка (300). Эталонный рисунок (300) с его символами и их состояниями может кодировать 32 бита данных.

[050] На фиг. 4А представлен пример расположения символов эталонного рисунка (400) двухмерного закодированного рисунка, как используется в варианте осуществления по настоящему изобретению. Двухмерный закодированный рисунок может содержать только один эталонный рисунок, но чаще всего он содержит множество эталонных рисунков, расположенных согласно заданному расположению, причем каждый эталонный рисунок кодирует некую часть информации, содержащейся в двухмерном закодированном рисунке. Согласно настоящему изобретению (двухмерный) эталонный рисунок кодирует соответствующий ему (уникальный) идентификационный номер. В этом примере эталонный рисунок (400) содержит 18 символов (S1, S2, ..., S18), которые расположены согласно конкретному расположению. Символы могут иметь любую форму, но в этом примере для простоты возможны только две формы овального типа. Эти символы используются для кодирования битов данных той части информации, которая должна быть закодирована в эталонном рисунке. Символы принадлежат

конечному набору символов, каждый символ в расположении позволяет кодировать данные согласно состоянию указанного символа. На фиг. 4В показан пример эталонного рисунка, в котором указаны состояния символов. В этом примере состояние символа S состоит в конкретном расположении только двух двумерных элементов, т. е. $E1$ и $E2$, в пределах символа S , причем каждый элемент E имеет соответствующее значение параметра $p(E)$. Параметр элемента $E1$ каждого состояния символа имеет положительное значение $p(E1)$, отличное от нулевого значения параметра другого элемента $E2$ указанного символа. Элементы $E2$, где значение параметра $p(E2) = 0$, не показаны на символах S согласно фиг. 4В (хотя они занимают соответствующий участок в пределах S), так как они соответствуют непечатному или «нейтральному» элементу (или «белый» элемент, например белая точка, изображенная на белой поверхности). Альтернативно, элемент $E2$ может быть представлен, например, перечеркнутой точкой. Эталонный рисунок, используемый в настоящем изобретении, может иметь только два типа элементов, имеющих отличающиеся положительные значения параметров: в данном случае элементы, соответствующие черным точкам, и элементы, соответствующие серым точкам. Конечно, допустимые значения параметров для отличающихся элементов обычно должны иметь только отличающиеся значения, но всегда возможно присвоить отличающиеся положительные значения отличающимся элементам типа $E1$ и нулевое значение нейтральному элементу $E2$ с помощью простого взаимно однозначного отображения, это всего лишь соглашение (неограничивающее). (Двухмерные) элементы $E1$ символа могут иметь любую форму, но в этом примере для простоты все они имеют одинаковую форму точек одинакового размера. Например, элемент $E1$ символа $S1$ показан как черная точка («черный элемент»), тогда как элемент $E1$ соседнего символа $S2$ показан как серая точка («серый элемент»), и соответственные значения их параметров отличаются друг от друга (и являются положительными), так что, например, $p(\text{черная точка } E1) > p(\text{серая точка } E1) > p(E2)=0$. Следовательно, в эталонном рисунке есть только два типа символов: символы с черной точкой, соответствующие «черным символам» (или «темным символам»), и символы с

серой точкой, соответствующие «серым символам» (или «светлым символам»). В примере, показанном на фиг. 4B, эталонный рисунок (400) имеет 18 символов из двух элементов (E1, E2) и, таким образом, может кодировать 18 бит данных.

[051] Для двумерного рисунка глубокой печати заданного цвета его модули глубокой печати могут иметь тона из заданной палитры тонов для этого цвета и образовывать конкретный рисунок линий глубокой печати. Согласно настоящему изобретению двумерный рисунок глубокой печати находится во взаимно однозначном соответствии с ассоциативным двумерным закодированным рисунком, и оба они кодируют одну и ту же информацию. Двумерный рисунок глубокой печати может содержать только один основной рисунок глубокой печати, но чаще всего он содержит множество основных рисунков глубокой печати, причем каждый основной рисунок глубокой печати кодирует некую часть информации, содержащейся в двумерном закодированном рисунке (и таким образом, в двумерном рисунке глубокой печати). Множество основных рисунков глубокой печати расположены в пределах двумерного рисунка глубокой печати таким образом, чтобы образовывать конкретный рисунок линий глубокой печати, соответствующий указанному двумерному рисунку глубокой печати. Согласно настоящему изобретению каждый основной рисунок глубокой печати двумерного рисунка глубокой печати находится во взаимно однозначном соответствии с ассоциативным эталонным рисунком двумерного закодированного рисунка, причем этот двумерный закодированный рисунок ассоциируется с указанным двумерным рисунком глубокой печати, и как основной рисунок глубокой печати, так и его ассоциативный эталонный рисунок кодируют одну и ту же часть информации, закодированной в двумерном рисунке глубокой печати. Эта часть информации соответствует уникальному идентификационному номеру, присвоенному этому эталонному рисунку. Кроме того, вследствие вышеупомянутого взаимно однозначного соответствия каждый основной рисунок глубокой печати принадлежит конечному набору основных рисунков глубокой печати (необходимых для кодирования информации). Соответственно, закодированная информация в каждом основном рисунке глубокой печати

двухмерного рисунка глубокой печати определяет идентификационный номер эталонного рисунка его ассоциативного эталонного рисунка.

[052] Согласно настоящему изобретению модуль глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати соответствует либо:

- двухмерному элементу (E1) символа эталонного рисунка двухмерного закодированного рисунка с положительным значением параметра ($p(E1) > 0$);
либо
- части линии глубокой печати, соответствующей линии, соединяющей два элемента (E1) с одинаковым положительным значением параметра ($p(E1)$), соответственно принадлежащих двум отличающимся смежным символам S_i и S_j ($i \neq j$) эталонного рисунка двухмерного закодированного рисунка, ассоциирующегося с двухмерным рисунком глубокой печати.

Например, в случае если двухмерный рисунок глубокой печати имеет синий цвет, а основной рисунок глубокой печати этого двухмерного рисунка глубокой печати имеет модули глубокой печати двух допустимых тонов - «темно-синий» и «голубой» (из палитры тонов синего цвета), ассоциативный эталонный рисунок основного рисунка глубокой печати (принадлежащего двухмерному закодированному рисунку, ассоциирующемуся с двухмерным рисунком глубокой печати) будет иметь символы, содержащие либо черную точку в качестве элемента E1 (например, соответствующую темно-синему тону), либо серую точку в качестве элемента E1 (тогда соответствующую голубому тону).

[053] На фиг. 4C показаны детали промежуточного этапа создания основного рисунка (430) глубокой печати, показанного отдельно в правой части фиг. 4C, начиная с эталонного рисунка (400) согласно фиг. 4A (показанного в левой части фиг. 4C). В этом примере для простоты соответственные тона модулей глубокой печати основного рисунка глубокой печати и элементов E1 его ассоциативного эталонного рисунка являются одинаковыми, т. е. черными и серыми. На самом деле, на фиг. 4C показан эталонный рисунок (400) в наложении на основной

рисунок (430) глубокой печати, чтобы ясно показать взаимно однозначное соответствие между ними (и с соответственными символами и их состояниями эталонного рисунка). Например, модуль (431) глубокой печати черного тона соответствует черному элементу E1 символа S1, модуль (432) глубокой печати серого тона соответствует линии глубокой печати, соответствующей линии, соединяющей два серых элемента E1 (с одинаковым положительным значением параметра), соответственно принадлежащих двум отличающимся смежным символам S2 и S15 эталонного рисунка (400), модуль (433) глубокой печати черного тона соответствует линии глубокой печати, соответствующей линии, соединяющей два черных элемента E1, соответственно принадлежащих двум отличающимся смежным символам S11 и S18 эталонного рисунка (400) (эта линия имеет форму перевернутой буквы Y), а модуль (434) глубокой печати серого тона представляет собой часть линии глубокой печати, которая соответствует одному серому элементу E1 символа S8 эталонного рисунка (400). Модули (431) и (432) глубокой печати образуют две части непрерывной линии глубокой печати. Таким образом, из вышеупомянутых правил соединения модулей для каждого допустимого эталонного рисунка можно построить ассоциативный основной рисунок глубокой печати, и соответствие между их идентификационными номерами (на практике они имеют один и тот же идентификационный номер, т. е. номер ассоциативного эталонного рисунка) однозначно определяет их взаимно однозначное соответствие.

[054] В верхней части фиг. 4D проиллюстрирован частичный вид примера двухмерного рисунка (450) глубокой печати, где показаны только два основных рисунка (430) и (440) глубокой печати, соответственно соответствующих (взаимно однозначно) двум эталонным рисункам (400) и (410) ассоциативного двухмерного закодированного рисунка (420), показанного в нижней части фиг. 4D. В примере, показанном на фиг. 1, защитная маркировка (100) содержит приблизительно 1400 двухмерных рисунков глубокой печати в таком же количестве ячеек, причем каждый двухмерный рисунок глубокой печати содержит 16 эталонных рисунков, причем каждый эталонный рисунок содержит 18 символов из двух элементов из двух возможных тонов. Как ясно видно на

двухмерном рисунке (450) глубокой печати, его модули глубокой печати образуют конкретный рисунок из линий глубокой печати (подобно взаимосвязанным ветвям графика, образующим непрерывный путь). В варианте вышеупомянутого примера (не показан) двухмерный рисунок глубокой печати может также содержать дискретные модули глубокой печати (т. е. не соединенные с другими модулями глубокой печати таким образом, чтобы образовывать непрерывную линию глубокой печати).

[055] Двухмерный рисунок глубокой печати, как, например схематически проиллюстрированный на фиг. 4D, или защитная маркировка (100), показанная на фиг. 1, получен путем использования гравированной формы для машины для глубокой печати (не показана), причем указанная гравированная форма содержит канавки переменной глубины, выполненные с возможностью приема краски для глубокой печати для печати на поверхности подложки указанного двухмерного рисунка глубокой печати. Вариации глубины обеспечивают печатные линии глубокой печати соответствующей переменной высоты, что придает линиям многотонный характер.

[056] Переменная глубина гравюры и конкретное расположение гравированных канавок переменной глубины гравюры на гравированной форме позволяют после соответствующей заливки краской для глубокой печати печатать на поверхности подложки двухмерный рисунок глубокой печати, имеющий цвет краски для глубокой печати и содержащий множество модулей глубокой печати, образующих конкретный рисунок линий глубокой печати, соответствующих канавкам, закатанных краской, причем каждый модуль глубокой печати имеет тон указанного цвета: этот тон принадлежит палитре тонов, состоящей из множества отличающихся эталонных тонов цвета (в диапазоне от более темного тона к более светлому тону), что соответствует отличающимся глубинам гравюр канавок на форме для глубокой печати. Выбор краски для глубокой печати и вариаций глубины канавок таков, что разница ΔE^* индекса цвета Международной комиссии CIE между любыми двумя последовательными тонами палитры тонов превышает или равна 2,0 (что можно обнаружить с

помощью простого смартфона) и позволяет печатать двухмерный рисунок глубокой печати на поверхности, на которой ширина ε линии глубокой печати превышает 20 мкм и составляет менее или равна 50 мкм.

[057] Вышеупомянутую гравированную форму можно использовать в машине для глубокой печати для осуществления двухмерной глубокой печати согласно настоящему изобретению. Таким образом, пример получения двухмерного рисунка глубокой печати защитной маркировки, предназначенной для нанесения на поверхность подложки, включает следующие операции:

- генерирования двухмерного закодированного рисунка (420), содержащего 16 эталонных рисунков, в частности два эталонных рисунка (400) и (410), путем кодирования соответствующей части принятой информации (т.е. их соответственных идентификационных номеров) в указанные два эталонных рисунка (400, 410), принадлежащих конечному набору из 16 эталонных рисунков, образующих двухмерный закодированный рисунок, причем каждый эталонный рисунок включает конкретное расположение множества символов, принадлежащих конечному набору символов, причем каждый символ в расположении позволяет кодировать данные согласно состоянию указанного символа;

- причем состояние символа состоит из конкретного расположения первого двухмерного элемента E1 и второго отличающегося двухмерного элемента E2 в пределах символа, причем каждый элемент E имеет соответствующее значение параметра $p(E)$, причем параметр первого элемента E1 имеет положительное значение, отличное от нулевого значения параметра второго элемента E2;

- причем каждый эталонный рисунок содержит только темные символы (например, эталонный рисунок (400) имеет темные символы S1, S3, S5, S7, S9, S11, S13, S15 и S18) и светлые символы (S2, S4, S6, S8, S10, S12, S14, S16 и S17), причем значение параметра первого элемента темного символа соответствует более темному тону из ассоциативной пары допустимых тонов (например, это значение параметра обозначает первый элемент E1, представляющий собой

черную точку), выбранных из палитры тонов, состоящей из множества отличающихся эталонных тонов цвета, ассоциирующегося с двухмерным закодированным рисунком (т. е. цветом двухмерного рисунка глубокой печати, подлежащего печати), а значение параметра первого элемента светлого символа соответствует более светлому тону из указанной ассоциативной пары допустимых тонов (например, это значение параметра обозначает первый элемент E1, представляющий собой серую точку);

- причем получаемый двухмерный рисунок (450) глубокой печати находится во взаимно однозначном соответствии со сгенерированным двухмерным закодированным рисунком (420) и кодирует одну и ту же информацию, а также содержит множество модулей глубокой печати, причем каждый модуль глубокой печати имеет тон указанного ассоциативного цвета, причем тон модуля глубокой печати выбран из палитры тонов;

- причем двухмерный рисунок глубокой печати содержит два основных рисунка (430) и (440) глубокой печати, причем каждый основной рисунок глубокой печати кодирует некую часть указанной информации и находится во взаимно однозначном соответствии с ассоциативным эталонным рисунком (соответственно, 400 и 410) двухмерного закодированного рисунка (420);

- причем каждый основной рисунок глубокой печати содержит только модули глубокой печати, тона которых принадлежат паре допустимых тонов ассоциативного эталонного рисунка (в этом примере согласно фиг. 4, двумя допустимыми тонами являются черный и серый, т. е. те же тона, что и для эталонного рисунка);

- причем модуль глубокой печати двухмерного рисунка (450) глубокой печати, ассоциирующегося со сгенерированным двухмерным закодированным рисунком (420), соответствует либо

первому элементу символа эталонного рисунка двухмерного закодированного рисунка (например, темному элементу E1 символа S1 эталонного рисунка 400); либо

части линии глубокой печати, соответствующей линии, соединяющей два элемента с одинаковым положительным значением параметра p , соответственно принадлежащих двум отличающимся смежным символам эталонного рисунка двухмерного закодированного рисунка (например, части (432) линии глубокой печати основного рисунка (430) глубокой печати, связывающей серые элементы E1 смежных символов S2 и S15 эталонного рисунка (400));

(ii) гравировки формы машины для глубокой печати с переменной глубиной гравюры, выполненной с возможностью приема краски для глубокой печати цвета двухмерного рисунка (450) глубокой печати и воспроизведения модулей глубокой печати согласно сгенерированному двухмерному закодированному рисунку (420)); и

(iii) заливки формы краской для глубокой печати и использования формы, залитой краской, в машине для глубокой печати для печати на поверхности подложки соответствующего двухмерного рисунка (450) глубокой печати.

