

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202393294 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2024.02.09

(22) Дата подачи заявки  
2022.05.25

(51) Int. Cl. G02B 5/28 (2006.01)  
G02B 5/30 (2006.01)  
G02B 27/01 (2006.01)  
B32B 17/10 (2006.01)  
B60K 35/00 (2006.01)  
C03C 17/36 (2006.01)  
G02B 5/08 (2006.01)  
G02B 27/00 (2006.01)  
C03C 17/34 (2006.01)  
C03C 27/10 (2006.01)

---

(54) СИСТЕМА ИНДИКАТОРНОЙ ПАНЕЛИ НА ВЕТРОВОМ СТЕКЛЕ

---

(31) 21177439.3

(32) 2021.06.02

(33) EP

(86) PCT/EP2022/064177

(87) WO 2022/253659 2022.12.08

(71) Заявитель:  
АГК ГЛАСС ЮРОП (BE)

(72) Изобретатель:

Лальуаю Ксавье, Рокини Филипп,  
Хевеси Кадоса (BE)

(74) Представитель:

Квашнин В.П. (RU)

---

(57) Настоящее изобретение относится к подложке с покрытием, содержащей прозрачную подложку, обеспеченную отражающим покрытием для р-поляризованного света, к многослойному остеклению и системе индикаторной панели на ветровом стекле (HUD), содержащей указанную подложку с покрытием.

---

A1

202393294

202393294

A1

## СИСТЕМА ИНДИКАТОРНОЙ ПАНЕЛИ НА ВЕТРОВОМ СТЕКЛЕ

### ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

[1] Настоящее изобретение относится к подложке с покрытием, содержащей прозрачную подложку, обеспеченную отражающим покрытием для р-поляризованного света, к многослойному остеклению и системе индикаторной панели на ветровом стекле (HUD), содержащей указанную подложку с покрытием.

### ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[2] Системы индикаторной панели на ветровом стекле, или системы HUD, широко применяются в транспортных устройствах для обеспечения информации на остеклении транспортного средства в области видимости зрителя или водителя указанного транспортного устройства.

[3] Известно большое разнообразие систем HUD. Обычно проекционную систему комбинируют с полупрозрачным зеркалом (полупрозрачным рефлектором и полупрозрачным окном) в качестве окончательного оптического компонента для формирования проецируемого изображения, которое способен видеть пользователь. Одновременно пользователь может видеть и другие окружающие виды через полупрозрачное зеркало. Полупрозрачное зеркало является важным компонентом, оказывающим влияние на удобство использования индикаторной панели. В целом, отражательная способность полупрозрачного зеркала должна быть достаточной для того, чтобы отражать свет от проектора, но полупрозрачное зеркало также должно быть достаточно прозрачным для обеспечения сквозь него отвечающего требованиям обзора.

[4] Примеры системы HUD приведены в документе CN104267498A для системы индикаторной панели на ветровом стекле, содержащей проекционный источник света, многослойное стекло и прозрачную нанометровую пленку, при этом прозрачная нанометровая пленка содержит по меньшей мере одну многослойную структуру из чередующихся слоев с высоким коэффициентом отражения и слоев с низким коэффициентом отражения, которые последовательно осаждены в направлении наружу от поверхности внутренней стеклянной панели; причем проекционный источник света используется для генерирования р-поляризованного света, р-поляризованный свет попадает на прозрачную нанометровую пленку, отражательная способность р-поляризованного света от прозрачной нанометровой пленки составляет не менее 5 % и угол падения р-поляризованного света находится в диапазоне от 42 градусов до 72 градусов. Аналогичные примеры систем, представляющих собой систему HUD, в которых

используется р-поляризованный свет, приведены в документах CN206147178U и CN204166197U.

[5] Другие примеры систем HUD приведены в документе US2019/064516A1. Примеры проекции в сборе для транспортного средства приведены в документе WO2020/083649A1.

[6] Системы HUD пользуются преимуществом покрытия или набора из тонких слоев, осажденных по пути проецируемого света, служащих для отражения указанного проецируемого света. Проецируемый свет может быть поляризованным, например, представлять собой s-поляризованный свет или р-поляризованный свет, или проецируемый свет может не быть поляризованным.

[7] При работе в системах HUD, в которых используется р-поляризованный падающий свет, коэффициент отражения р-поляризованного света ( $R_{p-pol}$ ) считается достаточным, когда он достигает 10 % под углом падения указанного р-поляризованного света  $65^\circ$ . Однако очень важно, чтобы общее отражение от приборной панели не оказывало влияния на качество обзора для водителя.

[8] Таким образом, сохраняется необходимость в отражающем покрытии для р-поляризованного света, которое обеспечивает оптимизированное отражение р-поляризованного света, при этом сводя к минимуму отражение от приборной панели, отражая ясное и четкое представление изображения на остеклении в системе HUD.

### СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[9] Настоящее изобретение обеспечивает подложку с покрытием, содержащую прозрачную подложку, обеспеченную отражающим покрытием для р-поляризованного света, последовательно содержащим, начиная с поверхности подложки,

- a. необязательно
  - i. первое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с высоким показателем преломления, причем первое покрытие имеет толщину от 1 до 100 нм, и
  - ii. второе покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с низким показателем преломления, причем второе покрытие имеет толщину от 1 до 220 нм, и
- b. третье покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с высоким показателем преломления, причем третье покрытие имеет толщину от 40 до 150 нм, и

- с. четвертое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с низким показателем преломления, причем четвертое покрытие имеет толщину от 40 до 200 нм, и

дополнительно содержащую по меньшей мере один первый слой поглощающего материала, причем указанный по меньшей мере один первый слой поглощающего материала имеет толщину от 0,2 до 15 нм, и указанный поглощающий материал имеет средний показатель  $n$  преломления выше 1 и средний коэффициент  $k$  экстинкции выше 0,1, причем средние значения  $n$  и  $k$  рассчитаны по значениям при длинах волн 450 нм, 550 нм и 650 нм.

[10] Настоящее изобретение дополнительно обеспечивает многослойное стекло, содержащее указанную подложку с покрытием, и систему HUD, содержащую указанную подложку с покрытием.

[11] Наконец, обеспечено применение указанной подложки с покрытием в системе HUD, содержащей источник р-поляризованного света, который проецирует свет под углом падения на остекление от 42 до 72° в плоскости падения.

#### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[12] Настоящее изобретение обеспечивает подложку с покрытием, содержащую прозрачную подложку, обеспеченную отражающим покрытием для р-поляризованного света, последовательно содержащим, начиная с поверхности подложки,

а. необязательно

- i. первое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с высоким показателем преломления, причем первое покрытие имеет толщину от 1 до 100 нм, и
  - ii. второе покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с низким показателем преломления, причем второе покрытие имеет толщину от 1 до 220 нм, и
- b. третье покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с высоким показателем преломления, причем третье покрытие имеет толщину от 40 до 150 нм, и
- с. четвертое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с низким показателем преломления, причем четвертое покрытие имеет толщину от 40 до 200 нм, и

дополнительно содержащую по меньшей мере один первый слой поглощающего материала, причем указанный по меньшей мере один первый слой поглощающего

материала имеет толщину от 0,2 до 15 нм, и указанный поглощающий материал имеет средний показатель  $n$  преломления выше 1 и средний коэффициент  $k$  экстинкции выше 0,1, причем средние значения  $n$  и  $k$  рассчитаны по значениям при длинах волн 450 нм, 550 нм и 650 нм.

[13] В рамках настоящего изобретения отражающее покрытие для р-поляризованного света предназначено для описания покрытия или набора из тонких слоев, способного отражать падающий р-поляризованный свет под любым углом падения.

[14] Прозрачная подложка может представлять собой стеклянную подложку или пластмассовую подложку, содержащую поли(метилмет)акрилат (PMMA), поликарбонаты, полиэтилентерефталат (PET), полиолефины, поливинилхлорид (PVC) или их смеси или состоящую из них.

[15] Прозрачность подложки учитывается, если светопропускание (T) составляет более 10 %, альтернативно составляет более 20 %, альтернативно составляет более 30 %.

[16] Преимущественно прозрачная подложка представляет собой стеклянную подложку.

[17] Стекло может быть любого типа, такого как обычное флоат-стекло или плоское стекло, и может иметь любой состав, который имеет любые оптические свойства, например, любое значение пропускания видимого излучения выше 10 %, пропускания ультрафиолетового излучения, пропускания инфракрасного излучения и/или общего пропускания солнечной энергии.

[18] Стекло может представлять собой известково-натриево, боросиликатное, хрустальное стекло или алюмосиликатное стекло. Стекло может представлять собой обычную прозрачную, цветную или сверхпрозрачную (т. е. с более низким содержанием Fe и более высокой пропускной способностью) стеклянную подложку. Дополнительные примеры стеклянных подложек включают прозрачные, зеленые, бронзовые или сине-зеленые стеклянные подложки.

[19] Состав стекла не является особо важным для цели настоящего изобретения при условии, что указанный лист стекла является подходящим для применений в сфере транспорта или строительства. Стекло может представлять собой прозрачное стекло, сверхпрозрачное стекло или цветное стекло, содержащее один компонент/краситель или несколько компонентов/красителей в надлежащем количестве в зависимости от желаемого эффекта. Цветное стекло включает серое, зеленое или синее флоат-стекло. В некоторых обстоятельствах цветное стекло может быть преимущественным для обеспечения надлежащего и желаемого цвета завершеного остекления в пределах ограничений применимого законодательства.

[20] В особенности подходящим цветным стеклом может быть зеленое стекло, поскольку оно обеспечивает превосходный внешний вид при взгляде снаружи транспортного средства. Зеленое стекло может, например, представлять собой известково-натриевое стекло с оксидом железа в форме  $Fe_2O_3$  в количествах в диапазоне от 0,3 до 1,0 вес. %. Другим типом подходящего стекла может быть, например, известково-натриевое стекло с оксидом железа в форме  $Fe_2O_3$  в количествах в диапазоне 0,002–0,06 вес. % и содержанием хрома в форме  $Cr_2O_3$  в количествах в диапазоне 0,0001–0,06 вес. %.

[21] Прозрачная подложка может иметь толщину в диапазоне от 0,5 мм до приблизительно 15 мм, альтернативно от 1 мм до приблизительно 10 мм, альтернативно от 1 мм до приблизительно 8 мм, альтернативно от 1 мм до приблизительно 6 мм. В случае применений в сфере транспорта, стекло может иметь толщину в диапазоне от 1 до 8 мм, хотя оно также может быть тоньше или толще в случае применений в сфере строительства, например, сверхтонкое стекло от 0,5 до 1 мм или более толстое стекло от 8 до 12 мм в дополнение к толщине от 1 до 8 мм.

[22] Стекло может быть плоским или же полностью или частично искривленным, чтобы правильно подходить к конкретной конструкции опоры стекла, в зависимости от формы, требуемой для применения.

[23] Стекло может быть отожженным, закаленным или термоупрочненным стеклом.