[058] На фиг. 5 представлена блок-схема, на которой проиллюстрирован пример способа декодирования двухмерного рисунка глубокой печати согласно настоящему изобретению с помощью смартфона, оснащенного камерой, процессором, памятью и датчиком света RGB («красный-зеленый-синий»). Процессор выполнен с возможностью (т.е. специально запрограммирован) осуществления операций обработки изображений и операций декодирования цифрового изображения подлинного двухмерного рисунка глубокой печати для извлечения информации, закодированной в двухмерном рисунке глубокой печати. Подлинный двухмерный рисунок глубокой печати, рассматриваемый для иллюстрации операций декодирования, изображен на фиг. 4D. Этот подлинный двухмерный рисунок (450) глубокой печати просто содержит два основных рисунка (430, 440) глубокой печати, причем каждый основной рисунок (430, 440)

глубокой печати включает множество модулей глубокой печати, образующих (известный) рисунок линий глубокой печати, характерных для двухмерного рисунка (450) глубокой печати. Каждый основной рисунок (430, 440) глубокой печати содержит только модули глубокой печати двух допустимых отличающихся тонов (темные и серые), соответствующих допустимой паре тонов {темный, серый}, т. е. темные модули (черным цветом) и серые модули. Эти темные и серые тона эталонных рисунков на самом деле обычно обозначают два отличающихся тона заданного цвета, например, соответственно темно-синего и средне-синего тонов, двухмерного рисунка глубокой печати, цвет которого синий. В качестве примера, для всех модулей глубокой печати цветовая разница ΔE^* Международной комиссии CIE между этими двумя тонами соответствует $\Delta E^* \geq 2,5$. Ширина ϵ линий глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати составляет приблизительно 30 мкм (± 2 мкм).

[059] Датчик света RGB камеры выполнен с возможностью обнаружения цвета модулей глубокой печати, образующих подлинный рисунок глубокой печати, и вышеупомянутых двух отличающихся тонов из палитры тонов, например, {темно-синего, средне-синего} синего цвета, для получения цифрового изображения двухмерного рисунка глубокой печати. Двухмерный рисунок (450) глубокой печати находится во взаимно однозначном соответствии с ассоциативным двухмерным закодированным рисунком (420), и каждый основной рисунок (430, 440) глубокой печати находится во взаимно однозначном соответствии, соответственно, с каждым из эталонных рисунков (400, 410), образующих указанный двухмерный закодированный рисунок (420). Идентификационные номера основных рисунков глубокой печати совпадают с идентификационными номерами соответствующих (ассоциативных) эталонных рисунков (соответственно закодированными в этих эталонных рисунках). Согласно настоящему изобретению, чтобы декодировать информацию, закодированную в двухмерный рисунок глубокой печати, необходимо сначала обнаружить на цифровом изображении двухмерного рисунка глубокой печати, снятом камерой, модули глубокой печати, которые образуют двухмерный рисунок глубокой печати, а затем верифицировать, что

обнаруженные модули глубокой печати находятся во взаимно однозначном соответствии с темными и серыми элементами расположения символов ассоциативного двухмерного закодированного рисунка. Согласно настоящему изобретению правила отображения для установления взаимно однозначного соответствия между обнаруженным модулем глубокой печати и состояниями символов двухмерного закодированного рисунка заключаются в том, что модуль глубокой печати подлинного двухмерного рисунка глубокой печати может соответствовать только либо

- элементу символа эталонного рисунка двухмерного закодированного рисунка с положительным значением параметра (в данном случае, соответствующему темному элементу или серому элементу); либо

- части линии глубокой печати, соответствующей линии, соединяющей два элемента с одинаковым положительным значением параметра p (в данном случае, соединяющей два темных элемента или два серых элемента), соответственно принадлежащих двум отличающимся смежным символам эталонного рисунка двухмерного закодированного рисунка.

В памяти смартфона хранится конечный набор допустимых эталонных рисунков, образующих известный двухмерный закодированный рисунок, ассоциирующийся с известным подлинным двухмерным рисунком глубокой печати.

[060] Чтобы обнаружить на цифровом изображении двухмерного рисунка глубокой печати модули глубокой печати, которые образуют двухмерный рисунок глубокой печати, процессор осуществляет операцию обработки изображений над полученным цифровым изображением, заключающуюся в использовании подвижного окна, имеющего размер основного рисунка глубокой печати, которое сдвигается относительно цифрового изображения для последовательного сканирования полного цифрового изображения (см. также «окно анализа» в цитированном документе EP 2780865 B1 и, например, пункт 12 формулы изобретения). В каждом положении окна на цифровом изображении

интенсивности RGB (в данном случае, просто суммируются соответственные интенсивности красного, зеленого и синего компонентов) пикселей в пределах окна анализируются для обнаружения присутствия отличающихся групп пикселей двух разных тонов: эти обнаруженные группы пикселей соответствуют соответственным цифровым изображениям набора модулей глубокой печати двух разных тонов. На практике динамический диапазон цифрового изображения определяется по значениям тонов, измеренным датчиком RGB, и осуществляется проверка на предмет того, что разница измеренных значений тонов любых двух модулей глубокой печати действительно превышает по меньшей мере 1% определенного динамического диапазона. Таким образом, эти модули глубокой печати (на самом деле, соответствующие им группы пикселей), обнаруженные через окно, имеют два отличающихся тона: более темный тон и более светлый тон.

[061] Каждый раз, когда через окно обнаруживается набор модулей глубокой печати, процессор проверяет, могут ли, соответственно, эти группы пикселей быть отображены во взаимно однозначном соответствии на один из допустимых эталонных рисунков, сохраненных в памяти и соответствующих основному рисунку глубокой печати подлинного двухмерного рисунка глубокой печати: группы пикселей предварительно отображаются согласно вышеупомянутым правилам отображения на двухмерных элементах E1 символов потенциального эталонного рисунка, выбранных из сохраненного набора эталонных рисунков, образующих двухмерный закодированный рисунок. В случае если такое отображение возможно, соответствующий потенциальный эталонный рисунок декодируется, и его идентификационный номер извлекается (также давая идентификационный номер ассоциативного потенциального основного рисунка глубокой печати). Затем проверяется достоверность потенциального эталонного рисунка, а также соответствующего основного рисунка глубокой печати, и эти достоверности сохраняются в памяти относительно декодированного идентификационного номера потенциального эталонного рисунка. В случае неудачного предварительного отображения, потенциальный эталонный рисунок отклоняется, и рассматривается новый потенциальный эталонный рисунок для

соответствующего нового предварительного отображения (и новой дополнительной проверки), пока не будут протестированы все допустимые эталонные рисунки, сохраненные в памяти. В случае, если нельзя подтвердить достоверность ни одного из возможных потенциальных эталонных рисунков, окно перемещается (сдвигается) относительно цифрового изображения в направлении нового местоположения, и вышеупомянутые операции повторяются процессором до тех пор, пока все цифровое изображение не будет просканировано через окно.

[062] Очевидно, что если нельзя подтвердить достоверность ни одного из потенциальных эталонных рисунков после сканирования полного цифрового изображения, сформированное изображение двухмерный рисунок глубокой печати соответствует либо (сильно) поврежденному подлинному двухмерному рисунку глубокой печати, либо поддельному двухмерному рисунку глубокой печати. Вышеупомянутые операции обобщены на блок-схеме согласно фиг. 5, относящейся к примеру варианта осуществления декодирования согласно настоящему изобретению, где:

- на этапе 500 декодирование начинают для заданного двухмерного рисунка глубокой печати (напечатанного на поверхности подложки, например, защищенного документа);
- на этапе 510 изображение двухмерного рисунка глубокой печати формируют с помощью камеры смартфона и полученное цифровое изображение сохраняют в памяти;
- на этапе 520 выбирают потенциальный эталонный рисунок из набора сохраненных эталонных рисунков;
- на этапе 530 группы пикселей, соответственно, предварительно отображают согласно правилам отображения на черных элементах символов потенциального эталонного рисунка и на серых элементах символов потенциального эталонного

рисунка, и если такое отображение возможно (Y), осуществляют следующий этап 540, или если отображение невозможно (N), осуществляют этап 560;

- на этапе 540 декодируют соответствующий потенциальный эталонный рисунок и извлекают его идентификационный номер (также давая идентификационный номер соответствующего потенциального основного рисунка глубокой печати);

- на этапе 550 проверяют достоверность потенциального эталонного рисунка и соответствующего основного рисунка глубокой печати, и эти достоверности сохраняют в памяти относительно декодированного идентификационного номера потенциального эталонного рисунка;

- на этапе 560 отклоняют потенциальный эталонный рисунок, и новый потенциальный эталонный рисунок рассматривают как соответствующий новому предварительному отображению (и новой дополнительной проверке) на этапе 520, если все возможные потенциальные эталонные рисунки из допустимых эталонных рисунков, сохраненных в памяти, еще не тестировали («Y»), и если, наоборот, все возможные потенциальные эталонные рисунки из допустимых эталонных рисунков, сохраненных в памяти, уже тестировали («N»), осуществляют этап 570;

- на этапе 570, если сканируют все цифровое изображение, осуществляют этап 580 («Y»), если нет («N»), окно перемещают (сдвигают) относительно цифрового изображения в новое местоположение, и вышеупомянутые операции из этапа 520 повторяют с помощью процессора;

- на этапе 580 прекращают операции.

[063] Существует много возможностей для проверки взаимно однозначного соответствия между (пикселями) модулями глубокой печати в пределах окна и двухмерными элементами символов (потенциального) эталонного рисунка согласно правилам отображения. Например, можно использовать сетку выборки, соответствующую расположению символов, включая участки, занятые соответствующими им двухмерными элементами E1, (потенциального)

эталонного рисунка и расположенные в пределах окна (путем обработки изображений процессором). Затем можно обнаружить с помощью сетки пиксели, относящиеся к каждому модулю глубокой печати, которые содержатся в пределах участков двумерных элементов E1 соответствующих символов (потенциального) эталонного рисунка. Как проиллюстрировано на фиг. 4А, сетка выборки в пределах окна на самом деле представляет собой «сетку», образованную соответствующими границами символов, соответствующих (потенциальному) эталонному рисунку, после того как эталонный рисунок был масштабирован с размером окна: группы пикселей, относящиеся к модулю глубокой печати, затем могут быть непосредственно (предварительно) расположены в пределах символов, и проверка того, полностью или только частично указанная группа пикселей расположена в пределах символа в местоположении, соответствующем местоположению элемента E1 символа, является простой с помощью обработки изображений. Следующий критерий можно использовать в случае частичного расположения группы пикселей в пределах символа: например, если более четверти указанных пикселей находятся в пределах границы символа, но вне участка в пределах символа, соответствующего символу элемента E1, эта группа пикселей (и, таким образом, соответствующий обнаруженный модуль глубокой печати) считается не соответствующей элементу E1 символа.

[064] Согласно настоящему изобретению двумерный рисунок глубокой печати защитной маркировки можно аутентифицировать, после декодирования, например, с помощью смартфона, используемого для декодирования (см. выше), путем как верификации многотонного характера указанного двумерного рисунка глубокой печати, так и определения того, что ошибка совмещения между его различными модулями глубокой печати, которые соединены между собой с образованием рисунка линий глубокой печати, находится ниже заданного небольшого значения (например, 10 мкм и предпочтительно 5 мкм), даже если типичная ширина линии глубокой печати указанного двумерного рисунка глубокой печати превышает 20 мкм (и составляет менее или равна 50 мкм). Характерной особенностью аутентификации двумерного рисунка

глубокой печати согласно настоящему изобретению является синергия, существующая между операциями декодирования двухмерного рисунка глубокой печати, верификации его многотонного характера и определения того, будет ли ошибка совмещения между различными частями его конкретного рисунка линий глубокой печати ниже заданного порогового значения. Действительно, декодирование модулей глубокой печати основного рисунка глубокой печати вместе с крошечными сдвигами, осуществляемыми вокруг их положений на стадии декодирования на цифровом изображении указанного основного рисунка глубокой печати по отношению к «сетке» выборки, образованной расположением символов ассоциативного эталонного рисунка, чтобы максимизировать (в среднем) разницу значений тонов между элементами E1 и E2 символов сетки, обеспечивает надежную и точную оценку ошибки совмещения между модулями глубокой печати отличающихся тонов, что позволяет легко обнаружить любую поддельную маркировку, полученную, в частности, с помощью многотонной офсетной печати, даже с помощью простого смартфона.

[065] На фиг. 6А проиллюстрирован пример основного рисунка (600) глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати (не показан), что содержит множество основных рисунков глубокой печати, и его ассоциативного эталонного рисунка (610) двухмерного закодированного рисунка (не показан), ассоциирующегося с двухмерным рисунком глубокой печати согласно настоящему изобретению. Как видно выше, на стадии декодирования основного рисунка (600) глубокой печати (приблизительно) устанавливается отображение между обнаруженными группами пикселей, соответствующими модулям глубокой печати (обычно представлено по меньшей мере 3 пикселя на модуль), и состояниями символов, принадлежащих эталонному рисунку. Однако это отображение не обязательно является «идеальным», как проиллюстрировано на фиг. 6С, где обнаруженные группы пикселей на цифровом изображении основного рисунка глубокой печати при наложении на расположение символов (где участки их элементов E1 и E2 показаны пунктирными линиями) сетки (615) выборки, соответствующей эталонному рисунку (610), показанному на фиг. 6В

(соответствующему эталонному рисунку на фиг. 4А), после масштабирования могут частично перекрывать указанные границы символов. Очевидно, что определенные группы пикселей не идеально накладываются на участки двухмерных элементов (темных или серых) эталонного рисунка. Например, пиксели, относящиеся к темному модулю глубокой печати, соответствующему темному элементу E1 символа S7 на фиг. 6С, частично сдвинуты от символа S7 (тем не менее, правильное состояние символа S7 можно извлечь из пикселей, расположенных в пределах участка элемента E1). Это означает, что измеренная разница тонов для символа (например, S7) сетки выборки между пикселями цифрового изображения в окне, соответствующем элементу E1 символа и нейтральному элементу E2, т. е. между пикселями, соответственно расположенными в пределах участков, соответствующих элементам E1 и E2 символа, не достигнет стандартного значения (некоторая потеря интенсивности света происходит из-за сдвига пикселей за пределы символа). Стандартное значение достигается, когда группа пикселей, соответствующая E1, хорошо («идеально») располагается в пределах символа. Тем не менее, отображение все же может быть получено, поскольку на участке элемента E1 в символе все еще есть некоторые пиксели (и, следовательно, разница значений параметров между E1 и E2 символа все еще существует), и основной рисунок глубокой печати можно декодировать.

[066] На фиг. 6С проиллюстрирован случай основного рисунка глубокой печати, который был декодирован, хотя его обнаруженные модули глубокой печати не идеально наложены на символы ассоциативного эталонного рисунка. Соответствующие положения модулей глубокой печати на самом деле являются положениями групп пикселей, обнаруженных путем обработки изображений на цифровом изображении, соответствующем модулям глубокой печати. Они расположены в пределах символов. Как объяснялось выше, действительно возможно, что основной рисунок глубокой печати может быть декодирован, пока его модули глубокой печати не находятся в совмещении: например, некоторые пиксели могут находиться за границей участка элемента символа, хотя большинство пикселей каждой группы пикселей, соответствующих

соответственным модулям глубокой печати, правильно расположены в пределах участков элементов соответствующих символов ассоциативного эталонного рисунка (состояния правильно идентифицированы), и, таким образом, декодирование основного рисунка глубокой печати все еще возможно. Далее эти положения декодирования рассматриваются как исходные положения групп пикселей на цифровом изображении или, короче говоря, исходные положения обнаруженных модулей глубокой печати.

[067] Чтобы верифицировать многотонный характер декодированного основного рисунка глубокой печати, т. е. достоверного основного рисунка глубокой печати, как объяснено выше, с помощью смартфона осуществляют следующие операции, при этом местоположения на цифровом изображении достоверных основных рисунков глубокой печати и соответствующие им идентификационные номера ассоциативных достоверных эталонных рисунков хранятся в памяти:

- определение на основе идентификационного номера ассоциативного достоверного эталонного рисунка (полученного при декодировании) его допустимой пары отличающихся тонов $\{T_a, T_b\}$ (сохраненных в памяти);
- измерение на цифровом изображении значения напечатанного тона каждого модуля глубокой печати достоверного основного рисунка глубокой печати; например, путем измерения с помощью датчика света RGB смартфона компонентов RGB соответствующих пикселей, обнаруженных с помощью вышеупомянутой сетки выборки, соответствующей ассоциативному достоверному эталонному рисунку, на участках элементов E1 символов;
- определение динамического диапазона цифрового изображения достоверного основного рисунка глубокой печати для допустимой пары тонов из измеренных значений тонов (в данном случае динамический диапазон представляет собой разницу между самым высоким измеренным значением тона и самым низким измеренным значением тона);

- проверку того, соответствует ли разница измеренных средних значений тонов модулей глубокой печати условию, что она превышает по меньшей мере 1% динамического диапазона, и,
- в случае если условие удовлетворено, принятие решения о том, что достоверный основной рисунок глубокой печати имеет указанный многотоновый характер,
- в случае если условие не удовлетворено, принятие решения о том, что достоверный основной рисунок глубокой печати не имеет указанного многотонного характера, и не является подлинным.

Более точно, вышеупомянутая разница рассчитывается следующим образом:

- во-первых, среднее значение напечатанного тона $\langle T_a \rangle$ модулей глубокой печати достоверных основных рисунков глубокой печати, соответствующее допустимому тону T_a , вычисляют как среднее значение измеренных значений напечатанных тонов модулей глубокой печати, соответствующее допустимому тону T_a . Также, среднее значение напечатанного тона $\langle T_b \rangle$ модулей глубокой печати достоверных основных рисунков глубокой печати, соответствующее допустимому тону T_b , вычисляют как среднее значение измеренных значений напечатанных тонов модулей глубокой печати, соответствующее допустимому тону T_b . Затем:
- вычисляют разницу между вычисленными средними значениями напечатанных тонов $\langle T_a \rangle$ и $\langle T_b \rangle$, и
- проверяют для каждой допустимой пары тонов $\{T_a, T_b\}$, соблюдается ли критерий многотонности, согласно которому разница между вычисленными средними значениями напечатанных тонов $\langle T_a \rangle$ и $\langle T_b \rangle$ превышает 1% динамического диапазона.

Таким образом, достоверные основные рисунки глубокой печати, не имеющие многотонного характера, отклоняются, а двухмерный рисунок глубокой печати не считается подлинным.

[068] После установления многотонного характера достоверных основных рисунков глубокой печати, можно начинать определение ошибки совмещения на основе этих достоверных основных рисунков глубокой печати (местоположения которых на цифровом изображении хранятся в памяти смартфона). Например, принимая во внимание (достоверный) основной рисунок глубокой печати, как проиллюстрировано на фиг. 6С, который был декодирован и имеет явно многотонный характер, этот достоверный основной рисунок глубокой печати, имеющий соответствующую пару допустимых тонов $\{T_a, T_b\}$ (в данном случае темный и серый), наблюдается через сетку (615) выборки соответствующего ассоциативного достоверного эталонного рисунка (см. фиг. 6В), расположенного в пределах окна (и масштабированного в пределах окна), в местоположении на цифровом изображении указанного достоверного основного рисунка глубокой печати (сохраненного в памяти), и процессор смартфона осуществляет операции:

(1) измерения в пределах окна через расположение символов с соответственными участками их двухмерных элементов E1 и E2, соответствующих указанному достоверному эталонному рисунку, значений напечатанных тонов модулей глубокой печати достоверного основного рисунка глубокой печати на основе пикселей цифрового изображения, которые расположены в соответственных участках элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки. Измерение значения тона получают из суммы соответственных компонентов интенсивности R, G и B (красный, зеленый и синий) обнаруженных пикселей. Это измерение обеспечивает исходные (т. е. из положений пикселей, соответствующих пикселям на стадии декодирования) значения тонов, присвоенные соответственным элементам E1 и E2 символов достоверного эталонного рисунка, ассоциирующегося с достоверным основным рисунком глубокой печати. Затем для каждого символа сетки выборки вычисляют разницу между исходным значением тона, присвоенным элементу E1, и исходным

значением тона, присвоенным элементу E2, с помощью процессора для получения исходного значения тона дифференциального символа для каждого символа сетки выборки (т. е. соответствующего эталонного рисунка), и полученные исходные значения тонов дифференциальных символов, присвоенные элементам символов достоверного эталонного рисунка (соответствующего паре тонов $\{T_a, T_b\}$), сохраняют в памяти смартфона. Можно считать, что эти сохраненные исходные значения тонов дифференциальных символов на самом деле соответствуют нулевому сдвигу. Затем для каждого из двух допустимых тонов $\{T_a, T_b\}$ достоверного эталонного рисунка получают соответствующую сумму нулевого сдвига путем суммирования исходных значений тонов дифференциальных символов для всех символов сетки выборки (т. е. достоверного эталонного рисунка), соответствующей, соответственно, тону T_a и тону T_b , и полученную сумму нулевого сдвига для допустимого тона T_a и сумму нулевого сдвига для допустимого тона T_b сохраняют в памяти.

(2) сдвига на по меньшей мере один размер пикселя путем обработки изображений цифрового изображения с помощью процессора назад и вперед вдоль каждого из множества отличающихся направлений (см. фиг. 6D-E, для вертикального направления, где движение вперед соответствует верхней части, как на фиг. 6D, а движение назад соответствует нижней части, как на фиг. 6E) относительно цифрового изображения (в этом примере есть только два направления: вертикальное и горизонтальное), причем пиксели цифрового изображения расположены в пределах соответственных участков элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки, первый элемент E1 которой соответствует допустимому тону T_a для получения соответствующих сдвинутых пикселей, имеющих сдвинутые положения относительно элементов символов сетки выборки (см. фиг. 6C); на самом деле, все пиксели в пределах окна сдвинуты в блоке вдоль направления, путем обработки изображений: следовательно, пиксели, которые изначально находились в пределах участка элемента E1 или E2, сдвинуты в блоке, а (новые) сдвинутые пиксели цифрового изображения, которые находятся в пределах участка E1 или E2 (соответственно),

используются для измерения нового значения тона в этом участке. В качестве примечания можно было бы сказать, что окно вместе с сеткой выборки было сдвинуто в противоположном направлении по направлению относительно цифрового изображения.

- измерения через сетку выборки, соответственно, для сдвига назад и сдвига вперед вдоль каждого направления (т. е. есть два сдвига на направление), соответствующих сдвинутых назад и сдвинутых вперед значений тонов, присвоенных соответственным элементам E1 и E2 символов сетки выборки, первый элемент E1 которой соответствует допустимому тону T_a , из сдвинутых пикселей цифрового изображения, которые расположены в пределах соответственных участков элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки (первый элемент которой соответствует допустимому тону T_a), и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов. Например, при использовании указанной сетки выборки символов, как только пиксели модуля глубокой печати сдвигаются со своих исходных положений в пределах символа, только часть указанных пикселей, возможно, остается расположенной в пределах участка элемента E1 символа, эти оставшиеся пиксели используются для определения нового значения тона (сдвинутого значения тона) для этого элемента символа.

- вычисления, для каждого сдвига, и для каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_a , разницы между сдвинутым значением тона, присвоенным элементу E1, и сдвинутым значением тона, присвоенным элементу E2, для получения соответствующих сдвинутых значений тонов дифференциальных символов (т. е. δ = значение тона, присвоенное E1 – значение тона, присвоенное E2), и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов дифференциальных символов, присвоенных элементам символов достоверного эталонного рисунка (первый элемент которого соответствует допустимому тону T_a);

- для каждого сдвига, суммирования вычисленных сдвинутых значений тонов дифференциальных символов всех символов сетки выборки, соответствующей

допустимому тону T_a , для получения соответствующей суммы сдвига достоверного эталонного рисунка для допустимого тона T_a ;

- выбора наилучшего сдвига, для допустимого тона T_a , соответствующего наибольшей вычисленной суммы сдвига среди вычисленных сумм сдвига (в этом примере есть четыре суммы сдвига) и суммы нулевого сдвига, для достоверного эталонного рисунка. Таким образом, возможно, что наилучший сдвиг для допустимого тона T_a на самом деле соответствует нулевому сдвигу, если сумма нулевого сдвига для допустимого тона T_a имеет наибольшее значение. Это позволяет на самом деле выбрать сдвиг, обеспечивающий наилучшее совпадение пикселей модулей глубокой печати с элементами $E1$ соответствующих символов. А затем,

- после повторения вышеупомянутых операций для каждого из достоверных основных рисунков глубокой печати, образующих двухмерный рисунок глубокой печати (и имеющих соответствующую пару допустимых тонов $\{T_a, T_b\}$), вычисления глобального сдвига Δ_a для двухмерного рисунка глубокой печати путем определения среднего значения всех выбранных наилучших сдвигов, для допустимого тона T_b , по достоверным эталонным рисункам, ассоциирующимся с соответственными достоверными основными рисунками глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, имеющего соответствующую пару допустимых тонов $\{T_a, T_b\}$. Таким образом, добавляются только наилучшие сдвиги для достоверных эталонных рисунков, а затем делятся на количество указанных достоверных эталонных рисунков, чтобы получить глобальный сдвиг для двухмерного рисунка глубокой печати.