[24] В рамках настоящего изобретения толщина покрытий и тонких слоев представляет собой геометрические толщины, выраженные в нм, если не указано иное.

[25] В рамках настоящего изобретения высокий показатель преломления, как правило, составляет  $\geq 1,8$ , альтернативно  $\geq 1,9$ , альтернативно  $\geq 2,0$ , альтернативно  $\geq 2,1$  при длине волны 550 нм.

[26] В рамках настоящего изобретения низкий показатель преломления, как правило, составляет  $\leq 1,7$ , альтернативно  $\leq 1,6$  при длине волны 550 нм.

[27] Материалы с высоким показателем преломления первого необязательного покрытия и третьего покрытия могут быть независимо выбраны из по меньшей мере одного из оксидов Zn, Sn, Ti, Nb, Zr, Ni, In, Al, Si, Ce, W, Mo, Sb и Bi, и их смесей или нитридов Si, Al, Zr, B, Y, Ce и La, и их смесей. То есть третье и первое покрытия, если они присутствуют, могут иметь одинаковый или разный состав.

[28] В частности, могут быть использованы материалы с высоким показателем преломления, способные выдерживать разновидности термической обработки, и они могут быть выбраны из

- оксида Zr, Nb, Sn, Zn или Ti;
- смешанного оксида двух или более из Ti, Zr, Nb, Si, Sb, Sn, Zn, In;
- нитрида Si, Zr, Al, B;
- смешанного нитрида двух или более из Si, Zr, Al, B.

[29] В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения материалы с высоким показателем преломления могут быть выбраны из смешанного оксида титана и циркония, смешанного оксида титана и кремния, смешанного оксида ниобия и циркония, смешанного нитрида кремния и циркония, легированного алюминием нитрида кремния, оксида циркония, смешанного оксида индия и олова, смешанного оксида алюминия с высоким содержанием цинка, смешанного оксида сурьмы и олова, смешанного оксида титана и цинка, смешанного оксида цинка и олова.

[30] В некоторых альтернативных вариантах осуществления настоящего изобретения материалы с высоким показателем преломления могут быть выбраны из смешанного оксида титана и циркония, смешанного оксида титана и кремния, смешанного оксида ниобия и циркония, смешанного нитрида кремния и циркония, легированного алюминием нитрида кремния, оксида циркония, смешанного оксида цинка и олова.

[31] Предпочтительные материалы с высоким показателем преломления для обеспечения максимального отражения поляризованного света включают, в убывающем порядке предпочтения из-за соображений стойкости, смешанный оксид титана и циркония, смешанный нитрид кремния и циркония, смешанный оксид титана и кремния, легированный алюминием нитрид кремния и смешанный оксид цинка и олова.

[32] Предпочтительным материалом для покрытий с высоким показателем преломления является смешанный оксид титана и циркония в соотношении Ti/Zr от 55/45 до 75/25 вес. %, так что показатель преломления составляет  $\geq 2,0$ , предпочтительно в соотношении 65/35 вес. %, или смешанный оксид титана и кремния в соотношении Ti/Si от 85/15 до 95/5 вес. %, предпочтительно в соотношении 92/8 вес. %. Такое покрытие из смешанного оксида титана и циркония обеспечивает хорошую химическую и механическую стойкость, стабильность при тепловой обработке и очень низкое поглощение.

[33] Материалы с низким показателем преломления второго необязательного покрытия и четвертого покрытия могут быть независимо выбраны из оксида кремния, оксинитрида кремния, оксикарбида кремния, оксида алюминия, смешанного оксида кремния и алюминия, смешанного оксида кремния и циркония, легированного алюминием оксида цинка или их смесей. Четвертое и второе покрытия, если они присутствуют, могут иметь

одинаковый или разный состав. Материалы с низким показателем преломления могут содержать легирующие добавки, такие как алюминий, бор или цинк. Как правило, концентрация легирующей добавки в покрытии составляет не более 10 вес. %.

[34] Предпочтительные смешанные оксиды кремния и циркония содержат менее 15 вес. %  $ZrO$ , так что показатель преломления составляет  $\leq 1,7$ . Когда ожидается улучшенная химическая устойчивость, такой слой смешанных оксидов кремния и циркония, содержащий менее 15 вес. %  $ZrO$ , может присутствовать в четвертом покрытии и иметь толщину по меньшей мере 5 нм, альтернативно по меньшей мере 10 нм.

[35] Предпочтительные легированные алюминием оксиды цинка ( $AZOx$ ) содержат менее 10 вес. %  $Al$  и являются субстехиометрическими, так что показатель преломления составляет  $\leq 1,7$ .

[36] Предпочтительным материалом для слоя с низким показателем является оксид кремния, необязательно легированный алюминием или бором, или смешанный оксид кремния и алюминия, или смешанный оксид кремния и циркония.

[37] Показатель преломления при длине волны 550 нм материалов с высоким показателем преломления выше, чем показатель преломления материалов с низким показателем преломления. Показатели преломления материалов с высоким и низким показателями преломления могут отличаться на величину по меньшей мере 0,1, предпочтительно на величину по меньшей мере 0,2, более предпочтительно на величину по меньшей мере 0,25. Такая разница показателей преломления обеспечивает оптимальную контактную поверхность материала и, следовательно, оптимальное отражение р-поляризованного света.

[38] Отражающее р-поляризованный свет покрытие необязательно содержит первое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев материалов с высоким показателем преломления, и второе покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев материала с низким показателем преломления. Оптимальная пара покрытий обеспечивает улучшенное отражение р-поляризованного света, но с более высокими производственными затратами.

[39] В рамках настоящего изобретения как первое, так и второе покрытия необязательно присутствуют в отражающем покрытии для р-поляризованного света. То есть, когда необходимо обеспечить оптическое влияние, то как первое, так и второе покрытия присутствуют одновременно.

[40] Необязательное первое покрытие состоит из одного или нескольких слоев материала с высоким показателем преломления, независимо выбранных из материалов, описанных выше. Первое покрытие, если оно присутствует, может иметь толщину от 1 до

100 нм, альтернативно от 2 до 80 нм, альтернативно от 4 до 65 нм, альтернативно от 4 до 15 нм.

[41] Необязательное второе покрытие состоит из одного или нескольких слоев материала с низким показателем преломления, независимо выбранных из материалов, описанных выше. Второе покрытие, если оно присутствует, может иметь толщину от 1 до 220 нм, альтернативно от 2 до 210 нм, альтернативно от 4 до 200 нм, альтернативно от 100 до 200 нм.

[42] Третье покрытие состоит из одного или нескольких слоев материала с высоким показателем преломления, независимо выбранных из материалов, описанных выше. Третье покрытие может иметь толщину от 40 до 150 нм, альтернативно от 45 до 135 нм, альтернативно от 50 до 125 нм.

[43] Четвертое покрытие состоит из одного или нескольких слоев материала с низким показателем преломления, независимо выбранных из материалов, описанных выше. Четвертое покрытие может иметь толщину от 400 до 200 нм, альтернативно от 45 до 160 нм, альтернативно от 50 до 150 нм. В рамках настоящего изобретения четвертое покрытие является самым верхним и последним покрытием настоящего отражающего покрытия для р-поляризованного света.

[44] Таким образом, каждое из первого, второго, третьего или четвертого покрытий может независимо состоять из одиночного слоя или может содержать два или более слоев. Первое, второе, третье или четвертое покрытие также можно называть диэлектрическими слоями, выбранными из списков материалов, описанных выше.

[45] В некоторых случаях нижний слой покрытия может присутствовать в контакте с поверхностью прозрачной подложки. Такой нижний слой покрытия отличается от любого из первого или второго, или третьего, или четвертого покрытий. Такой нижний слой покрытия не обеспечивает никакого оптического влияния на отражающее покрытие для р-поляризованного света, но может функционировать в качестве диффузионного барьера от подложки или в качестве затравочного слоя для последовательных слоев. В предпочтительных вариантах осуществления нижний слой покрытия может присутствовать, в частности, при отсутствии первого и второго покрытий.

[46] В некоторых вариантах осуществления, когда первое и второе покрытия отсутствуют, подложка с покрытием содержит прозрачную подложку, обеспеченную отражающим покрытием для р-поляризованного света, последовательно содержащим, начиная с поверхности подложки,

- a. третье покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с высоким показателем преломления, причем третье покрытие имеет толщину от 40 до 150 нм, и
- b. четвертое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с низким показателем преломления, причем четвертое покрытие имеет толщину от 40 до 200 нм, и

дополнительно содержит по меньшей мере один первый слой поглощающего материала, причем указанный по меньшей мере один первый слой поглощающего материала имеет толщину от 0,2 до 15 нм, и указанный поглощающий материал имеет средний показатель  $n$  преломления выше 1 и средний коэффициент  $k$  экстинкции выше 0,1, причем средние значения  $n$  и  $k$  рассчитаны по значениям при длинах волн 450 нм, 550 нм и 650 нм.

[47] Под термином «поглощающий материал» подразумевается материал, который поглощает часть видимого излучения.

[48] Поглощающий материал может характеризоваться средним показателем  $n$  преломления выше 1 и средним коэффициентом  $k$  экстинкции выше 0,1, причем средние значения  $n$  и  $k$  рассчитаны по значениям  $n$  и  $k$  при 3 длинах волн, а именно 450 нм, 550 нм и 650 нм.

[49] Таким образом, среднее значение  $n$  рассчитывают с использованием значений показателя преломления материала при 3 длинах волн 450 нм, 550 нм и 650 нм. Среднее значение  $k$  рассчитывают с использованием значений коэффициента экстинкции материала при 3 длинах волн 450 нм, 550 нм и 650 нм.

[50] Специалист в данной области техники знаком с оптическими параметрами  $n$  и  $k$ . Программное обеспечение для оптического моделирования тонких пленок, такое как Thin Film Center или CODE, имеет свои собственные базы данных, но также обеспечивает надежный инструмент для специалиста в данной области техники, чтобы сопоставлять оптические модели  $n$  и  $k$  тонких пленок, осажденных с известной физической толщиной, и охарактеризованную подложку.

[51] По меньшей мере один первый слой поглощающего материала может быть выбран из NiCr, W, Nb, Zr, Ta, Pd, Si, Ti или сплавов на основе Ni и/или Cr, и/или W, или сплавов на основе Cr и Zr или на основе W и Zr или Cr, или на основе W и Ta, необязательно включая дополнительный элемент, выбранный из Ti, Nb, Ta, Ni и Sn; или из TiN, CrN, WN, NbN, TaN, ZrN, NiCrN или NiCrWN, или смеси этих нитридов.

[52] Нитриды также могут быть частично окислены при условии, что поглощение поддерживают при  $k$  выше 0,1 в диапазоне от 450 нм до 650 нм.

[53] Слой поглощающего материала может быть обеспечен по меньшей мере одним барьерным слоем выше и/или ниже указанного поглощающего слоя. Такой барьерный слой может иметь геометрическую толщину, составляющую от 5 до 50 нм. Примеры таких барьерных слоев включают нитрид кремния или легированный алюминием оксид цинка, или оксид титана, или смешанный оксид титана и циркония.