(3) сдвига на по меньшей мере один размер пикселя, назад и вперед вдоль каждого из указанного множества отличающихся направлений относительно цифрового изображения, пикселей цифрового изображения, расположенных в пределах соответственных участков элементов $E1$ и $E2$ каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , для

получения соответствующих сдвинутых пикселей, имеющих сдвинутые положения относительно сетки выборки;

- измерения через сетку выборки, соответственно, для сдвига назад и сдвига вперед вдоль каждого направления, соответствующих сдвинутых назад и сдвинутых вперед значений тонов, присвоенных соответственным элементам E1 и E2 символов сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , из сдвинутых пикселей цифрового изображения, расположенных в пределах соответственных участков элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов;

- вычисления, для каждого сдвига, для каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , разницы между сдвинутым значением тона, присвоенным элементу E1, и сдвинутым значением тона, присвоенным элементу E2, для получения соответствующих сдвинутых значений тонов дифференциальных символов, и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов дифференциальных символов, присвоенных элементам символов достоверного эталонного рисунка, первый элемент которого соответствует допустимому тону T_b ;

- для каждого сдвига, суммирования вычисленных сдвинутых значений тонов дифференциальных символов всех символов сетки выборки, соответствующей допустимому тону T_b , для получения соответствующей суммы сдвига достоверного эталонного рисунка для допустимого тона T_b ;

- выбора наилучшего сдвига, для допустимого тона T_b , соответствующего наибольшей вычисленной суммы сдвига среди вычисленных сумм сдвига и суммы нулевого сдвига, для достоверного эталонного рисунка; а затем,

- после повторения вышеупомянутых операций для каждого из достоверных основных рисунков глубокой печати, образующих двухмерный рисунок

глубокой печати (и имеющих соответствующую пару допустимых тонов $\{T_a, T_b\}$), вычисления глобального сдвига Δ_b для двухмерного рисунка глубокой печати путем определения среднего значения всех выбранных наилучших сдвигов, для допустимого тона T_b , по достоверным эталонным рисункам, ассоциирующимся с соответственными достоверными основными рисунками глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, имеющего соответствующую пару допустимых тонов $\{T_a, T_b\}$. В результате операций (1)–(3), осуществляемых над всеми достоверными основными рисунками глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати (для пары допустимых тонов $\{T_a, T_b\}$), получают набор точек, в пространстве сдвигов вдоль каждого из указанного множества направлений, координат $(\Delta_a, \Delta_b)_1, (\Delta_a, \Delta_b)_2, \dots$

(4) осуществления вышеупомянутых операций (1-3) для каждой оставшейся пары допустимых тонов $\{T_{a'}, T_{b'}\}$ из пар допустимых тонов сохраненных достоверных основных рисунков глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, для получения соответствующих пар глобальных сдвигов $(\Delta_{a'}, \Delta_{b'})$, и сохранения в памяти указанных пар глобальных сдвигов. В результате операций (1)–(4), осуществляемых над всеми достоверными основными рисунками глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати (для пары допустимых тонов $\{T_a, T_b\}$), получают набор точек, в пространстве сдвигов вдоль каждого из указанного множества направлений, координат $(\Delta_{a'}, \Delta_{b'})_1, (\Delta_{a'}, \Delta_{b'})_2, \dots$

(5) оценки значения ошибки совмещения $r(a, b)$ для модулей глубокой печати, соответствующих любой допустимой паре тонов $\{T_a, T_b\}$ всех достоверных основных рисунков глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати как $r(a, b) = \lambda/f (\Delta_a^2 + \Delta_b^2)^{1/2}$, где λ — размер пикселя цифрового изображения в мкм, и f — масштабный коэффициент цифрового изображения. Таким образом, для точек $(\Delta_a, \Delta_b)_1, (\Delta_a, \Delta_b)_2, \dots$ в пространстве сдвигов, соответствующих паре допустимых тонов $\{T_a, T_b\}$, есть соответствующие ошибки совмещения $r_1(a, b), r_2(a, b), \dots$. Затем процессор решает, что двухмерный рисунок глубокой печати является подлинным, только если каждое значение ошибки совмещения $r_1(a, b),$

$r_2(a, b), \dots$, для каждой допустимой пары тонов $\{T_a, T_b\}$, соответственных достоверных основных рисунков глубокой печати двумерного рисунка глубокой печати составляет ≤ 10 мкм (предпочтительно менее или равно 5 мкм).

[069] Вышеупомянутые операции сдвига положений на цифровом изображении модулей глубокой печати достоверного основного рисунка глубокой печати от их исходных положений на стадии декодирования указанного основного рисунка глубокой печати к их сдвинутым положениям, чтобы измерить символ за символом получающиеся в результате разницы между измеренными значениями напечатанных тонов, проиллюстрированы на фиг. 6D-E. Для упрощения рассматриваются только два направления сдвига: вертикальное направление и горизонтальное направление на цифровом изображении. Начиная с исходных положений модулей глубокой печати на цифровом изображении (т. е. исходных положений пикселей на цифровом изображении, соответствующих обнаруженным модулям глубокой печати на стадии декодирования) достоверного основного рисунка глубокой печати согласно фиг. 6C, сдвиг вперед в вертикальном направлении модулей глубокой печати, соответствующих более темному тону, представлен на фиг. 6D, а сдвиг назад в указанном направлении модулей глубокой печати, соответствующих более темному тону, представлен на фиг. 6E. Как видно из этих двух фигур, сумма сдвига для указанного вертикального направления (и для модулей глубокой печати более темного тона), имеющая наибольшее значение, соответствует сдвигу назад, представленному на фиг. 6E, где большинство «темных» модулей глубокой печати лучше вписываются в положение с положениями элементов E1 (черного цвета) в символах достоверного эталонного рисунка, ассоциирующегося с достоверным основным рисунком глубокой печати согласно фиг. 6C. Вышеупомянутые сдвига вперед и назад (более темных модулей глубокой печати) повторяются, но на этот раз для горизонтального направления, как показано на соответствующих фиг. 6F и фиг. 6G, соответственно. Судя по этим двум фигурам, суммы сдвига для указанного горизонтального направления (и для модулей глубокой печати более темного тона), при рассмотрении всех «темных» символов, соответственные сдвиги

вперед и назад дадут суммы сдвига, значения которых меньше вышеупомянутой суммы сдвига, относящейся к фиг. 6E. Следовательно, наилучшим сдвигом для темных модулей глубокой печати из сдвигов назад и вперед по двум направлениям является сдвиг назад согласно фиг. 6E, и именно сдвиг, соответствующий этой сумме сдвигов, будет сохранен для вычисления глобального сдвига Δ_a для всех модулей глубокой печати (соответствующих более темному тону) всех достоверных основных рисунков глубокой печати двумерного рисунка глубокой печати (для допустимого тона T_a), поскольку в данном случае для упрощения авторы изобретения рассматривают только один основной рисунок глубокой печати (т. е. представленный на фиг. 6C).

[070] Как ясно из фиг. 6D-G, на которой ни все темные (черные) модули глубокой печати, ни все светлые (серые) модули глубокой печати не находятся в совмещении, результат вышеупомянутых подробных вычислений глобального сдвига Δ_a (для темного тона T_a) вместе с глобальным сдвигом Δ_b , полученным из эквивалентных операций сдвига, осуществляемых на светлых модулях глубокой печати (т. е. для светлого тона T_b), обеспечит значение ошибки совмещения τ , которое превышает пороговое значение 10 мкм (для этого порогового значения 10 мкм или ниже, дефекты соосности модулей глубокой печати не видны невооруженным глазом на фигурах). Следовательно, двумерный рисунок глубокой печати на фиг. 6C будет считаться не подлинным, хотя его можно декодировать.

[071] Вышеупомянутый способ оценки ошибки совмещения между модулями разных тонов цвета работает особенно хорошо для защитных маркировок, содержащих большое количество двумерных рисунков глубокой печати, как, например, на фиг. 1. Это обусловлено статистической основой способа: чем больше символов в защитной маркировке, тем выше точность обнаружения ошибки совмещения. Например, с помощью защитной маркировки согласно фиг. 1, смартфона (например, Samsung S10 с 12 мегапикселями), хранящего приблизительно 800 достоверных основных рисунков глубокой печати, соответствующих эталонным рисункам, имеющим по 18 символов каждый,

можно обнаружить ошибку совмещения всего 5 мкм, хотя разрешающая способность смартфона составляет приблизительно 24 мкм (для изображения, снятого на расстоянии приблизительно 10 см от маркировки). Следовательно, можно легко обнаружить поддельную защитную маркировку, полученную офсетной печатью, тогда как ее нельзя обнаружить невооруженным глазом, поскольку невозможно реализовать многотонную офсетную печатную копию многотонных линий глубокой печати шириной от 20 мкм до 50 мкм, в которой разные части линий глубокой печати разных тонов находятся в идеальном совмещении. Разрешающая способность камеры — это ее способность различать две линии (или точки) на изображении объекта - чем больше разрешающая способность, тем меньше минимальное расстояние между двумя линиями или точками, которые еще можно различить. Чем больше числовая апертура объектива камеры, тем выше разрешающая способность.

[072] Вышеуказанный предмет изобретения следует считать иллюстративным, а не ограничивающим, и он служит для лучшего понимания настоящего изобретения, определяемого независимыми пунктами формулы изобретения.

Формула изобретения

1. Защитный элемент, содержащий подложку и защитную маркировку, причем защитная маркировка содержит двухмерный рисунок глубокой печати, напечатанный на поверхности подложки посредством глубокой печати с помощью краски для глубокой печати, причем двухмерный рисунок глубокой печати имеет ассоциативный цвет и содержит по меньшей мере один основной рисунок глубокой печати, содержащий множество модулей глубокой печати, причем каждый основной рисунок глубокой печати содержит только модули глубокой печати, тона которых принадлежат соответствующему набору из двух отличающихся допустимых тонов, причем каждый модуль глубокой печати имеет один тон указанного ассоциативного цвета, причем тон модуля глубокой печати выбран из палитры тонов, состоящей из множества отличающихся эталонных тонов ассоциативного цвета, причем цветовая разница ΔE^* Международной комиссии CIE между тонами превышает или равна 2,0, ширина ϵ модуля глубокой печати превышает 20 мкм и составляет менее или равна 50 мкм,

отличающийся тем, что двухмерный рисунок глубокой печати получен на основании ассоциативного двухмерного закодированного рисунка, содержащего по меньшей мере один эталонный рисунок, при этом каждый по меньшей мере один основной рисунок глубокой печати основан на ассоциативном эталонном рисунке по меньшей мере одного эталонного рисунка, причем каждый основной рисунок глубокой печати и ассоциативный эталонный рисунок кодируют одну и ту же часть информации, которая определяет уникальный идентификационный номер ассоциативного эталонного рисунка,

при этом каждый эталонный рисунок включает конкретное расположение множества символов, причем каждый символ в расположении позволяет кодировать данные согласно состоянию указанного символа, причем состояние каждого символа состоит из конкретного расположения первого двухмерного элемента E1 и второго отличающегося двухмерного элемента E2 в пределах

символа, причем каждый элемент E имеет соответствующее значение параметра $p(E)$, причем параметр первого элемента E_1 имеет положительное значение, отличное от нулевого значения параметра второго элемента E_2 ,

при этом каждый эталонный рисунок содержит только темные символы и светлые символы, причем значение параметра первого элемента темного символа соответствует более темному тону из пары допустимых тонов ассоциативного основного рисунка глубокой печати, а значение параметра первого элемента светлого символа соответствует более светлому тону из указанной ассоциативной пары допустимых тонов,

при этом каждый модуль глубокой печати каждого основного рисунка глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати напечатан

либо как отдельный модуль глубокой печати, соответствующий первому элементу символа ассоциативного эталонного рисунка двухмерного закодированного рисунка и его местоположению в эталонном рисунке; либо

как часть линии глубокой печати, соответствующей линии, соединяющей два первых элемента с одинаковым значением параметра p , соответственно принадлежащих двум отличающимся смежным символам ассоциативного эталонного рисунка двухмерного закодированного рисунка, и местоположению линии в эталонном рисунке.

2. Защитный элемент по п. 1, содержащий множество двухмерных рисунков глубокой печати, причем каждый двухмерный рисунок глубокой печати имеет соответствующий ассоциативный цвет, отличающийся от цвета фона подложки.

3. Защитный элемент по п. 1 или п. 2, отличающийся тем, что по меньшей мере один двухмерный рисунок глубокой печати содержится в ячейке, имеющей границу, образованную линиями глубокой печати, высота которых превышает любую высоту модулей глубокой печати указанного двухмерного рисунка глубокой печати, расстояние между краем двухмерного рисунка глубокой печати и границей ячейки превышает или равно 40 мкм.

4. Защитный элемент по любому из пп. 1–3, отличающийся тем, что цветовая разница ΔE^* Международной комиссии CIE между тонами превышает или равна 2,5.

5. Гравированная форма для машины для глубокой печати, содержащая канавки переменной глубины гравюры, выполненные с возможностью приема краски для глубокой печати, для печати на поверхности подложки двухмерного рисунка глубокой печати защитной маркировки защитного элемента по любому из пп. 1–4.