[54] То есть в некоторых случаях по меньшей мере один первый слой поглощающего материала может содержать слой NiCr или NiCrW, обеспеченный по меньшей мере одним барьером из нитрида кремния, или быть окружен первым диэлектрическим покрытием, образованным по существу из нитрида кремния, и вторым диэлектрическим покрытием, образованным по существу из нитрида кремния, каждое из которых независимо имеет геометрическую толщину, составляющую от 5 до 50 нм; или по меньшей мере один первый слой поглощающего материала может содержать слой Pd, окруженный первым диэлектрическим покрытием, образованным по существу из легированного алюминием оксида цинка, и вторым диэлектрическим покрытием, образованным по существу из легированного алюминием оксида цинка, каждое из которых независимо имеет геометрическую толщину, составляющую от 5 до 50 нм. Такой слой поглощающего материала обеспечивает оптимальное отражение р-поляризованного света с оптимальным поглощением света.

[55] По меньшей мере один первый слой поглощающего материала может быть предпочтительно выбран из NiCr, W, Nb, Pd, Si, Ti или сплавов на основе Ni и/или Cr, и/или W; или из TiN, CrN, WN, NbN, TaN, ZrN, NiCrN или NiCrWN, или смеси этих нитридов.

[56] По меньшей мере один первый слой поглощающего материала может быть более предпочтительно выбран из NiCr, W, Pd, Si, Ti или сплавов на основе Ni и/или Cr, и/или W; или из TiN, CrN, WN, NiCrN или NiCrWN, или смеси этих нитридов.

[57] Хотя это и не обязательно, тепловая стойкость поглощающего материала может быть полезной, то есть он предпочтительно остается по существу неизменным при тепловой обработке с температурой выше 400 °C.

[58] В некоторых случаях по меньшей мере один первый слой поглощающего материала может содержать один или несколько одиночных слоев в контакте друг с другом. В некоторых случаях по меньшей мере один первый слой поглощающего материала может иметь фракционный состав по всей своей толщине, как предусмотрено условиями осаждения.

[59] В рамках настоящего изобретения поглощающий материал не содержит серебро. Такой материал, как серебро, не обеспечивает необходимого усиления отражения р-поляризованного света из-за его низкого показателя  $n$  преломления ниже 1. Кроме того, в рамках настоящего изобретения отражающее покрытие для р-поляризованного света, в конечном итоге присутствующее на поверхности подложки, обращенной внутрь помещения (комнаты или транспортного средства), требует механической и химической стойкости, которую не может обеспечить такой материал, как серебро, поскольку серебро будет разлагаться и/или окисляться под воздействием окружающего воздуха, что сделает отражающее покрытие для р-поляризованного света неэффективным.

[60] По меньшей мере один первый слой поглощающего материала может иметь толщину от 0,2 до 15 нм, альтернативно от 0,5 до 15 нм, альтернативно от 2 до 12 нм.

[61] По меньшей мере один первый слой поглощающего материала может быть

- 1) либо вставлен между по меньшей мере двумя смежными покрытиями из указанных первого (если оно присутствует), второго (если оно присутствует), третьего или четвертого покрытий, либо
- 2) вставлен внутри по меньшей мере одного из указанных первого (если оно присутствует), второго (если оно присутствует), третьего или четвертого покрытий.

[62] Когда по меньшей мере один первый слой поглощающего материала вставлен между по меньшей мере двумя смежными покрытиями из указанных первого, второго, третьего или четвертого покрытий, это означает, что по меньшей мере один первый слой поглощающего материала может быть вставлен между необязательными первым и вторым покрытиями, если они присутствуют; или вставлен между вторым, если оно присутствует, и третьим покрытиями; или вставлен между третьим и четвертым покрытиями.

[63] Если указанные первое и второе покрытия отсутствуют, то по меньшей мере один первый слой поглощающего материала может быть вставлен либо между смежными третьим или четвертым покрытиями, либо внутри по меньшей мере одного из третьего или четвертого покрытий.

[64] Если указанные первое и второе покрытия присутствуют, то по меньшей мере один первый слой поглощающего материала может быть

- 1) либо вставлен между по меньшей мере двумя смежными покрытиями из указанных первого, второго, третьего или четвертого покрытий, либо
- 2) вставлен внутри по меньшей мере одного из указанных первого, второго, третьего или четвертого покрытий.

[65] По меньшей мере один слой поглощающего материала ни в одном из случаев не расположен выше четвертого покрытия или над ним, причем указанное четвертое покрытие является последним слоем набора из тонких слоев.

[66] Схематично выразить такие возможности можно следующим образом:

- подложка/Н3/ABS/L4 или
- подложка/Н1/ABS/L2/Н3/L4, или
- подложка/Н1/L2/ABS/Н3/L4, или
- подложка/Н1/L2/Н3/ABS/L4,

при этом Н1 и Н3 представляют первое и третье покрытия (покрытия с высоким показателем преломления), L2 и L4 представляют второе и четвертое покрытия (покрытия с низким показателем преломления), и ABS представляет собой по меньшей мере один первый слой поглощающего материала.

[67] Когда по меньшей мере один первый слой поглощающего материала вставлен внутри по меньшей мере одного из указанных первого, второго, третьего или четвертого покрытий, это означает, что по меньшей мере один первый слой поглощающего материала может быть вставлен внутри необязательного первого покрытия, если оно присутствует; или внутри необязательного второго покрытия, если оно присутствует; или внутри третьего покрытия; или внутри четвертого покрытия. Действительно, присутствие множества слоев обеспечивает возможность вставки по меньшей мере одного поглощающего материала внутри любого одного из указанных покрытий.

[68] Схематично выразить такие возможности можно следующим образом:

- подложка/Н3а/ABS/Н3b/L4 или
- подложка/Н3/L4а/ABS/L4b, или
- подложка/Н1а/ABS/Н1b/L2/Н3/L4, или
- подложка/Н1/L2а/ABS/L2b/Н3/L4, или
- подложка/Н1/L2/Н3а/ABS/Н3b/L4, или
- подложка/Н1/L2/Н3/L4а/ABS/L4b,

при этом Н1 и Н3 представляют первое и третье покрытия (покрытия с высоким показателем преломления), L2 и L4 представляют второе и четвертое покрытия (покрытия с низким показателем преломления), каждое из которых обозначено буквами «а» и «b», когда указанное покрытие отделяют посредством вставки по меньшей мере одного поглощающего слоя, и ABS представляет собой по меньшей мере один первый слой поглощающего материала.

[69] Преимущество настоящей подложки с покрытием, содержащей прозрачную подложку, обеспеченную отражающим покрытием для р-поляризованного света, заключается в том, что, когда падающий р-поляризованный свет отражается от стороны стекла с покрытием, фактор усиления поляризации (PEF)  $R_p\text{-pol}/R_v(\text{in})$  (%) (отражение р-поляризованного света / внутреннее отражение в видимом диапазоне) увеличивается на по меньшей мере 6 %, когда присутствуют только третье и четвертое покрытия, альтернативно на по меньшей мере 8 %, альтернативно на по меньшей мере 10 %, по сравнению с аналогичным отражающим покрытием для р-поляризованного света без по меньшей мере одного слоя поглощающего материала, под углом падения р-поляризованного света от 42 до 72°, альтернативно под углом 65°. Когда присутствуют первое, второе, третье и четвертое покрытия, фактор усиления поляризации (PEF)  $R_p\text{-pol}/R_v(\text{in})$  увеличивается на по меньшей мере 3 %, по сравнению с аналогичным отражающим покрытием для р-поляризованного света без по меньшей мере одного слоя поглощающего материала, под углом падения р-поляризованного света от 42 до 72°, альтернативно под углом 65°. То есть  $R_p\text{-pol}$  увеличивается, тогда как  $R_v(\text{in})$  либо сохраняется на том же уровне (с отклонением не более 5 %), либо даже уменьшается. Без ограничения теорией считается, что выбранный слой поглощающего материала улучшает отражение р-поляризованного света от поверхности с покрытием, в то же время снижая общее отражение благодаря поглощению.

[70] Настоящее отражающее покрытие для р-поляризованного света показывает увеличение поглощения по сравнению с аналогичным отражающим покрытием для р-поляризованного света без его слоя поглощающего материала. Увеличение поглощения, обеспечиваемое присутствием слоя поглощающего материала в отражающем покрытии для р-поляризованного света согласно настоящему изобретению, может составлять по меньшей мере 1,5 % на прозрачном стекле с источником света А, СIE 2°. В некоторых случаях увеличение может составлять по меньшей мере 2 %. В некоторых случаях увеличение может составлять по меньшей мере 5 %. В тех случаях, когда слой серебра можно рассматривать в качестве поглощающего материала, в отличие от настоящего изобретения, такое увеличение поглощения не наблюдается, то есть такое увеличение составляет  $< 1,5$  %.

[71] Настоящее отражающее покрытие для р-поляризованного света рассматривают в качестве непроводящего покрытия, то есть его поверхностное сопротивление может составлять  $> 100$  Ом/квadrat. Это обеспечивает преимущество того, что настоящая подложка с покрытием, содержащая прозрачную подложку, обеспеченную отражающим

покрытием для р-поляризованного света, не требует удаления покрытия, чтобы быть совместимой для использования в современных системах помощи водителю (ADAS) или совместимой с электромагнитной связью, проводимой через стекло. Это было бы невозможно, если бы слой серебра рассматривали в качестве поглощающего материала.

[72] Настоящее отражающее покрытие для р-поляризованного света не рассматривают в качестве покрытия с низкой излучательной способностью. Покрытия с низкой излучательной способностью, как правило, могут характеризоваться излучательной способностью 0,4 или менее или 0,2 или менее. С другой стороны, настоящее отражающее покрытие для р-поляризованного света может характеризоваться излучательной способностью более 0,5 или более 0,6, или даже более 0,7.

[73] В некоторых случаях может присутствовать второй слой поглощающего материала, отличающийся от первого слоя поглощающего материала, при условии, что он находится в другом положении относительно первого слоя поглощающего материала. Таким образом, указанный второй слой поглощающего материала может быть

- 1) либо вставлен между двумя смежными слоями диэлектрика по меньшей мере одного из указанных первого (если оно присутствует), второго (если оно присутствует), третьего или четвертого покрытий; либо
- 2) вставлен внутри по меньшей мере одного из указанных первого (если оно присутствует), второго (если оно присутствует), третьего или четвертого покрытий, причем местоположение второго слоя поглощающего материала отличается от местоположения первого слоя поглощающего материала.

[74] Если указанные первое и второе покрытия отсутствуют, то второй слой поглощающего материала может быть вставлен либо между смежными третьим или четвертым покрытиями, либо внутри по меньшей мере одного из третьего или четвертого покрытий.

[75] Если указанные первое и второе покрытия присутствуют, то второй слой поглощающего материала может быть

- 1) либо вставлен между по меньшей мере двумя смежными покрытиями из указанных первого, второго, третьего или четвертого покрытий, либо
- 2) вставлен внутри по меньшей мере одного из указанных первого, второго, третьего или четвертого покрытий.

[76] Если он присутствует, второй слой поглощающего материала не находится в контакте с первым слоем поглощающего материала.

[77] Первый и второй слои поглощающего материала могут содержать один и тот же материал, как обсуждалось выше, или могут содержать разные материалы.

[78] Способ обеспечения подложки с покрытием включает следующие этапы:

- обеспечение прозрачной подложки;

- и осаждение

a. необязательно

i. первого покрытия, состоящего из одного или нескольких слоев с высоким показателем преломления, причем первое покрытие имеет толщину от 1 до 100 нм, и

ii. второго покрытия, состоящего из одного или нескольких слоев с низким показателем преломления, причем второе покрытие имеет толщину от 1 до 220 нм, и

b. третьего покрытия, состоящего из одного или нескольких слоев с высоким показателем преломления, причем третье покрытие имеет толщину от 40 до 150 нм, и

c. четвертого покрытия, состоящего из одного или нескольких слоев с низким показателем преломления, причем четвертое покрытие имеет толщину от 40 до 200 нм, и

- дополнительное осаждение по меньшей мере одного первого слоя поглощающего материала так, чтобы указанный первый слой материала, усиливающего поляризацию, был

- либо вставлен между по меньшей мере двумя смежными покрытиями из указанных первого, второго, третьего или четвертого покрытий, либо

- вставлен внутри по меньшей мере одного из указанных первого, второго, третьего или четвертого покрытий.

[79] Способы осаждения разных покрытий включают химическое осаждение из паровой фазы (CVD), плазмохимическое осаждение из паровой фазы (PECVD), физическое осаждение из паровой фазы (PVD), магнетронное распыление, нанесение покрытия влажным способом и т. д. Разные слои соответствующих покрытий могут быть осаждены с использованием разных технических решений.

[80] В некоторых вариантах осуществления слои с низким показателем преломления четвертого и необязательного второго покрытий могут быть осаждены посредством способа PECVD, такого как способ PECVD на полом катоде. Этот способ обеспечивает

дополнительное преимущество в виде сниженных расходов и высокой скорости осаждения.

**[81]** Этап осаждения по меньшей мере одного первого слоя поглощающего материала следует исполнять таким образом, чтобы он не окислялся полностью, чтобы он мог действовать в качестве эффективного слоя, усиливающего поляризацию. Следовательно, газовая атмосфера во время осаждения предпочтительно представляет собой аргон, азот или смесь аргона и азота. Окисление может происходить во время осаждения последующего слоя, однако для выполнения в рамках настоящего изобретения требуется минимальная толщина неокисленного поглощающего материала, составляющая по меньшей мере 0,2 нм.

**[82]** За этапом осаждения может следовать этап термической обработки. Разновидности термической обработки включают нагрев остекления до температуры по меньшей мере 560 °С на воздухе, например, от 560 °С до 700 °С, в частности, от приблизительно 640 °С до 670 °С, в течение приблизительно 3, 4, 6, 8, 10, 12 или даже 15 минут в соответствии с типом тепловой обработки и толщиной остекления. Обработка может включать этап быстрого охлаждения после этапа нагрева для внесения разности напряжений между поверхностями и сердцевиной стекла так, чтобы в случае удара лист т. н. закаленного стекла безопасно разрушался на мелкие куски. Если этап охлаждения будет проходить в более мягких условиях, тогда стекло просто станет термоупрочненным и в любом случае будет обладать улучшенной механической устойчивостью.

**[83]** Настоящее изобретение также обеспечивает многослойное остекление, содержащее наружную панель, имеющую первую поверхность и вторую поверхность, и внутреннюю панель, имеющую первую поверхность и вторую поверхность, причем оба листа скреплены по меньшей мере одним листом материала промежуточного слоя, что обеспечивает контакт между первой поверхностью внутренней панели и второй поверхностью наружной панели, при этом внутренний лист представляет собой подложку с покрытием, содержащую прозрачную подложку, обеспеченную отражающим покрытием для р-поляризованного света на ее второй поверхности, последовательно содержащим, начиная с поверхности подложки,

1) обязательно

- i. первое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с высоким показателем преломления, причем первое покрытие имеет толщину от 1 до 100 нм, и

- ii. второе покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с низким показателем преломления, причем второе покрытие имеет толщину от 1 до 220 нм, и
- 2) третье покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с высоким показателем преломления, причем третье покрытие имеет толщину от 40 до 150 нм, и
- 3) четвертое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с низким показателем преломления, причем четвертое покрытие имеет толщину от 40 до 200 нм, и

дополнительно содержащую по меньшей мере один первый слой поглощающего материала, причем указанный по меньшей мере один первый слой поглощающего материала имеет толщину от 0,2 до 15 нм, и указанный поглощающий материал имеет средний показатель  $n$  преломления выше 1 и средний коэффициент  $k$  экстинкции выше 0,1, причем средние значения  $n$  и  $k$  рассчитаны по значениям при длинах волн 450 нм, 550 нм и 650 нм.

**[84]** То есть настоящее изобретение также относится к многослойному остеклению, содержащему по меньшей мере две панели, скрепленные вместе по меньшей мере одним листом материала промежуточного слоя, при этом по меньшей мере одна из панелей представляет собой подложку с покрытием, описанную выше. Панели могут быть выбраны из прозрачных подложек, описанных выше.

**[85]** Многослойное остекление содержит наружную панель, имеющую первую поверхность (P1) и вторую поверхность (P2), и внутреннюю панель, имеющую первую поверхность (P3) и вторую поверхность (P4). Наружная панель многослойного остекления является той панелью, которая находится в контакте с внешней средой транспортного средства или здания. Внутренняя панель является той панелью, которая находится в контакте с внутренним пространством транспортного средства или здания. Две панели удерживаются в контакте с наслаивающимся листом или промежуточным слоем, служащим для обеспечения сцепления и контакта между двумя листами стекла. Промежуточный слой обеспечивает контакт между первой поверхностью (P3) внутренней панели и второй поверхностью (P2) наружной панели.

**[86]** В настоящем многослойном остеклении подложка с покрытием представляет собой внутреннюю панель, и указанный лист присутствует в многослойном остеклении, так что отражающее покрытие для р-поляризованного света присутствует на второй поверхности внутренней панели, то есть на P4. Таким образом, вторая поверхность внутренней панели

обеспечена отражающим покрытием для р-поляризованного света и, таким образом, представляет собой открытую поверхность многослойного остекления, обращенную во внутреннее пространство транспортного средства или здания.

[87] Промежуточный слой, как правило, содержит термопластичные материалы, например, поливинилбутираль (PVB), этиленвинилацетат (EVA), полиуретан (PU), полиэтилентерефталат (PET), поликарбонат или несколько их слоев, как правило, общей толщиной от 0,3 до 0,9 мм. Промежуточный слой может содержать красители, а значит может быть цветным промежуточным слоем.

[88] В некоторых случаях, когда прозрачная подложка не имеет цвета, промежуточный слой может представлять собой цветной промежуточный слой. Такой цветной промежуточный слой может обеспечивать превосходный внешний вид с точки зрения наблюдателя снаружи.

[89] Промежуточный слой может иметь равномерную толщину по всей своей поверхности между двумя панелями или может иметь неравномерную толщину по всей своей поверхности, то есть промежуточный слой может представлять собой «клиновидный» промежуточный слой.

[90] Промежуточный слой может содержать материал, поглощающий свет, или любые другие полимеры, приводящие к интерференции света, если того требует конечное применение, при условии, что первоначальная цель настоящего изобретения не попадает под удар.

[91] В рамках настоящего изобретения отражающее покрытие для инфракрасного (ИК) излучения, содержащее  $n$  слоев на основе отражающего функционального слоя для инфракрасного (ИК) излучения и  $n+1$  диэлектрических слоев, при этом каждый слой на основе отражающего функционального слоя для ИК-излучения расположен между двумя диэлектрическими слоями, может быть необязательно предусмотрено между наружной панелью и внутренней панелью многослойного остекления. То есть отражающее покрытие для инфракрасного (ИК) излучения может быть нанесено на по меньшей мере одну из первой поверхности внутренней панели (P3) или второй поверхности наружной панели (P2) или встроено в промежуточный слой.

[92] Таким образом, настоящее многослойное остекление может дополнительно содержать, на по меньшей мере одной из первой поверхности внутренней панели или второй поверхности наружной панели или во встроеном в промежуточный слой виде, отражающее покрытие для инфракрасного излучения, содержащее  $n$  слоев на основе отражающего функционального слоя для ИК-излучения и  $n+1$  диэлектрических слоев,

причем каждый слой на основе отражающего функционального слоя для ИК-излучения расположен между двумя диэлектрическими слоями. Такие отражающие покрытия для инфракрасного излучения, как правило, могут характеризоваться излучательной способностью 0,1 или менее или предпочтительно 0,08 или менее, или более предпочтительно 0,05 или менее.

[93] ИК-покрытие является совместимым со всеми предыдущими вариантами осуществления, описанными выше. Такое ИК-покрытие не препятствует выполнению функций отражающего покрытия для р-поляризованного света, то есть отражающее покрытие для р-поляризованного света по-прежнему обеспечивает отражение р-поляризованного света, пригодное для отражения ясного и четкого представления изображений на остеклении в системе HUD.

[94] В рамках настоящего изобретения термины «ниже», «внизу», «под» указывают относительное положение слоя относительно следующего слоя в пределах последовательности слоев, начиная от подложки. В рамках настоящего изобретения термины «над», «верхний», «поверх», «на» указывают относительное положение слоя относительно следующего слоя в пределах последовательности слоев, начиная от подложки.

[95] В рамках настоящего изобретения относительные положения слоев в ИК-покрытии не обязательно предполагают непосредственный контакт. То есть между первым и вторым слоями может быть обеспечен некоторый промежуточный слой. В некоторых случаях слой может фактически состоять из нескольких отдельных слоев (или подслоев).

[96] В некоторых случаях относительное положение может предполагать непосредственный контакт, и это будет указано.

[97] Отражающий металлический функциональный слой для ИК-излучения (или функциональный слой) может быть изготовлен из серебра или алюминия, или их сплавов, в конечном итоге легированных менее чем 15 вес. % платины, палладия или золота. Функциональный слой может иметь толщину от 5 до 22 нм, альтернативно от 7 до 20 нм, альтернативно от 8 до 18 нм. Диапазон толщины функционального слоя будет оказывать влияние на проводимость, излучательную способность, солнцезащитную функцию и светопропускание второго покрытия.