6. Способ получения защитного элемента, содержащего защитную маркировку, содержащую двухмерный рисунок глубокой печати, по любому из пп. 1–4, причем способ включает этапы:

(i) генерирования двухмерного закодированного рисунка, содержащего по меньшей мере один эталонный рисунок, путем кодирования некой части информации в каждый указанный по меньшей мере один эталонный рисунок, образующий двухмерный закодированный рисунок, причем указанная часть информации определяет для каждого эталонного рисунка его уникальный идентификационный номер, причем каждый эталонный рисунок включает конкретное расположение множества символов, причем каждый символ в расположении позволяет кодировать данные согласно состоянию указанного символа, причем состояние каждого символа состоит из конкретного расположения первого двухмерного элемента E1 и второго отличающегося двухмерного элемента E2 в пределах символа, причем каждый элемент E имеет соответствующее значение параметра $p(E)$, причем параметр первого элемента E1 имеет положительное значение, отличное от нулевого значения параметра второго элемента E2, при этом каждый эталонный рисунок содержит только темные символы и светлые символы, причем значение параметра первого элемента темного символа соответствует более темному тону из ассоциативной пары допустимых тонов, выбранных из палитры тонов, состоящей из множества отличающихся эталонных тонов цвета, ассоциирующегося с двухмерным

закодированным рисунком, а значение параметра первого элемента светлого символа соответствует более светлому тону из указанной ассоциативной пары допустимых тонов,

при этом получаемый двухмерный рисунок глубокой печати основан на сгенерированном двухмерном закодированном рисунке и содержит по меньшей мере один основной рисунок глубокой печати, содержащий множество модулей глубокой печати, причем каждый модуль глубокой печати имеет один тон указанного ассоциативного цвета, причем тон модуля глубокой печати выбран из палитры тонов; при этом каждый по меньшей мере один основной рисунок глубокой печати основан на ассоциативном эталонном рисунке по меньшей мере одного эталонного рисунка, причем каждый основной рисунок глубокой печати кодирует ту же часть информации, что и ассоциативный эталонный рисунок,

при этом каждый основной рисунок глубокой печати содержит только модули глубокой печати, тона которых принадлежат паре допустимых тонов ассоциативного эталонного рисунка, и

каждый модуль глубокой печати каждого основного рисунка глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати печатают

либо как отдельный модуль глубокой печати, соответствующий

первому элементу символа ассоциативного эталонного рисунка двухмерного закодированного рисунка и его местоположению в эталонном рисунке; либо

как часть линии глубокой печати, соответствующей линии, соединяющей два первых элемента с одинаковым значением параметра p , соответственно принадлежащих двум отличающимся смежным символам ассоциативного эталонного рисунка двухмерного закодированного рисунка, и местоположению линии в эталонном рисунке;

(ii) гравировки формы машины для глубокой печати с переменной глубиной гравюры, выполненной с возможностью приема краски для глубокой печати

указанного цвета и воспроизведения модулей глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати согласно сгенерированному двухмерному закодированному рисунку; и

(iii) заливки формы краской для глубокой печати и использования формы, залитой краской, в машине для глубокой печати для печати на поверхности подложки соответствующего двухмерного рисунка глубокой печати.

7. Способ декодирования информации, закодированной в двухмерный рисунок глубокой печати защитной маркировки защитного элемента, причем двухмерный рисунок глубокой печати содержит по меньшей мере один основной рисунок глубокой печати, содержащий множество модулей глубокой печати, отличающийся тем, что он включает этапы:

формирования изображения двухмерного рисунка глубокой печати;

обнаружения, из сформированных изображений модулей глубокой печати сформированного изображения двухмерного рисунка глубокой печати, любого эталонного рисунка по меньшей мере одного эталонного рисунка, образующего двухмерный закодированный рисунок, на основании чего был получен соответствующий подлинный двухмерный рисунок глубокой печати подлинной защитной маркировки подлинного защитного элемента по любому из пп. 1–4;

декодирования каждого обнаруженного эталонного рисунка и извлечения соответствующей декодированной информации двухмерного закодированного рисунка; и

проверки достоверности каждого декодированного эталонного рисунка и соответствующего основного рисунка глубокой печати.

8. Способ по п. 7, включающий этапы:

а) формирования изображения двухмерного рисунка глубокой печати защитной маркировки с помощью камеры, оснащенной процессором и памятью, датчик света которой выполнен с возможностью обнаружения цвета модулей глубокой

печати, образующих подлинный рисунок глубокой печати, и отличающихся тонов из палитры тонов указанного цвета, для получения цифрового изображения двухмерного рисунка глубокой печати и сохранения полученного цифрового изображения в памяти, причем память хранит набор ассоциативных эталонных рисунков, и причем для каждого сохраненного эталонного рисунка часть информации определяет соответствующий идентификационный номер эталонного рисунка;

причем каждый сохраненный эталонный рисунок включает конкретное расположение множества символов, причем каждый символ в расположении позволяет кодировать данные согласно состоянию указанного символа, причем состояние каждого символа состоит из конкретного расположения первого двухмерного элемента E1 и второго отличающегося двухмерного элемента E2 в пределах символа, причем каждый элемент E имеет соответствующее значение параметра $p(E)$, причем параметр первого элемента E1 имеет положительное значение, отличное от нулевого значения параметра второго элемента E2;

причем каждая пара допустимых тонов модулей глубокой печати каждого основного рисунка глубокой печати ассоциируется с соответствующим основным рисунком глубокой печати и сохраняется в памяти в ассоциации с идентификационным номером эталонного рисунка, ассоциирующегося с указанным основным рисунком глубокой печати;

причем каждый сохраненный эталонный рисунок содержит только темные символы и светлые символы, причем значение параметра первого элемента темного символа соответствует более темному тону из пары допустимых тонов ассоциативного основного рисунка глубокой печати, а значение параметра первого элемента светлого символа соответствует более светлому тону из указанной ассоциативной пары допустимых тонов;

b) обнаружения в сохраненном цифровом изображении путем обработки изображений пикселей цифрового изображения, отсканированного процессором

через подвижное окно размером эталонного рисунка, модулей глубокой печати в пределах окна, и

b1) проверки того, является ли каждый из указанных обнаруженных модулей глубокой печати, для потенциального эталонного рисунка, выбранного из сохраненного набора эталонных рисунков,

либо отдельным модулем глубокой печати, соответствующим первому элементу символа потенциального эталонного рисунка и его местоположению в потенциальном эталонном рисунке; либо

представляет собой часть линии глубокой печати, соответствующей линии, соединяющей два первых элемента с одинаковым значением параметра p , соответственно принадлежащих двум отличающимся смежным символам потенциального эталонного рисунка, и местоположению линии в потенциальном эталонном рисунке; и

b2) в случае если обнаруженные модули глубокой печати соответствуют соответственным элементам символов потенциального эталонного рисунка, декодирования потенциального эталонного рисунка для получения его идентификационного номера потенциального эталонного рисунка, тем самым декодируя ассоциативный основной рисунок глубокой печати, проверки достоверности декодированного потенциального эталонного рисунка и декодированного ассоциативного основного рисунка глубокой печати для получения соответствующего ассоциативного достоверного эталонного рисунка и достоверного основного рисунка глубокой печати, и сохранения в памяти соответствующих данных местоположения, указывающих на местоположение на цифровом изображении достоверного основного рисунка глубокой печати; и

b3) в случае если обнаруженные модули глубокой печати не соответствуют соответственным элементам символов потенциального эталонного рисунка, выбора нового потенциального эталонного рисунка из сохраненного набора

эталонных рисунков, и осуществления этапов b1)–b2) с указанным новым потенциальным эталонным рисунком; и

b4) в случае если обнаруженные модули глубокой печати не соответствуют соответственным элементам символов любого из потенциальных эталонных рисунков, перемещения окна относительно цифрового изображения для сканирования другой области цифрового изображения и обнаружения модулей глубокой печати через подвижное окно, и осуществления этапов b1)–b3) до завершения сканирования всего цифрового изображения через окно;

с) в случае если полное цифровое изображение было отсканировано через окно и обнаруженные модули глубокой печати не соответствуют соответственным элементам символов любого потенциального эталонного рисунка, доставки сигнала, указывающего на неудачное декодирование двухмерного рисунка глубокой печати.

9. Устройство для декодирования информации, закодированной в двухмерный рисунок глубокой печати защитной маркировки защитного элемента, причем двухмерный рисунок глубокой печати содержит по меньшей мере один основной рисунок глубокой печати, содержащий множество модулей глубокой печати, причем устройство содержит камеру, оснащенную процессором, памятью, датчиком света, выполненным с возможностью обнаружения цвета подлинного рисунка глубокой печати и отличающихся тонов из палитры тонов указанного цвета, подлинного двухмерного рисунка глубокой печати подлинной защитной маркировки подлинного защитного элемента по любому из пп. 1–4, причем процессор выполнен с возможностью осуществления обработки изображений цифрового изображения подлинного двухмерного рисунка глубокой печати, снятого камерой и сохраненного в памяти, и осуществления операций декодирования над закодированной информацией, обнаруженной на цифровом изображении, причем память сохраняет по меньшей мере один эталонный рисунок, образующий двухмерный закодированный рисунок, на основании которого был получен подлинный двухмерный рисунок глубокой

печати, причем устройство выполнено с возможностью осуществления операций:

формирования изображения двухмерного рисунка глубокой печати;

обнаружения, из сформированных изображений модулей глубокой печати сформированного изображения двухмерного рисунка глубокой печати, любого эталонного рисунка по меньшей мере одного эталонного рисунка двухмерного закодированного рисунка, на основании которого был получен ассоциативный подлинный двухмерный рисунок глубокой печати;

декодирования каждого обнаруженного эталонного рисунка и извлечения соответствующей декодированной информации двухмерного закодированного рисунка; и

проверки достоверности каждого декодированного эталонного рисунка и соответствующего основного рисунка глубокой печати.

10. Устройство по п. 9, отличающееся тем, что

каждый сохраненный эталонный рисунок включает конкретное расположение множества символов, причем каждый символ в расположении позволяет кодировать данные согласно состоянию указанного символа, причем состояние каждого символа состоит из конкретного расположения первого двухмерного элемента E1 и второго отличающегося двухмерного элемента E2 в пределах символа, причем каждый элемент E имеет соответствующее значение параметра $p(E)$, причем параметр первого элемента E1 имеет положительное значение, отличное от нулевого значения параметра второго элемента E2;

причем каждая пара допустимых тонов модулей глубокой печати каждого основного рисунка глубокой печати ассоциируется с основным рисунком глубокой печати и сохраняется в памяти в ассоциации с идентификационным номером эталонного рисунка, ассоциирующегося с указанным основным рисунком глубокой печати;

причем каждый сохраненный эталонный рисунок содержит только темные символы и светлые символы, причем значение параметра первого элемента темного символа соответствует более темному тону из пары допустимых тонов ассоциативного основного рисунка глубокой печати, а значение параметра первого элемента светлого символа соответствует более светлому тону из указанной ассоциативной пары допустимых тонов;

устройство выполнено с возможностью осуществления операций:

a) формирования изображения двухмерного рисунка глубокой печати защитной маркировки с помощью камеры для получения цифрового изображения двухмерного рисунка глубокой печати и сохранения полученного цифрового изображения в памяти;

b) обнаружения в сохраненном цифровом изображении модулей глубокой печати в пределах подвижного окна размером допустимого эталонного рисунка, путем обработки изображений пикселей цифрового изображения, отсканированного процессором через окно; и

b1) проверки того, является ли каждый из указанных обнаруженных модулей глубокой печати, для потенциального эталонного рисунка, выбранного из набора эталонных рисунков,

либо отдельным модулем глубокой печати, соответствующим первому элементу символа потенциального эталонного рисунка и его местоположению в потенциальном эталонном рисунке; либо

представляет собой часть линии глубокой печати, соответствующей линии, соединяющей два первых элемента с одинаковым значением параметра p , соответственно принадлежащих двум отличающимся смежным символам потенциального эталонного рисунка, и местоположению линии в потенциальном эталонном рисунке; и

b2) в случае если обнаруженные модули глубокой печати соответствуют соответственным элементам символов потенциального эталонного рисунка, декодирования потенциального эталонного рисунка для получения его идентификационного номера потенциального эталонного рисунка, тем самым декодируя ассоциативный основной рисунок глубокой печати, проверки достоверности декодированного потенциального эталонного рисунка и декодированного ассоциативного основного рисунка глубокой печати для получения соответствующего ассоциативного достоверного эталонного рисунка и достоверного основного рисунка глубокой печати, и сохранения в памяти соответствующих данных местоположения, указывающих на местоположение на цифровом изображении достоверного основного рисунка глубокой печати; и

b3) в случае если обнаруженные модули глубокой печати не соответствуют соответственным элементам символов потенциального эталонного рисунка, выбора нового потенциального эталонного рисунка из сохраненного набора эталонных рисунков, и осуществления этапов b1)–b2) с указанным новым потенциальным эталонным рисунком; и

b4) в случае если обнаруженные модули глубокой печати не соответствуют соответственным элементам символов любого из потенциальных эталонных рисунков, перемещения окна относительно цифрового изображения для сканирования другой области цифрового изображения и обнаружения модулей глубокой печати через подвижное окно, и осуществления этапов b1)–b3) до завершения сканирования всего цифрового изображения через окно;

c) в случае если полное цифровое изображение было отсканировано через окно и обнаруженные модули глубокой печати не соответствуют соответственным элементам символов любого потенциального эталонного рисунка, доставки сигнала, указывающего на неудачное декодирование двухмерного рисунка глубокой печати.