[98] Диэлектрические слои могут обычно содержать оксиды, нитриды, оксинитриды или оксикарбиды Zn, Sn, Ti, Zr, In, Al, Bi, Ta, Mg, Nb, Y, Ga, Sb, Mg, Si и их смеси. Эти материалы могут быть необязательно легированными, причем примеры легирующих добавок включают алюминий, цирконий или их смеси. Легирующая добавка или смесь

легирующих добавок может присутствовать в количестве вплоть до 15 вес. %. Типичные примеры диэлектрических материалов включают, но без ограничения, оксиды на основе кремния, нитриды на основе кремния, оксиды цинка, оксиды олова, смешанные оксиды цинка-олова, нитриды кремния, оксинитриды кремния, оксиды титана, оксиды алюминия, оксиды циркония, оксиды ниобия, нитриды алюминия, оксиды висмута, смешанные нитриды кремния-циркония и смеси по меньшей мере двух из них, такие как, например, оксид титана-циркония.

**[99]** ИК-покрытие может содержать затравочный слой ниже по меньшей мере одного функционального слоя, и/или покрытие может содержать барьерный слой на по меньшей мере одном функциональном слое. Данный функциональный слой может быть обеспечен либо затравочным слоем, либо барьерным слоем, либо обоими из них. Первый функциональный слой может быть обеспечен любым одним или обоими из затравочного и барьерного слоев, и второй функциональный слой может быть обеспечен любым одним или обоими из затравочного и барьерного слоев, и т. д. Эти конструкции не являются взаимоисключающими. Затравочный и/или барьерный слои могут иметь толщину от 0,1 до 35 нм, альтернативно от 0,5 до 25 нм, альтернативно от 0,5 до 15 нм, альтернативно от 0,5 до 10 нм.

**[100]** ИК-покрытие может также содержать тонкий слой абляционного материала, имеющий толщину  $< 15$  нм, альтернативно  $< 9$  нм, который предусмотрен в контакте с по меньшей мере одним функциональным слоем и над ним, и который может быть выбран из группы, содержащей титан, цинк, никель, алюминий, хром и их смеси.

**[101]** ИК-покрытие может необязательно содержать поверхностное покрытие или верхний слой в качестве последнего слоя, предназначенного для защиты находящегося под ним набора от повреждения. Такое поверхностное покрытие содержит оксиды Ti, Zr, Si, Al или их смеси; нитриды Si, Al или их смеси; слои на основе углерода (такого как графит или алмазоподобный углерод).

**[102]** Примеры ИК-покрытий включают те покрытия, которые содержат:

\* отражающий инфракрасное (ИК) излучение слой, находящийся в контакте и расположенный между первым и вторым слоями, причем указанный второй слой содержит NiCrOx; и

\* при этом по меньшей мере указанный второй слой, содержащий NiCrOx, имеет такую степень окисления, что первая часть указанного второго слоя вблизи указанного отражающего инфракрасное (ИК) излучение слоя является менее окисленной, чем

вторая часть указанного второго слоя, находящаяся дальше от указанного отражающего инфракрасное (ИК) излучение слоя.

**[103]** Примеры ИК-покрытий также включают те покрытия, которые содержат: диэлектрический слой; первый слой, содержащий оксид цинка, расположенный поверх диэлектрического слоя; отражающий инфракрасное (ИК) излучение слой, содержащий серебро, расположенный поверх и в контакте с первым слоем, содержащим оксид цинка; слой, содержащий оксид NiCr, расположенный поверх и в контакте с отражающим ИК-излучение слоем; второй слой, содержащий оксид цинка, расположенный поверх и в контакте со слоем, содержащим оксид NiCr; и еще один диэлектрический слой, расположенный поверх второго слоя, содержащего оксид цинка;

или те покрытия, которые содержат: первый диэлектрический слой; первый отражающий инфракрасное (ИК) излучение слой, содержащий серебро, расположенный поверх по меньшей мере первого диэлектрического слоя; первый слой, содержащий оксид цинка, расположенный поверх по меньшей мере первого отражающего ИК-излучение слоя и первого диэлектрического слоя; второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий серебро, расположенный поверх и в контакте с первым слоем, содержащим оксид цинка; слой, содержащий оксид NiCr, расположенный поверх и в контакте со вторым отражающим ИК-излучение слоем; второй слой, содержащий оксид цинка, расположенный поверх и в контакте со слоем, содержащим оксид NiCr; и еще один диэлектрический слой, расположенный поверх по меньшей мере второго слоя, содержащего оксид цинка.

**[104]** Дополнительные подходящие примеры ИК-покрытий включают солнцезащитное покрытие, содержащее

- основной диэлектрический слой, содержащий по меньшей мере основной диэлектрический нижний слой и основной диэлектрический верхний слой, состав которого отличается от состава основного диэлектрического нижнего слоя, причем основной диэлектрический верхний слой содержит любой один из оксида цинка или смешанного оксида Zn и по меньшей мере одного дополнительного материала X, в котором соотношение X/Zn в основном диэлектрическом верхнем слое составляет от 0,02 до 0,5 по весу, и в котором X представляет собой один или несколько из материалов, выбранных из группы, содержащей Sn, Al, Ga, In, Zr, Sb, Bi, Mg, Nb, Ta и Ti,

- первый металлический отражающий инфракрасное излучение слой, такой как серебро или алюминий, или их смеси, в конечном итоге легированные менее чем 15 вес. % платины, палладия или золота,
- первый барьерный слой,
- центральный диэлектрический слой, содержащий по меньшей мере центральный диэлектрический нижний слой и центральный диэлектрический верхний слой, состав которого отличается от состава центрального диэлектрического нижнего слоя, причем центральный диэлектрический нижний слой находится в непосредственном контакте с первым барьерным слоем и центральным диэлектрическим верхним слоем; центральный диэлектрический верхний слой содержит любой один из оксида цинка или смешанного оксида Zn и по меньшей мере одного дополнительного материала Y, в котором соотношение Y/Zn в основном диэлектрическом верхнем слое составляет от 0,02 до 0,5 по весу, и в котором Y представляет собой один или несколько из материалов, выбранных из группы, содержащей Sn, Al, Ga, In, Zr, Sb, Bi, Mg, Nb, Ta и Ti,
- второй металлический отражающий инфракрасное излучение слой, такой как серебро или алюминий, или их смеси, в конечном итоге легированные менее чем 15 вес. % платины, палладия или золота,
- второй барьерный слой,
- верхний диэлектрический слой.

[105] Еще один дополнительный пример подходящих ИК-покрытий включает солнцезащитное покрытие, содержащее

- основной диэлектрический слой, содержащий по меньшей мере основной диэлектрический нижний слой и основной диэлектрический верхний слой, состав которого отличается от состава основного диэлектрического нижнего слоя, причем основной диэлектрический верхний слой содержит любой один из оксида цинка или смешанного оксида Zn и по меньшей мере одного дополнительного материала X, в котором соотношение X/Zn в основном диэлектрическом верхнем слое составляет от 0,02 до 0,5 по весу, и в котором X представляет собой один или несколько из материалов, выбранных из группы, содержащей Sn, Al, Ga, In, Zr, Sb, Bi, Mg, Nb, Ta и Ti,

- первый металлический отражающий инфракрасное излучение слой, такой как серебро или алюминий, или их смеси, в конечном итоге легированные менее чем 15 вес. % платины, палладия или золота,
- первый барьерный слой,
- второй диэлектрический слой, содержащий по меньшей мере второй диэлектрический нижний слой и второй диэлектрический верхний слой, состав которого отличается от состава второго диэлектрического нижнего слоя, причем второй диэлектрический нижний слой находится в непосредственном контакте с первым барьерным слоем и вторым диэлектрическим верхним слоем; второй диэлектрический верхний слой содержит любой один из оксида цинка или смешанного оксида Zn и по меньшей мере одного дополнительного материала Y, в котором соотношение Y/Zn во втором диэлектрическом верхнем слое составляет от 0,02 до 0,5 по весу, и в котором Y представляет собой один или несколько из материалов, выбранных из группы, содержащей Sn, Al, Ga, In, Zr, Sb, Bi, Mg, Nb, Ta и Ti,
- второй металлический отражающий инфракрасное излучение слой, такой как серебро или алюминий, или их смеси, в конечном итоге легированные менее чем 15 вес. % платины, палладия или золота,
- второй барьерный слой,
- третий диэлектрический слой, содержащий по меньшей мере третий диэлектрический нижний слой и третий диэлектрический верхний слой, состав которого отличается от состава третьего диэлектрического нижнего слоя, причем третий диэлектрический нижний слой находится в непосредственном контакте со вторым барьерным слоем и третьим диэлектрическим верхним слоем; третий диэлектрический верхний слой содержит любой один из оксида цинка или смешанного оксида Zn и по меньшей мере одного дополнительного материала Y, в котором соотношение Y/Zn в третьем диэлектрическом верхнем слое составляет от 0,02 до 0,5 по весу, и в котором Y представляет собой один или несколько из материалов, выбранных из группы, содержащей Sn, Al, Ga, In, Zr, Sb, Bi, Mg, Nb, Ta и Ti,
- третий металлический отражающий инфракрасное излучение слой, такой как серебро или алюминий, или их смеси, в конечном итоге легированные менее чем 15 вес. % платины, палладия или золота,
- третий барьерный слой,

- верхний диэлектрический слой.

[106] В таких наборах основной диэлектрический верхний слой может находиться в непосредственном контакте с первым отражающим инфракрасное излучение слоем. Центральный диэлектрический верхний слой может находиться в непосредственном контакте со вторым отражающим инфракрасное излучение слоем. Верхние слои как основного диэлектрического слоя, так и центрального, первого и второго диэлектрических слоев могут независимо иметь геометрическую толщину в пределах диапазона от приблизительно 3 до 20 нм. Один или оба из дополнительных материалов X и Y могут представлять собой Sn и/или Al. Доля Zn в смешанном оксиде, образующем основной диэлектрический верхний слой и/или образующем центральный диэлектрический верхний слой, может являться такой, что соотношение X/Zn и/или соотношение Y/Zn составляют от приблизительно 0,03 до 0,3 по весу. Первый и/или второй, и/или третий барьерные слои могут представлять собой слой, содержащий Ti и/или содержащий оксид Ti, и каждый из них может независимо иметь геометрическую толщину от 0,5 до 7 нм. Основной диэлектрический верхний слой и/или центральный, и/или второй, и/или третий диэлектрические верхние слои могут независимо иметь геометрическую толщину < 20 нм, альтернативно < 15 нм, альтернативно < 13 нм, альтернативно < 11 нм и > 3 нм, альтернативно > 5 нм, альтернативно > 10 нм. Каждый из отражающих инфракрасное излучение слоев может независимо иметь толщину от 2 до 22 нм, альтернативно от 5 до 20 нм, альтернативно от 8 до 18 нм. Верхний диэлектрический слой может содержать по меньшей мере один слой, содержащий смешанный оксид Zn и по меньшей мере одного дополнительного материала Ma, в котором соотношение Ma/Zn в этом слое составляет от 0,02 до 2,0 по весу, и в котором Ma представляет собой один или несколько из материалов, выбранных из группы, содержащей Sn, Al, Ga, In, Zr, Sb, Bi, Mg, Nb, Ta и Ti.

[107] Конкретный пример такого солнцезащитного покрытия представлен ниже в таблице 0, в которой ZnSnO<sub>x</sub> представляет собой смешанный оксид, содержащий Zn и Sn, осажденные с помощью реактивного напыления мишени, которая представляет собой сплав или смесь Zn и Sn, в присутствии кислорода. Альтернативно слой смешанного оксида может быть образован с помощью напыления мишени, которая представляет собой смесь оксида цинка и оксида дополнительного материала, в частности, в газообразном аргоне или обогащенной аргоном кислородсодержащей атмосфере.

[108] Барьеры из Ti осаждают путем напыления мишени из Ti, которая находится в чистой аргонной или обогащенной аргоном кислородсодержащей атмосфере, с целью осаждения барьера, который не является полностью окисленным. Состояние окисления в

каждом из основного, центрального и верхнего диэлектрических слоев  $ZnSnO_x$  не обязательно является одинаковым. Аналогично состояние окисления в каждом из барьеров из  $Ti$  не обязательно является одинаковым. Каждый лежащий выше барьер защищает лежащий ниже него слой серебра от окисления в ходе осаждения методом напыления лежащего выше него оксидного слоя  $ZnSnO_x$ . И хотя в ходе осаждения оксидных слоев, лежащих выше барьерных слоев, может происходить их дальнейшее окисление, часть этих барьеров может оставаться в металлической форме или в форме оксида, который не является полностью окисленным, для обеспечения барьера для и в ходе последующей тепловой обработки панели остекления.

**ТАБЛИЦА А**

(соотношение Sn/Zn по весу)	Геометрическая толщина
Стеклоподложка	1,1–3 мм
Основной диэлектрический слой, содержащий: нижний слой $ZnSnO_x$ (0,7) верхний слой $ZnSnO_x$ (0,17)	15–30 нм 7–12 нм
Ag	8–12 нм
лежащий выше барьер из $Ti$	4–9 нм
Центральный диэлектрический слой, содержащий центральный нижний слой $ZnSnO_x$ (0,7) верхний слой $ZnSnO_x$ (0,17)	60–70 нм 7–12 нм
Ag	8–12 нм
лежащий выше барьер из $Ti$	4–9 нм
Верхний диэлектрический слой, содержащий: нижний слой $ZnSnO_x$ (0,17) верхний слой $ZnSnO_x$ (0,7)	6–9 нм 11–18 нм
Защитное поверхностное покрытие из $Ti$	2–8 нм

[109] Оптимальное ИК-покрытие, подходящее для настоящего изобретения, может содержать следующие последовательные слои:

- основной диэлектрический слой, содержащий основной диэлектрический нижний слой и основной диэлектрический верхний слой, состав которого отличается от состава основного диэлектрического нижнего слоя,
- причем основной диэлектрический нижний слой содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,5 до 2 по весу,
- причем основной диэлектрический верхний слой содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,02 до 0,5 по весу,
- первый отражающий инфракрасное излучение слой, содержащий металлическое серебро,
- первый барьерный слой,
- центральный диэлектрический слой, содержащий центральный диэлектрический нижний слой и центральный диэлектрический верхний слой, состав которого отличается от состава центрального диэлектрического нижнего слоя, который находится в непосредственном контакте с первым барьерным слоем и содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,5 до 2,
- причем центральный диэлектрический верхний слой содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,02 до 0,5 по весу,
- второй отражающий инфракрасное излучение слой, содержащий металлическое серебро,
- второй барьерный слой,
- верхний диэлектрический слой.

[110] Такое оптимальное ИК-покрытие, подходящее для настоящего изобретения, может содержать следующие последовательные слои и иметь следующие геометрические толщины:

- основной диэлектрический слой, содержащий основной диэлектрический нижний слой и основной диэлектрический верхний слой, состав которого отличается от состава основного диэлектрического нижнего слоя,
- причем основной диэлектрический нижний слой содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,5 до 2 по весу, и имеет геометрическую толщину 15–25 нм,

- причем основной диэлектрический верхний слой содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,02 до 0,5 по весу, и имеет геометрическую толщину 5–15 нм,
- первый отражающий инфракрасное излучение слой, содержащий металлическое серебро, имеющий геометрическую толщину 8–16 нм,
- первый барьерный слой, имеющий геометрическую толщину 3–8 нм,
- центральный диэлектрический слой, содержащий центральный диэлектрический нижний слой и центральный диэлектрический верхний слой, состав которого отличается от состава центрального диэлектрического нижнего слоя, который находится в непосредственном контакте с первым барьерным слоем и содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,5 до 2, и имеет геометрическую толщину 58–74 нм,
- причем центральный диэлектрический верхний слой содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,02 до 0,5 по весу, и имеет геометрическую толщину 5–15 нм,
- второй отражающий инфракрасное излучение слой, содержащий металлическое серебро, имеющий геометрическую толщину 8–16 нм,
- второй барьерный слой, имеющий геометрическую толщину 3–8 нм,
- верхний диэлектрический слой, имеющий геометрическую толщину 14–22 нм,
- необязательное поверхностное покрытие, имеющее геометрическую толщину 2–8 нм.

**[111]** Дополнительное оптимальное ИК-покрытие, подходящее для настоящего изобретения, может содержать следующие последовательные слои:

- основной диэлектрический слой, содержащий основной диэлектрический нижний слой и основной диэлектрический верхний слой, состав которого отличается от состава основного диэлектрического нижнего слоя,
- причем основной диэлектрический нижний слой содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,5 до 2 по весу,
- причем основной диэлектрический верхний слой содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,02 до 0,5 по весу,
- первый отражающий инфракрасное излучение слой, содержащий металлическое серебро,
- первый барьерный слой,

- второй диэлектрический слой, содержащий второй диэлектрический нижний слой и второй диэлектрический верхний слой, состав которого отличается от состава второго диэлектрического нижнего слоя, который находится в непосредственном контакте с первым барьерным слоем и содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,5 до 2,
- причем второй диэлектрический верхний слой содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,02 до 0,5 по весу,
- второй отражающий инфракрасное излучение слой, содержащий металлическое серебро,
- второй барьерный слой,
- третий диэлектрический слой, содержащий третий диэлектрический нижний слой и третий диэлектрический верхний слой, состав которого отличается от состава третьего диэлектрического нижнего слоя, который находится в непосредственном контакте со вторым барьерным слоем и содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,5 до 2,
- причем третий диэлектрический верхний слой содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,02 до 0,5 по весу,
- третий отражающий инфракрасное излучение слой, содержащий металлическое серебро,
- третий барьерный слой,
- верхний диэлектрический слой.

[112] Такое дополнительное оптимальное ИК-покрытие, подходящее для настоящего изобретения, может содержать следующие последовательные слои и иметь следующие геометрические толщины:

- основной диэлектрический слой, содержащий основной диэлектрический нижний слой и основной диэлектрический верхний слой, состав которого отличается от состава основного диэлектрического нижнего слоя,
- причем основной диэлектрический нижний слой содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,5 до 2 по весу, и имеет геометрическую толщину 25–35 нм,

- причем основной диэлектрический верхний слой содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,02 до 0,5 по весу, и имеет геометрическую толщину 5–15 нм,
- первый отражающий инфракрасное излучение слой, содержащий металлическое серебро, имеющий геометрическую толщину 10–16 нм,
- первый барьерный слой, имеющий геометрическую толщину 3–8 нм,
- второй диэлектрический слой, содержащий второй диэлектрический нижний слой и второй диэлектрический верхний слой, состав которого отличается от состава второго диэлектрического нижнего слоя, который находится в непосредственном контакте с первым барьерным слоем и содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,5 до 2, и имеет геометрическую толщину 58–74 нм,
- причем второй диэлектрический верхний слой содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,02 до 0,5 по весу, и имеет геометрическую толщину 5–15 нм,
- второй отражающий инфракрасное излучение слой, содержащий металлическое серебро, имеющий геометрическую толщину 10–17 нм,
- второй барьерный слой, имеющий геометрическую толщину 3–8 нм,
- третий диэлектрический слой, содержащий третий диэлектрический нижний слой и третий диэлектрический верхний слой, состав которого отличается от состава третьего диэлектрического нижнего слоя, который находится в непосредственном контакте со вторым барьерным слоем и содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,5 до 2, и имеет геометрическую толщину 50–75 нм,
- причем третий диэлектрический верхний слой содержит смешанный оксид Zn и Sn, имеющий соотношение Sn/Zn в диапазоне от 0,02 до 0,5 по весу, и имеет геометрическую толщину 5–15 нм,
- третий отражающий инфракрасное излучение слой, содержащий металлическое серебро, имеющий геометрическую толщину 10–16 нм,
- третий барьерный слой, имеющий геометрическую толщину 3–8 нм,
- верхний диэлектрический слой, имеющий геометрическую толщину 20–40 нм,
- необязательное поверхностное покрытие, имеющее геометрическую толщину 2–8 нм.

**[113]** Способы осаждения необязательного ИК-покрытия на поверхности панели включают химическое осаждение из паровой фазы (CVD), плазмохимическое осаждение из паровой фазы (PECVD), физическое осаждение из паровой фазы (PVD), магнетронное распыление, несение покрытия влажным способом и т. д. Разные слои соответствующих покрытий могут быть осаждены с использованием разных технических решений.

**[114]** Панель, имеющая ИК-покрытие, может быть подвергнута термической обработке в соответствии с разновидностями термической обработки, описанными выше.

**[115]** При встраивании в промежуточный слой ИК-покрытие может быть осаждено на пластмассовую подложку, причем указанная пластмассовая подложка затем вставляется между первой поверхностью внутренней панели и второй поверхностью наружной панели, внутри промежуточного слоя (с зажатием материалом промежуточного слоя с обеих сторон) или так, что находится в контакте с одной из первой поверхности внутренней панели и второй поверхности наружной панели на одной стороне и в контакте с промежуточным слоем на другой стороне.

**[116]** Примеры пластмассовых подложек включают поли(этилентерефталат) («PET»), поли(бутилентерефталат), полиакрилаты и метакрилаты, такие как поли(метилметакрилат) («PMMA»), поли(метакрилат) и поли(этилакрилат), сополимеры, такие как сополимер метилметакрилата и этилакрилата, и поликарбонаты в виде тонких листов. Сами пластмассовые подложки являются коммерчески доступными или могут быть изготовлены посредством различных известных в данной области техники способов.

**[117]** ИК-покрытия на предусмотренных пластмассовых подложках, как правило, известны в данной области техники и в данном документе описаны не будут. Некоторые из них могут быть коммерчески доступны от по меньшей мере Eastman или 3M.

**[118]** В рамках настоящего изобретения внутренняя панель, обеспеченная отражающим покрытием для р-поляризованного света, может быть подвергнута термической обработке, если указанное покрытие способно выдержать такую термическую обработку. В некоторых случаях внутреннюю панель, обеспеченную первым покрытием, подвергают термической обработке.

**[119]** В некоторых случаях может быть полезным механическое упрочнение наружной панели посредством термической обработки с целью повышения ее стойкости к механическим ограничениям. Это также может являться необходимым для сгибания многослойного остекления при высокой температуре для конкретных применений.