11. Способ аутентификации двухмерного рисунка глубокой печати защитной маркировки защитного элемента, отличающийся тем, что он включает этапы:

осуществления операций декодирования информации, закодированной в двухмерный рисунок глубокой печати, согласно способу по п. 7 для получения из сформированного изображения двухмерного рисунка глубокой печати каждого основного рисунка глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати и соответствующего достоверного эталонного рисунка;

сдвига по множеству отличающихся направлений относительно исходных положений, соответствующих соответственным положениям обнаруженных модулей глубокой печати каждого достоверного основного рисунка глубокой печати на снятом изображении двухмерного рисунка глубокой печати при декодировании, для каждого достоверного основного рисунка глубокой печати, модулей глубокой печати, соответственно соответствующих тону из допустимой пары тонов из палитры тонов цвета подлинного двухмерного рисунка глубокой печати, для получения соответствующих сдвинутых изображений указанных модулей глубокой печати;

определения для каждого достоверного основного рисунка глубокой печати, из разниц между измеренными значениями тонов в исходных положениях сдвинутых модулей глубокой печати на соответственных сдвинутых изображениях и измеренными значениями тонов в тех же исходных положениях указанных модулей глубокой печати на изображении двухмерного рисунка глубокой печати при декодировании, относительно каждого соответствующего символа ассоциативного эталонного рисунка, пары значений сдвига, соответственно для модулей глубокой печати, соответствующих каждому тону из указанной пары допустимых тонов, обеспечения максимального значения тона для всех модулей глубокой печати, соответственно соответствующих каждому тону из указанной пары допустимых тонов, достоверного основного рисунка глубокой печати; и

определения того, что для этой допустимой пары тонов соответственные модули глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати находятся в совмещении только в том случае, если нормальное значение среднего значения определенных

пар значений сдвига по всем достоверным основным рисункам глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, составляет менее или равно 10 мкм.

12. Способ по п. 11, включающий этапы:

A) осуществления операций a), b), b1), b2) b3), b4) и c) способа декодирования информации, закодированной в двухмерный рисунок глубокой печати, по п. 8 на двухмерном рисунке глубокой печати, подлежащем аутентификации;

B) в случае неудачного декодирования на этапе A) двухмерного рисунка глубокой печати, доставки информации, указывающий на неудачное декодирование двухмерного рисунка глубокой печати;

C) в случае если этап A) обеспечивает информацию, закодированную в двухмерном рисунке глубокой печати, указывающую на, для каждого сохраненного местоположения на цифровом изображении достоверного основного рисунка глубокой печати, идентификационный номер эталонного рисунка ассоциативного достоверного эталонного рисунка, верификации многотонного характера достоверных основных рисунков глубокой печати путем

определения, из их соответственных идентификационных номеров ассоциативных достоверных эталонных рисунков, их допустимой пары отличающихся тонов T_a , T_b ;

измерения на цифровом изображении значения напечатанного тона каждого модуля глубокой печати достоверных основных рисунков глубокой печати, определения динамического диапазона цифрового изображения из измеренных значений тонов;

вычисления среднего значения напечатанного тона T_a модулей глубокой печати достоверных основных рисунков глубокой печати, соответствующих допустимому тону T_a , как среднего значения измеренных значений напечатанных тонов модулей глубокой печати, соответствующих допустимому

тону T_a , и среднего значения напечатанного тона T_b модулей глубокой печати достоверных основных рисунков глубокой печати, соответствующих допустимому тону T_b , как среднего значения измеренных значений напечатанных тонов модулей глубокой печати, соответствующих допустимому тону T_b ;

проверки, для каждой допустимой пары тонов T_a , T_b , соблюдается ли критерий многотонности, согласно которому разница между вычисленными средними значениями напечатанных тонов T_a и T_b превышает 1% динамического диапазона; и

в случае соблюдения критерия многотонности для каждой допустимой пары тонов, принятия решения о том, что двухмерный рисунок глубокой печати имеет указанный многотоновый характер, или

в случае несоблюдения критерия многотонности для допустимой пары тонов T_a , T_b , принятия решения о том, что двухмерный рисунок глубокой печати не имеет указанного многотонного характера и не является подлинным;

D) в случае если двухмерный рисунок глубокой печати имеет многотоновый характер, для каждого достоверного основного рисунка глубокой печати, имеющего соответствующую пару допустимых тонов T_a , T_b , месторасположение которых в цифровом изображении сохранено в памяти, осуществления процессором операций:

D1) измерения в пределах окна, расположенного в указанном местоположении на цифровом изображении, через сетку выборки, имеющую расположение символов с соответственными участками их двухмерных элементов $E1$ и $E2$, соответствующих символам достоверного эталонного рисунка, ассоциирующегося с указанным достоверным основным рисунком глубокой печати, значений напечатанных тонов модулей глубокой печати достоверного основного рисунка глубокой печати из пикселей цифрового изображения, расположенного в пределах соответственных участков элементов $E1$ и $E2$

каждого символа сетки выборки, для получения соответствующих исходных значений тонов, присвоенных соответственным элементам E1 и E2 символов достоверного эталонного рисунка, ассоциирующегося с достоверным основным рисунком глубокой печати, вычисления для каждого символа сетки выборки разницы между исходным значением тона, присвоенным элементу E1, и исходным значением тона, присвоенным элементу E2, для получения исходного значения тона дифференциального символа и сохранения в памяти полученных исходных значений тонов дифференциальных символов, присвоенных элементам символов достоверного эталонного рисунка, и, для каждого из двух допустимых тонов T_a , T_b достоверного эталонного рисунка, соответствующую сумму нулевого сдвига получают суммированием исходных значений тонов дифференциальных символов для всех символов достоверного эталонного рисунка, соответствующего, соответственно, тону T_a и тону T_b , и полученную сумму нулевого сдвига для допустимого тона T_a и сумму нулевого сдвига для допустимого тона T_b сохраняют в памяти;

D2) сдвига на по меньшей мере один размер пикселя, назад и вперед вдоль каждого из указанного множества отличающихся направлений относительно цифрового изображения, пикселей цифрового изображения, расположенных в пределах соответственных участков элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_a , для получения соответствующих сдвинутых пикселей, имеющих сдвинутые положения относительно сетки выборки;

измерения через сетку выборки, соответственно, для сдвига назад и сдвига вперед вдоль каждого направления, соответствующих сдвинутых назад и сдвинутых вперед значений тонов, присвоенных соответственным элементам E1 и E2 символов сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_a , из сдвинутых пикселей цифрового изображения, расположенных в пределах соответственных участков элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует

допустимому тону T_a , и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов;

вычисления, для каждого сдвига, для каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_a , разницы между сдвинутым значением тона, присвоенным элементу $E1$, и сдвинутым значением тона, присвоенным элементу $E2$, для получения соответствующих сдвинутых значений тонов дифференциальных символов, и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов дифференциальных символов, присвоенных элементам символов достоверного эталонного рисунка, первый элемент которого соответствует допустимому тону T_a ;

для каждого сдвига, суммирования вычисленных сдвинутых значений тонов дифференциальных символов всех символов сетки выборки, соответствующей допустимому тону T_a , для получения соответствующей суммы сдвига достоверного эталонного рисунка для допустимого тона T_a ; и

выбора наилучшего сдвига, для допустимого тона T_a , соответствующего наибольшей вычисленной сумме сдвига среди вычисленных сумм сдвига и сумме нулевого сдвига, для достоверного эталонного рисунка;

вычисления глобального сдвига Δ_a для двухмерного рисунка глубокой печати путем определения среднего значения всех выбранных наилучших сдвигов, для допустимого тона T_a , по достоверным эталонным рисункам, ассоциирующимся с соответственными достоверными основными рисунками глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, имеющего соответствующую пару допустимых тонов T_a , T_b ;

D3) сдвига на по меньшей мере один размер пикселя, назад и вперед вдоль каждого из указанного множества отличающихся направлений относительно цифрового изображения, пикселей цифрового изображения, расположенных в пределах соответственных участков элементов $E1$ и $E2$ каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , для

получения соответствующих сдвинутых пикселей, имеющих сдвинутые положения относительно сетки выборки;

измерения через сетку выборки, соответственно, для сдвига назад и сдвига вперед вдоль каждого направления, соответствующих сдвинутых назад и сдвинутых вперед значений тонов, присвоенных соответственным элементам E1 и E2 символов сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , из сдвинутых пикселей цифрового изображения, расположенных в пределах соответственных участков элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов;

вычисления, для каждого сдвига, для каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , разницы между сдвинутым значением тона, присвоенным элементу E1, и сдвинутым значением тона, присвоенным элементу E2, для получения соответствующих сдвинутых значений тонов дифференциальных символов, и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов дифференциального символа, присвоенных элементам символов достоверного эталонного рисунка, первый элемент которого соответствует допустимому тону T_b ;

для каждого сдвига, суммирования вычисленных сдвинутых значений тонов дифференциальных символов всех символов сетки выборки, соответствующей допустимому тону T_b , для получения соответствующей суммы сдвига достоверного эталонного рисунка для допустимого тона T_b ; и

выбора наилучшего сдвига, для допустимого тона T_b , соответствующего наибольшей вычисленной сумме сдвига среди вычисленных сумм сдвига и сумме нулевого сдвига, для достоверного эталонного рисунка;

вычисления глобального сдвига Δ_b для двухмерного рисунка глубокой печати путем определения среднего значения всех выбранных наилучших сдвигов, для

допустимого тона T_b , по достоверным эталонным рисункам, ассоциирующимся с соответственными достоверными основными рисунками глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, имеющего соответствующую пару допустимых тонов T_a, T_b ;

D4) осуществления вышеупомянутых операций D) для каждой оставшейся пары допустимых тонов T_a', T_b' из пар допустимых тонов сохраненных достоверных основных рисунков глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, для получения соответствующих пар глобальных сдвигов $(\Delta_{a'}, \Delta_{b'})$, и сохранения в памяти указанных пар глобальных сдвигов;

E) оценки значения ошибки совмещения $r(a, b)$ для модулей глубокой печати, соответствующих любой допустимой паре тонов T_a, T_b всех достоверных основных рисунков глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, как $r(a, b) = \lambda/f (\Delta_a^2 + \Delta_b^2)^{1/2}$, где λ — размер пикселя цифрового изображения в мкм, и f — масштабный коэффициент цифрового изображения, и принятия решения о том, что двухмерный рисунок глубокой печати является подлинным, если каждое значение ошибки совмещения $r(a, b)$ для каждой допустимой пары тонов T_a, T_b соответственных достоверных основных рисунков глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати составляет менее или равно 10 мкм.

13. Устройство для аутентификации двухмерного рисунка глубокой печати защитной маркировки защитного элемента, подлинного двухмерного рисунка глубокой печати подлинной защитной маркировки подлинного защитного элемента по любому из пп. 1-4, содержащее камеру, оснащенную процессором, памятью, датчиком света, выполненным с возможностью обнаружения цвета подлинного рисунка глубокой печати и отличающихся тонов из палитры тонов указанного цвета, причем процессор выполнен с возможностью осуществления обработки изображений цифрового изображения подлинного двухмерного рисунка глубокой печати, снятого камерой и сохраненного в памяти, и осуществления операций декодирования над закодированной информацией, обнаруженной на цифровом изображении, причем память сохраняет по меньшей

мере один эталонный рисунок, образующий двухмерный закодированный рисунок, на основании которого был получен подлинный двухмерный рисунок глубокой печати,

отличающееся тем, что устройство выполнено с возможностью осуществления операций:

декодирования информации, закодированной в двухмерный рисунок глубокой печати, согласно способу по п. 7 для получения из изображения, снятого камерой, двухмерного рисунка глубокой печати, каждого достоверного основного рисунка глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати и соответствующего достоверного эталонного рисунка;

сдвига по множеству отличающихся направлений относительно исходных положений, соответствующих соответственным положениям обнаруженных модулей глубокой печати каждого достоверного основного рисунка глубокой печати на снятом изображении двухмерного рисунка глубокой печати, для каждого достоверного основного рисунка глубокой печати, модулей глубокой печати, соответственно соответствующих тону из допустимой пары тонов из палитры тонов цвета подлинного двухмерного рисунка глубокой печати, для получения соответствующих сдвинутых изображений указанных модулей глубокой печати;

определения для каждого достоверного основного рисунка глубокой печати, из разниц между измеренными значениями тонов в исходных положениях сдвинутых модулей глубокой печати на соответственных сдвинутых изображениях и измеренными значениями тонов в тех же исходных положениях указанных модулей глубокой печати на изображении двухмерного рисунка глубокой печати при декодировании, относительно каждого соответствующего символа ассоциативного эталонного рисунка, пары значений сдвига, соответственно для модулей глубокой печати, соответствующих каждому тону из указанной пары допустимых тонов, обеспечения максимального значения тона для всех модулей глубокой печати, соответственно соответствующих

каждому тону из указанной пары допустимых тонов, достоверного основного рисунка глубокой печати; и

определения того, что для этой допустимой пары тонов соответственные модули глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати находятся в совмещении только в том случае, если нормальное значение среднего значения определенных пар значений сдвига по всем достоверным основным рисункам глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, составляет менее или равно 10 мкм.