**[120]** Многослойное остекление может быть собрано на этапе наслоения для плоских подложек или может представлять собой этап сгибания для изогнутых подложек, причем

указанный этап сгибания включает следующие этапы: сначала сгибание панелей, а затем наслоение указанных изогнутых панелей.

**[121]** Настоящее изобретение также обеспечивает систему HUD, содержащую

- 1) источник света, проецирующий р-поляризованный свет по направлению к многослойному остеклению,
- 2) указанное многослойное остекление, содержащее наружную панель, имеющую первую поверхность и вторую поверхность, и внутреннюю панель, имеющую первую поверхность и вторую поверхность, причем обе панели скреплены по меньшей мере одним листом материала промежуточного слоя, что обеспечивает контакт между первой поверхностью внутренней панели и второй поверхностью наружной панели, при этом внутренняя панель представляет собой подложку с покрытием, содержащую прозрачную подложку, обеспеченную отражающим покрытием для р-поляризованного света на ее второй поверхности, последовательно содержащим, начиная с поверхности подложки,
  - a. необязательно
    - i. первое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с высоким показателем преломления, причем первое покрытие имеет толщину от 1 до 100 нм, и
    - ii. второе покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с низким показателем преломления, причем второе покрытие имеет толщину от 1 до 220 нм, и
  - b. третье покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с высоким показателем преломления, причем третье покрытие имеет толщину от 40 до 150 нм, и
  - c. четвертое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с низким показателем преломления, причем четвертое покрытие имеет толщину от 40 до 200 нм, и

дополнительно содержащую по меньшей мере один первый слой поглощающего материала, причем указанный по меньшей мере один первый слой поглощающего материала имеет толщину от 0,2 до 15 нм, и указанный поглощающий материал имеет средний показатель  $n$  преломления выше 1 и средний коэффициент  $k$  экстинкции выше 0,1, причем средние значения  $n$  и  $k$  рассчитаны по значениям при длинах волн 450 нм, 550 нм и 650 нм.

**[122]** То есть настоящая система HUD содержит

- 1) источник света, проецирующий р-поляризованный свет по направлению к многослойному остеклению, и
- 2) многослойное остекление, описанное выше, причем указанное многослойное остекление содержит подложку с покрытием, также описанную выше.

**[123]** То есть, выражаясь эквивалентным образом, настоящая система HUD содержит

- 1) источник света, проецирующий р-поляризованный свет по направлению к многослойному остеклению, и
- 2) многослойное остекление, содержащее по меньшей мере две панели, скрепленные вместе по меньшей мере одним листом материала промежуточного слоя, при этом по меньшей мере одна из панелей представляет собой подложку с покрытием, описанную выше.

**[124]** Источник света, как правило, обеспечивает проецирование света по направлению к остеклению. Источник света в рамках настоящего изобретения содержит поляризатор, так что проецируемый свет представляет собой р-поляризованный свет. Таким образом, в рамках настоящего изобретения источник света обеспечивает р-поляризованный свет. Такой свет позволяет обеспечивать преимущественное отражение проецируемой информации по направлению к остеклению.

**[125]** Источники света, обеспечивающие р-поляризованный свет, как правило, известны в данной области техники и в данном документе описаны не будут.

**[126]** Как правило, проецируемый свет падает на остекление под углом от 42 до 72 градусов в плоскости падения.

**[127]** Преимущество настоящей системы HUD, обеспеченной источником р-поляризованного света, заключается в том, что (Rp-pol) может достигать 14 % под углом падения указанного р-поляризованного света 65°. Значения отражаемого р-поляризованного света могут возрасти вплоть до 16 %, вплоть до 18 % или даже вплоть до 19 % под углом 65°.

**[128]** Настоящая подложка с покрытием может быть полезна в случае применений в сфере транспорта или применений в сфере строительства, где может использоваться проецирование изображений или света от источника р-поляризованного света. Применения в сфере строительства включают дисплеи, окна, двери, перегородки, панели душевых и т. п. В случае таких применений в сфере строительства, проецирование

четкого изображения может быть полезным для отображения информации о комнате, информации о здании, информации, касающейся развлечения, или т. п.

**[129]** Применения в сфере транспорта включают те транспортные средства, которые используются для транспортировки по дорогам, по воздуху, по и в воде, в частности, автомобили, автобусы, поезда, суда, самолеты, космические корабли, космические станции и другие моторные транспортные средства.

**[130]** Таким образом, настоящая подложка с покрытием может представлять собой ветровое стекло, заднее окно, боковое окно, люк в крыше, панорамную крышу или любое другое окно, пригодное для автомобиля, или любое остекление для любого другого транспортного устройства, где может быть полезным проецирование четкого изображения. Проецируемая и отражаемая информация может включать любую информацию о дорожном движении, такую как направления или плотность движения; или любую информацию о состоянии транспортного средства, такую как скорость, температура; или информацию, касающуюся развлечения, или т. п. Широкое поле обзора обеспечивает возможность использования разных углов обзора и, таким образом, подходит для наблюдателей/водителей более высокого и более низкого роста.

**[131]** В некоторых случаях, когда ИК-покрытие обеспечено в настоящем многослойном остеклении, указанное многослойное остекление может служить в качестве нагреваемого остекления. Такое нагреваемое остекление включает нагреваемое остекление транспортного средства или нагреваемое ветровое стекло.

**[132]** В некоторых вариантах осуществления, совместимых с другими вариантами осуществления настоящего изобретения, второй источник света может присутствовать в системе HUD и обеспечивать вторичное изображение или информацию. Второй источник света может не быть поляризованным или может быть р-поляризованным или s-поляризованным, но обеспечивать изображение, такое же или отличающееся от первого источника света. В некоторых случаях изображение или информация отличаются между первым и вторым источниками света. В некоторых случаях информация дополненной реальности может проецироваться по меньшей мере одним из источников света благодаря широкому полю обзора и/или полю проекции.

**[133]** В рамках настоящего изобретения присутствие отражающего покрытия для р-поляризованного света на остеклении транспортного средства обеспечивает возможность оптимального отражения света для р-поляризованного света, не увеличивая при этом общий коэффициент отражения приборной панели до уровня, неудобного для водителя.

**[134]** Конечные условия использования предполагают, что покрытие находится на внешней поверхности остекления, открытой для внутренней части транспортного средства или здания, что подразумевает воздействие различного рода чистящих средств, влажности, загрязнения и механического износа.

**[135]** Настоящее изобретение также обеспечивает применение подложки с покрытием, содержащей прозрачную подложку, обеспеченную отражающим покрытием для р-поляризованного света, последовательно содержащим, начиная с поверхности подложки,

- a. необязательно
  - i. первое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с высоким показателем преломления, причем первое покрытие имеет толщину от 1 до 100 нм, и
  - ii. второе покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с низким показателем преломления, причем второе покрытие имеет толщину от 1 до 220 нм, и
- b. третье покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с высоким показателем преломления, причем третье покрытие имеет толщину от 40 до 150 нм, и
- c. четвертое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с низким показателем преломления, причем четвертое покрытие имеет толщину от 40 до 200 нм, и

дополнительно содержащей по меньшей мере один первый слой поглощающего материала, причем указанный по меньшей мере один первый слой поглощающего материала имеет толщину от 0,2 до 15 нм, и указанный поглощающий материал имеет средний показатель  $n$  преломления выше 1 и средний коэффициент  $k$  экстинкции выше 0,1, причем средние значения  $n$  и  $k$  рассчитаны по значениям при длинах волн 450 нм, 550 нм и 650 нм; в системе HUD, содержащей источник р-поляризованного света, который проецирует свет под углом падения на остекление от 42 до 72°, для отражения указанного р-поляризованного света.

**[136]** Настоящая подложка с покрытием в системе HUD обеспечивает возможность надлежащего функционирования указанной системы HUD, причем отражающее покрытие для р-поляризованного света имеет фактор усиления поляризации (PEF)  $R_p\text{-pol}/R_v(\text{in})$ , который по меньшей мере на 3 % больше по сравнению с отражающим покрытием для р-поляризованного света без какого-либо подобного поглощающего слоя под углом падения р-поляризованного света от 42 до 72°, альтернативно под углом 65°, когда присутствуют

первое, второе, третье и четвертое покрытия. Это увеличение фактора усиления поляризации (PEF)  $R_p\text{-}p_0/R_v(\text{in})$  составляет по меньшей мере 6 %, когда присутствуют только третье и четвертое покрытия, альтернативно по меньшей мере 8 %, альтернативно по меньшей мере 10 % под углом падения р-поляризованного света от 42 до 72°, альтернативно под углом 65°.

### ПРИМЕРЫ

**[137]** Подложки с покрытием, содержащие прозрачную подложку, обеспеченную отражающим покрытием для р-поляризованного света, получали или моделировали с помощью программного обеспечения для оптического моделирования в случае остекления с одним листом, а также устанавливали в многослойной форме и оценивали на предмет их оптических параметров с учетом конкретных условий освещения. Подложки представляли собой листы стекла. Типы и толщины указанных листов стекла, особенности покрытий и условия испытания будут представлены далее. Источник света выполнен с возможностью испускания нормального света или р-поляризованного света. Поведение остекления по отношению к падающему свету представлено в следующих таблицах.

**[138]** Все оптические параметры приведены для источника света D65, 2° для уровней отражения или пропускания и источника света D65, 10° для цветовых показателей ( $a^*$  и  $b^*$ ).

**[139]** Все показатели преломления измерены при длине волны 550 нм, если не указано иное.

**[140]** В представленных примерах прозрачное стекло представляло собой прозрачное флоат-стекло, используемое с толщиной 1,8 мм, за исключением случаев, когда указан один лист в 4 мм.

**[141]** Зеленое стекло представляло собой натриево-кальциевое стекло с оксидом железа в форме  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в количествах в диапазоне от 0,3 до 1,0 вес. % и было использовано с толщиной 1,8 мм.

**[142]** Диэлектрические материалы:

- TZO: оксид титана / оксид циркония в соотношении 55/45 вес. % с показателем преломления 2,19 (при 550 нм);
- TrZO: оксид титана / оксид циркония в соотношении 75/25 вес. % (тогда «Tr» означает «с высоким содержанием титана») с показателем преломления 2,33 (при 550 нм);
- TiO2: оксид титана, показатель преломления 2,37 (при 550 нм);

- TSO: оксид титана / оксид кремния в соотношении 92/8 вес. % с показателем преломления 2,17 (при 550 нм);
- SiO<sub>2</sub>: оксид кремния, проявляющий показатель преломления 1,46 (при 550 нм);
- SiZrO: оксид кремния / оксид циркония в соотношении 65/35 вес. % с показателем преломления 1,57 (при 550 нм);
- AZOx: субстехиометрический оксид цинка / оксид алюминия в соотношении 98/2 вес. % с показателем преломления 1,56 (при 550 нм);
- SiN: нитрид кремния и алюминия, включающий соотношение кремния/алюминия 90/10 вес. % и имеющий показатель преломления 2,03 (при 550 нм).