14. Устройство по п. 13, выполненное с возможностью:

A) осуществления операций a), b), b1), b2) b3), b4) и c) способа декодирования процессором информации, закодированной в двухмерный рисунок глубокой печати по п. 8, на двухмерном рисунке глубокой печати, подлежащем аутентификации;

B) в случае неудачного декодирования на этапе A) двухмерного рисунка глубокой печати, доставки информации, указывающий на неудачное декодирование двухмерного рисунка глубокой печати;

C) в случае если этап A) обеспечивает информацию, закодированную в двухмерном рисунке глубокой печати, указывающую на, для каждого сохраненного местоположения на цифровом изображении достоверного основного рисунка глубокой печати, идентификационный номер эталонного рисунка ассоциативного достоверного эталонного рисунка, верификации многоцветного характера достоверных основных рисунков глубокой печати путем

определения, из их соответственных идентификационных номеров ассоциативных достоверных эталонных рисунков, их допустимой пары отличающихся тонов T_a , T_b ;

измерения на цифровом изображении значения напечатанного тона каждого модуля глубокой печати достоверных основных рисунков глубокой печати,

определения динамического диапазона цифрового изображения из измеренных значений тонов;

вычисления среднего значения напечатанного тона T_a модулей глубокой печати достоверных основных рисунков глубокой печати, соответствующих допустимому тону T_a , как среднего значения измеренных значений напечатанных тонов модулей глубокой печати, соответствующих допустимому тону T_a , и среднего значения напечатанного тона T_b модулей глубокой печати достоверных основных рисунков глубокой печати, соответствующих допустимому тону T_b , как среднего значения измеренных значений напечатанных тонов модулей глубокой печати, соответствующих допустимому тону T_b ;

проверки, для каждой допустимой пары тонов T_a , T_b , соблюдается ли критерий многотонности, согласно которому разница между вычисленными средними значениями напечатанных тонов T_a и T_b превышает 1% динамического диапазона; и

в случае соблюдения критерия многотонности для каждой допустимой пары тонов, принятия решения о том, что двухмерный рисунок глубокой печати имеет указанный многотонный характер, или

в случае несоблюдения критерия многотонности для допустимой пары тонов T_a , T_b , принятия решения о том, что двухмерный рисунок глубокой печати не имеет указанного многотонного характера и не является подлинным;

D) в случае если двухмерный рисунок глубокой печати имеет многотонный характер, для каждого достоверного основного рисунка глубокой печати, имеющего соответствующую пару допустимых тонов T_a , T_b , месторасположение которых в цифровом изображении сохранено в памяти, осуществления процессором операций:

D1) измерения в пределах окна, расположенного в указанном местоположении на цифровом изображении, через сетку выборки, имеющую расположение

символов с соответственными участками их двухмерных элементов E1 и E2, соответствующих символам достоверного эталонного рисунка, ассоциирующегося с указанным достоверным основным рисунком глубокой печати, значений напечатанных тонов модулей глубокой печати достоверного основного рисунка глубокой печати из пикселей цифрового изображения, расположенного в пределах соответственных участков элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки, для получения соответствующих исходных значений тонов, присвоенных соответственным элементам E1 и E2 символов достоверного эталонного рисунка, ассоциирующегося с достоверным основным рисунком глубокой печати, вычисления для каждого символа сетки выборки разницы между исходным значением тона, присвоенным элементу E1, и исходным значением тона, присвоенным элементу E2, для получения исходного значения тона дифференциального символа и сохранения в памяти полученных исходных значений тонов дифференциальных символов, присвоенных элементам символов достоверного эталонного рисунка, и, для каждого из двух допустимых тонов T_a , T_b достоверного эталонного рисунка, соответствующую сумму нулевого сдвига получают суммированием исходных значений тонов дифференциальных символов для всех символов достоверного эталонного рисунка, соответствующего, соответственно, тону T_a и тону T_b , и полученную сумму нулевого сдвига для допустимого тона T_a и сумму нулевого сдвига для допустимого тона T_b сохраняют в памяти;

D2) сдвига на по меньшей мере один размер пикселя, назад и вперед вдоль каждого из указанного множества отличающихся направлений относительно цифрового изображения, пикселей цифрового изображения, расположенных в пределах соответственных участков элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_a , для получения соответствующих сдвинутых пикселей, имеющих сдвинутые положения относительно сетки выборки;

измерения через сетку выборки, соответственно, для сдвига назад и сдвига вперед вдоль каждого направления, соответствующих сдвинутых назад и

сдвинутых вперед значений тонов, присвоенных соответственным элементам E1 и E2 символов сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_a , из сдвинутых пикселей цифрового изображения, расположенных в пределах соответственных участков элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_a , и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов;

вычисления, для каждого сдвига, для каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_a , разницы между сдвинутым значением тона, присвоенным элементу E1, и сдвинутым значением тона, присвоенным элементу E2, для получения соответствующих сдвинутых значений тонов дифференциальных символов, и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов дифференциальных символов, присвоенных элементам символов достоверного эталонного рисунка, первый элемент которого соответствует допустимому тону T_a ;

для каждого сдвига, суммирования вычисленных сдвинутых значений тонов дифференциальных символов всех символов сетки выборки, соответствующей допустимому тону T_a , для получения соответствующей суммы сдвига достоверного эталонного рисунка для допустимого тона T_a ; и

выбора наилучшего сдвига, для допустимого тона T_a , соответствующего наибольшей вычисленной сумме сдвига среди вычисленных сумм сдвига и вычисленной сумме нулевого сдвига, для достоверного эталонного рисунка;

вычисления глобального сдвига Δ_a для двухмерного рисунка глубокой печати путем определения среднего значения всех выбранных наилучших сдвигов, для допустимого тона T_a , по достоверным эталонным рисункам, ассоциирующимся с соответственными достоверными основными рисунками глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, имеющего соответствующую пару допустимых тонов T_a, T_b ;

D3) сдвига на по меньшей мере один размер пикселя, назад и вперед вдоль каждого из указанного множества отличающихся направлений относительно цифрового изображения, пикселей цифрового изображения, расположенных в пределах соответственных участков элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , для получения соответствующих сдвинутых пикселей, имеющих сдвинутые положения относительно сетки выборки;

измерения через сетку выборки, соответственно, для сдвига назад и сдвига вперед вдоль каждого направления, соответствующих сдвинутых назад и сдвинутых вперед значений тонов, присвоенных соответственным элементам E1 и E2 символов сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , из сдвинутых пикселей цифрового изображения, расположенных в пределах соответственных участков элементов E1 и E2 каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов;

вычисления, для каждого сдвига, для каждого символа сетки выборки, первый элемент которой соответствует допустимому тону T_b , разницы между сдвинутым значением тона, присвоенным элементу E1, и сдвинутым значением тона, присвоенным элементу E2, для получения соответствующих сдвинутых значений тонов дифференциальных символов, и сохранения в памяти полученных сдвинутых значений тонов дифференциальных символов, присвоенных элементам символов достоверного эталонного рисунка, первый элемент которого соответствует допустимому тону T_b ;

для каждого сдвига, суммирования вычисленных сдвинутых значений тонов дифференциальных символов всех символов сетки выборки, соответствующей допустимому тону T_b , для получения соответствующей суммы сдвига достоверного эталонного рисунка для допустимого тона T_b ; и

выбора наилучшего сдвига, для допустимого тона T_b , соответствующего наибольшей вычисленной сумме сдвига среди вычисленных сумм сдвига и сумме нулевого сдвига, для достоверного эталонного рисунка;

вычисления глобального сдвига Δ_b для двухмерного рисунка глубокой печати путем определения среднего значения всех выбранных наилучших сдвигов, для допустимого тона T_b , по достоверным эталонным рисункам, ассоциирующимся с соответственными достоверными основными рисунками глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, имеющего соответствующую пару допустимых тонов T_a, T_b ;

D4) осуществления вышеупомянутых операций D) для каждой оставшейся пары допустимых тонов T_a', T_b' из пар допустимых тонов сохраненных достоверных основных рисунков глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, для получения соответствующих пар глобальных сдвигов $(\Delta_{a'}, \Delta_{b'})$, и сохранения в памяти указанных пар глобальных сдвигов;

E) оценки значения ошибки совмещения $r(a, b)$ для модулей глубокой печати, соответствующих любой допустимой паре тонов T_a, T_b всех достоверных основных рисунков глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, как $r(a, b) = \lambda/f (\Delta_a^2 + \Delta_b^2)^{1/2}$, где λ — размер пикселя цифрового изображения в мкм, и f — масштабный коэффициент цифрового изображения, и принятия решения о том, что двухмерный рисунок глубокой печати является подлинным, если каждое значение ошибки совмещения $r(a, b)$ для каждой допустимой пары тонов T_a, T_b соответственных достоверных основных рисунков глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати составляет менее или равно 10 мкм.

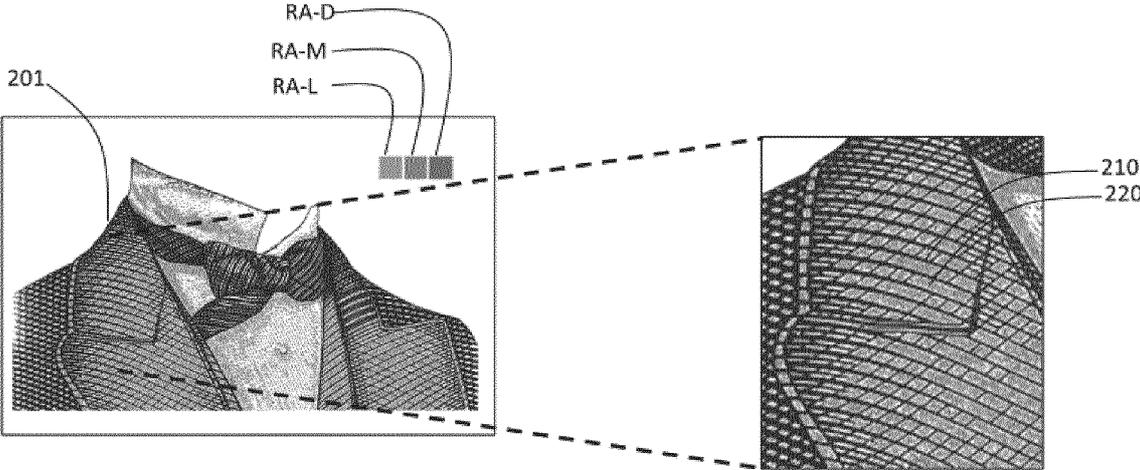
15. Устройство по п. 13 или п. 14, представляющее собой смартфон, в котором датчик света представляет собой датчик света RGB, разрешающая способность камеры составляет по меньшей мере 20 мкм, и при этом измерение тона модуля глубокой печати двухмерного рисунка глубокой печати, освещенного светом, осуществлено суммированием соответственных компонентов интенсивности

красного, зеленого и синего света, обнаруженных датчиком света RGB, из принятого света, отраженного указанным модулем глубокой печати.

100

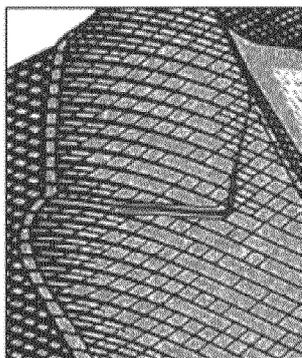


Фиг. 1

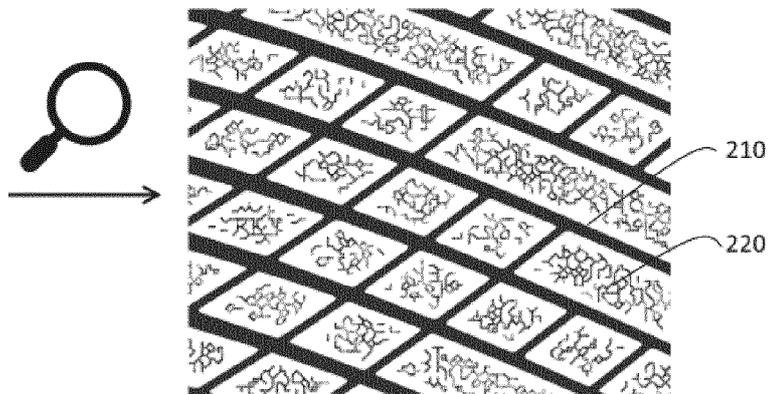


Фиг. 2А

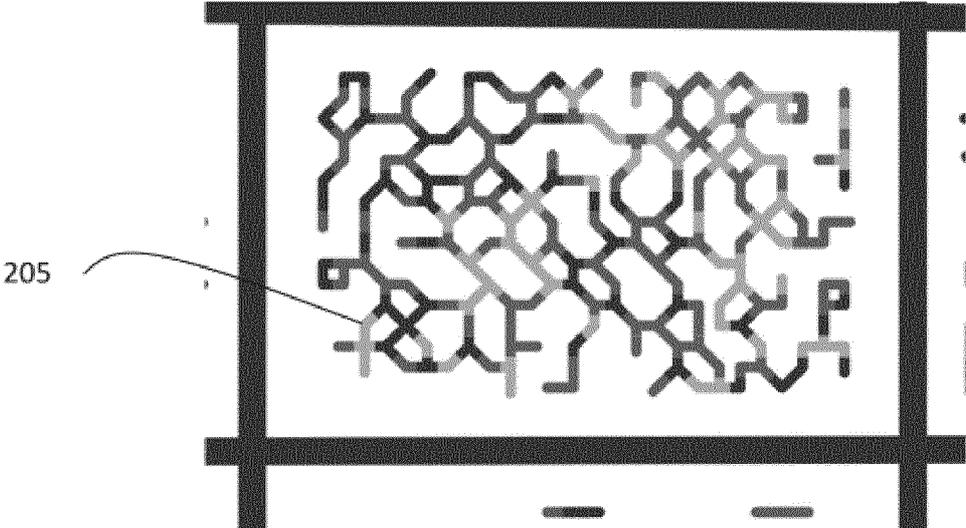
Фиг. 2В



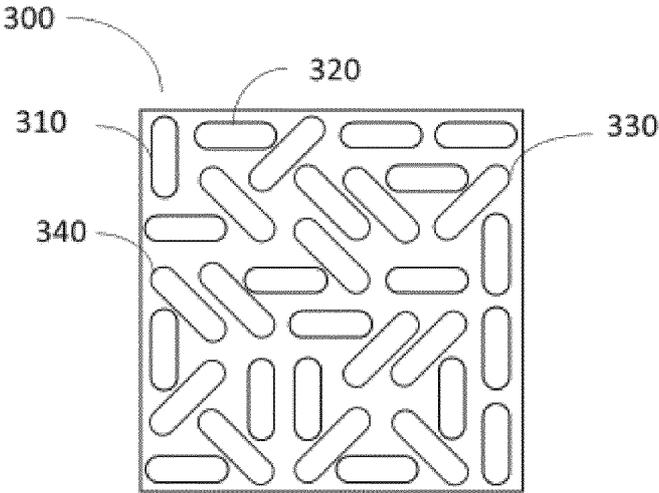
Фиг. 2В



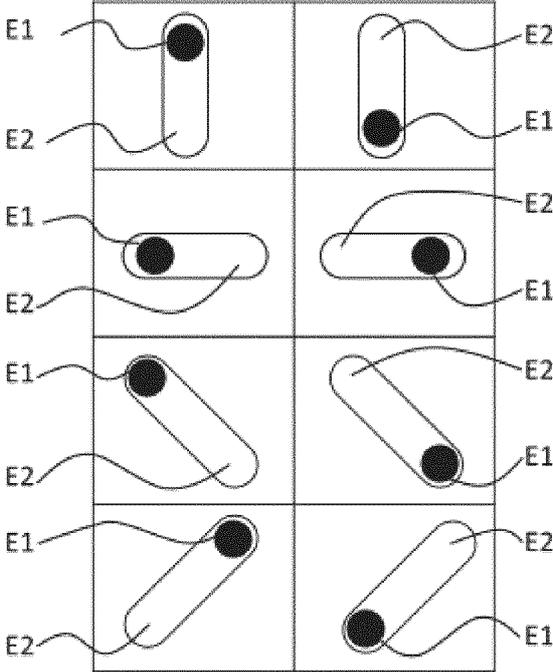
Фиг. 2С



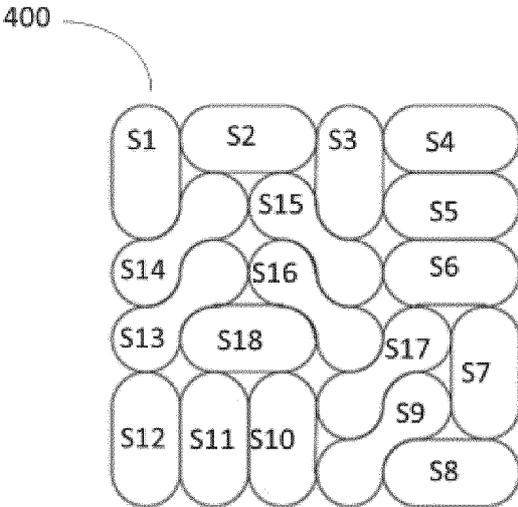
Фиг. 2D



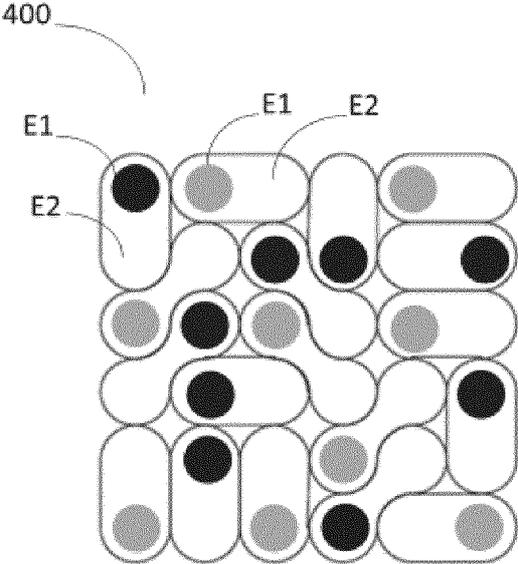
Фиг. 3А



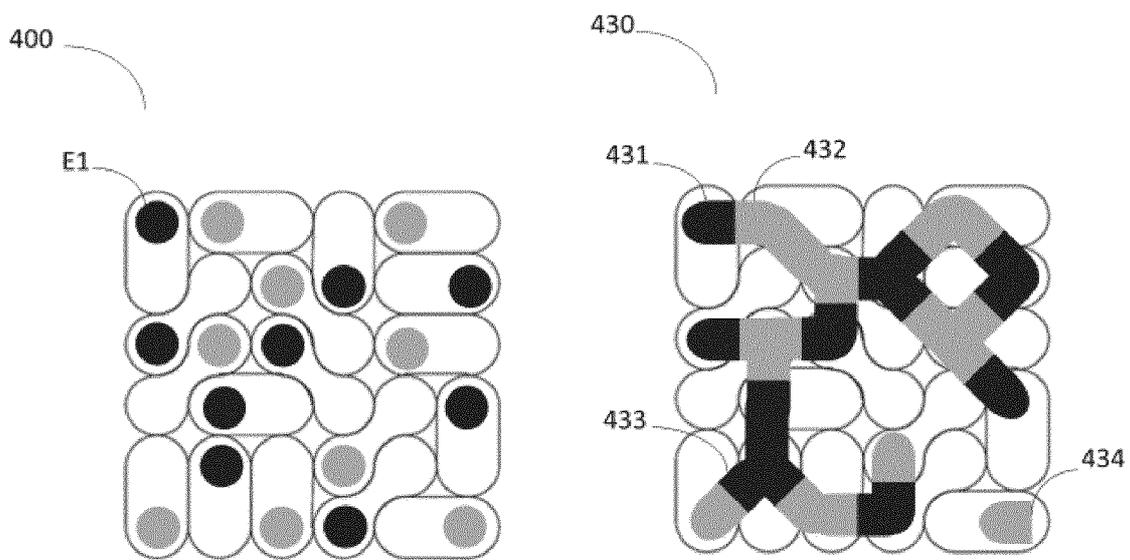
Фиг. 3В



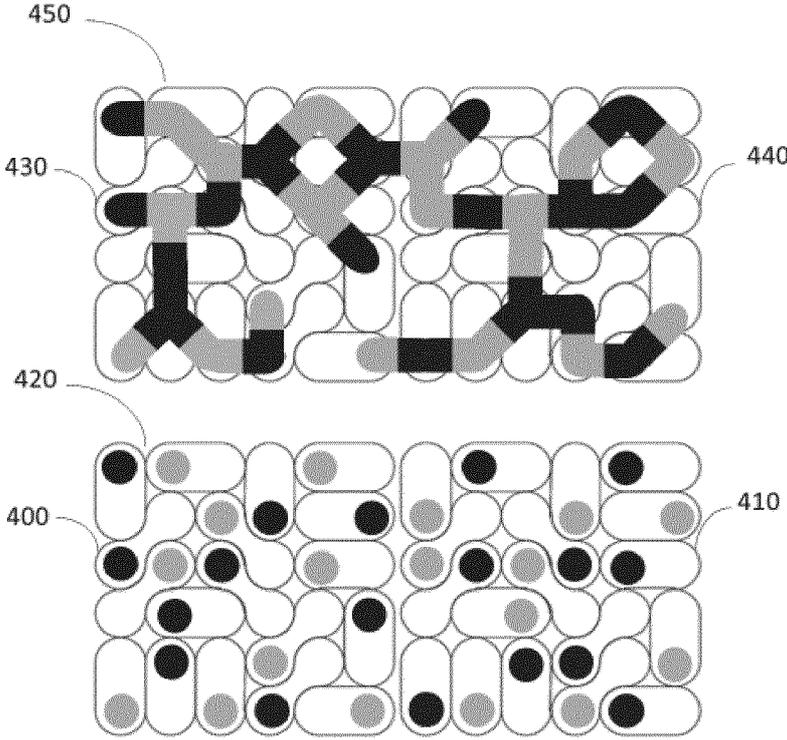
Фиг. 4А



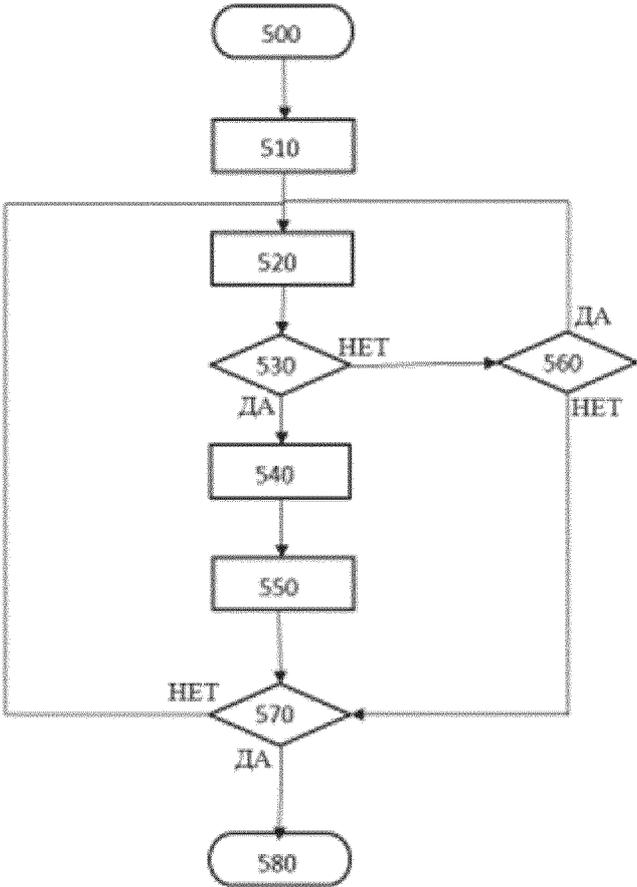
Фиг. 4В



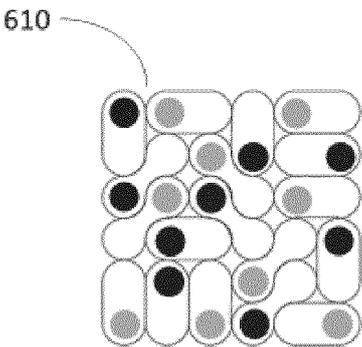
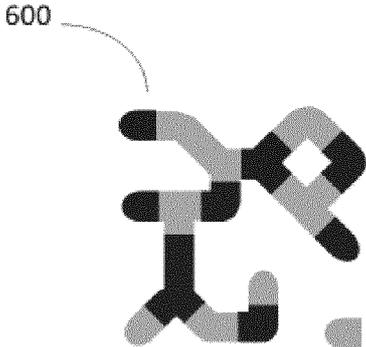
ФИГ. 4С



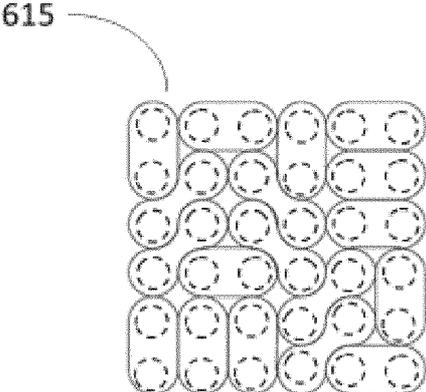
Фиг. 4D



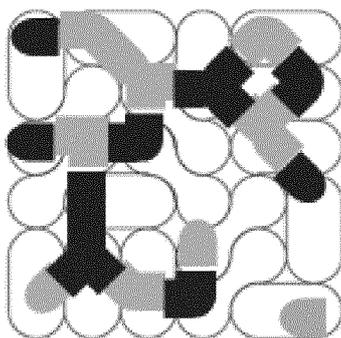
Фиг. 5



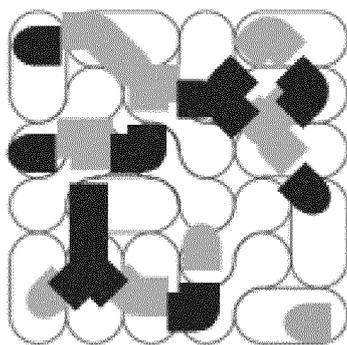
Фиг. 6А



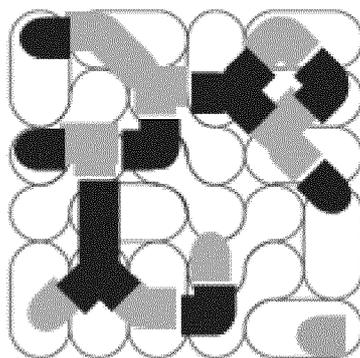
Фиг. 6В



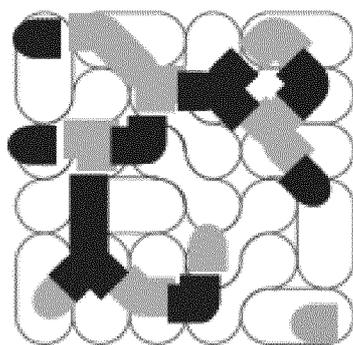
ФИГ. 6С



Фиг. 6Е



Фиг. 6F



Фиг. 6G