**[143]** Поглощающие (ABS) материалы:

- Pd: палладий с чистотой 99,9 %;
- NiCr: двойной никель-хромовый сплав с соотношением 80/20 вес. %;
- NiCrW: тройной никель-хром-вольфрамовый сплав с соотношением Ni/Cr/W 40/10/50 вес. %;
- NiCrWN: нитрид тройного никель-хром-вольфрамового сплава с соотношением Ni/Cr/W 40/10/50 вес. %;
- Si: кремний с добавленным алюминием, включающий соотношение кремний/алюминий 90/10 вес. %.

**[144]** Материал металлического отражающего инфракрасное излучение слоя:

- Ag: серебро с чистотой 99,9 %.

**[145]** Средний показатель  $n$  преломления и средний коэффициент  $k$  экстинкции для различных поглощающих материалов и для серебра представлены в таблице 1. Это среднее значение рассчитывают по 3 значениям длины волны, а именно при 450, 550 и 650 нм. Средний показатель  $n$  преломления  $< 1$  указывает на материал, который не подходит в качестве поглощающего материала. Таким образом, серебро, золото, медь, алюминий, имеющие среднее значение  $n < 1$ , не подходят в качестве поглощающего материала в рамках настоящего изобретения.

**ТАБЛИЦА 1**

Материалы	Среднее значение $n$	Среднее значение $k$
Pd	3,13	1,73
NiCr	2,50	3,70
NiCrW	3,34	3,84
NiCrWN	2,56	2,20

Si	3,95	1,16
Ag	0,09	3,52

**[146]** Параметры, измеренные относительно внешнего отражения ( $R_{V(out)}$ ), были следующими:

- а) источник света A, 2°:
- $T_v$  (%) представляет коэффициент пропускания в видимом диапазоне;
  - $R_{V(out)}$  (%) представляет внешнее отражение в видимом диапазоне под «стандартным» углом падения 8°;
  - $R_{V(in)}$  (%) представляет внутреннее отражение в видимом диапазоне для общего света под углом падения 65°, также обозначается как  $R_{115(in)}$ , если угол падения отмеряют от противоположной стороны остекления (т.е. 180°–65°), также обозначается как общее отражение в следующих примерах;
  - $R_{p\_pol}$  (%) представляет внутреннее отражение р-поляризованного света в видимом диапазоне и под углом падения 65°, также обозначается как  $R_{p\_pol 115^\circ}$ , если угол падения отмеряют от противоположной стороны остекления (т.е. 180°–65°);
  - $R_{172(in)}$  (%) представляет внутреннее отражение в видимом диапазоне под «стандартным» углом падения 8° (или 172°, если относится к внешней поверхности остекления);
  - $Abs_{172}$  (%) представляет поглощение и равняется  $100\% - T_v(\%) - R_{172(in)}(\%)$ ;
  - PEF представляет фактор усиления поляризации и равняется  $R_{p\_pol}(\%) / R_{V(in)}(\%)$ ;
- б) источник света D65, 10°:
- $a^* R_{out}$  представляет цветовой показатель  $a^*$  внешнего отражения при 8°;
  - $b^* R_{out}$  представляет цветовой показатель  $b^*$  внешнего отражения при 8°;
  - $a^*_{R_{in}}$  представляет  $a^* R_{115}$  и представляет цветовой показатель  $a^*$  внутреннего отражения при 115°;
  - $b^*_{R_{in}}$  представляет  $b^* R_{115}$  и представляет цветовой показатель  $b^*$  внутреннего отражения при 115°;
  - $a^*_{R_{p\_pol}}$  представляет  $a^* R_{115p\_pol}$  и представляет цветовой показатель  $a^*$  внутреннего отражения при 115° для р-поляризованного света;
  - $b^*_{R_{p\_pol}}$  представляет  $b^* R_{115p\_pol}$  и представляет цветовой показатель  $b^*$  внутреннего отражения при 115° для р-поляризованного света;
  - $a^* R_{172}$  представляет цветовой показатель  $a^*$  внутреннего отражения при 172°;

–  $b^*$  R172 представляет цветовой показатель  $b^*$  внутреннего отражения при 172°.

[147] Результаты в целом показывают, что:

- коэффициент пропускания видимого света –  $T_v$  (%) > 70 %;
- систематическое улучшение оптических свойств внутреннего отражения с Rp-pol при 65° вплоть до уровней 14 или 16 % или даже 18 % или 19 %, в то время как внутреннее отражение ( $R_{v(in)}$ ) оставалось на тех же уровнях, что и соответствующие сравнительные примеры;
- непроводимость отражающего покрытия для р-поляризованного света с поверхностным сопротивлением > 100 Ом/квadrat.

[148] Все отражающие покрытия для р-поляризованного света имели значения излучательной способности > 0,5.

[149] Эти результаты указывают на пригодность настоящего остекления транспортного средства в заявляемой системе HUD.

### ПРИМЕРЫ 1 И 2, СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР 1

[150] Примеры 1 и 2 и сравнительный пример 1 были получены, и покрытия были осаждены на один лист прозрачного стекла в 4 мм, как указано в таблице 2.

[151] Поглощающий материал Si напылили из мишени в аргоновой атмосфере. Небольшая часть материала окисляется при напылении последующего слоя оксида кремния и последующей термической обработке для сгибания ветрового стекла (670 °C на протяжении 10 минут в печи со статической или динамической температурой). Было доказано, что для обеспечения необходимой функции усиления р-поляризации слой кремния остается в неокисленной форме, выполняя роль поглощающего материала, как определено в данном документе, доказательством чего также является повышенное значение поглощения ( $Abs_{172}$  (%)).

[152] Значения для параметров указаны в таблице 3.

**ТАБЛИЦА 2**

Толщина (нм)	TZO	TrZO	SiO2	ABS	SiO2
Стекло					
Сравнительный пример 1	38,7	30,3			115,9
Пример 1	38,7	30,3		2,5 (Si)	121,9
Пример 2	38,7	30,3	10	2,5 (Si)	121,9

**ТАБЛИЦА 3**

	<b>Сравнительный Пример 1</b>	<b>Пример 1</b>	<b>Пример 2</b>
Tv (%)	84,3	77,8	76,5
Rv(out) (%)	12,9	9,8	11,2
a* Rout	-7,5	-6,8	-9,4
b* Rout	-15,9	-4,4	-3,7
R172(in) (%)	13,1	13,8	14,4
Rv(in) (%)	20,2	20,4	19,4
a* R172	-7,3	-6,1	-8,2
b* R172	-16,6	-15,8	-11,0
a* Rin	3,9	4,6	1,3
b* Rin	-9,5	-8,5	-9,4
Rp_pol (%)	14,9	17,5	16,3
a* Rp_pol	-4,8	-4,3	-3,5
b* Rp_pol	6,8	4,9	9,0
Abs172 (%)	2,6	8,4	9,2
PEF	0,740	0,856	0,843
PEF (%)	74,0	85,6	84,3
Разница PEF в сравнении с CE1 (%)		11,6	10,3

**[153]** Значения указывают, что отражающие покрытия для р-поляризованного света согласно примерам 1 и 2 были более эффективны при отражении р-поляризованного света, одновременно обеспечивая допустимое общее отражение ( $R_{v(in)}$ ), причем фактор усиления р-поляризации составлял более 80 %. Это продемонстрировало повышение на более чем 8 % по сравнению с отражающим покрытием для р-поляризованного света без ABS-слоя согласно сравнительному примеру 1.

**[154]** Поглощение также повысилось от значения приблизительно 2 % для сравнительного примера 1 вплоть до значений выше 8 % для примеров 1 и 2, что обусловлено ABS-слоем кремния.

**[155]** Примеры 1 и 2 и сравнительный пример 1 имели поверхностное сопротивление > 200 Ом/квadrat.

### **ПРИМЕРЫ 3 И 4, СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПРИМЕРЫ 2 И 3**

**[156]** Примеры 3 и 4 и сравнительный пример 2 представляли собой многослойную версию наборов согласно примерам 1 и 2, осажденных на лист прозрачного флоат-стекла в 1,8 мм.

**[157]** Таким образом, были обеспечены многослойные остекления, содержащие лист зеленого флоат-стекла в 1,8 мм, на который наложен промежуточный слой PVB в 0,76 мм, для листа прозрачного флоат-стекла в 1,8 мм, имеющие отражающее покрытие для р-поляризованного света, так что покрытие было расположено по направлению к внутренней части (P4) транспортного средства. Конструкции покрытий аналогичны тем, которые обеспечены в таблице 2 выше.

**[158]** Сравнительный пример 2 представлял собой многослойное остекление, содержащее лист зеленого флоат-стекла в 1,8 мм, на который наложен промежуточный слой PVB в 0,76 мм, для листа прозрачного флоат-стекла в 1,8 мм, имеющее покрытие согласно сравнительному примеру 1.

**[159]** Сравнительный пример 3 представлял собой многослойное остекление, содержащее лист зеленого флоат-стекла в 1,8 мм, на который наложен промежуточный слой PVB в 0,76 мм, для листа прозрачного флоат-стекла в 1,8 мм, не имеющее покрытия.

**[160]** Значения для параметров указаны в таблице 4.

**ТАБЛИЦА 4**

	<b>Сравнительный пример 3</b>	<b>Сравнительный пример 2</b>	<b>Пример 3</b>	<b>Пример 4</b>
Tv (%)	83,8	79,0	72,8	71,6
Rv(out) (%)	7,5	11,9	9,1	10,4
a* Rout	-1,5	-9,2	-7,7	-10,3
b* Rout	0,0	-13,5	-3,4	-2,7
R172(in) (%)	7,5	12,7	13,5	14,0
Rv(in) (%)	19,2	18,6	19,0	17,9
a* R172	-1,5	-8,1	-6,7	-8,8
b* R172	0,0	-16,8	-16,1	-11,2
a*_Rin	-1,9	3,0	3,9	0,1
b*_Rin	0,4	-10,2	-9,4	-10,6
Rp_pol (%)	2,5	14,8	17,3	16,2
a*_Rp_pol	-1,2	-5,0	-4,5	-3,7
b*_Rp_pol	0,8	7,0	5,0	9,1
Abs172 (%)	8,7	8,3	13,7	14,4

PEF	0,131	0,796	0,913	0,903
PEF (%)	13,1	79,6	91,3	90,3
Разница PEF в сравнении с CE2 (%)			11,7	10,7

[161] Значения указывают, что отражающие покрытия для р-поляризованного света согласно примерам 3 и 4 были более эффективны при отражении р-поляризованного света, одновременно обеспечивая допустимое общее отражение ( $R_{V(in)}$ ), причем фактор усиления р-поляризации составлял более 90 %. Это продемонстрировало повышение на более чем 10 % по сравнению с отражающим покрытием для р-поляризованного света без ABS-слоя согласно сравнительному примеру 2.

[162] Поглощение также повысилось от значения приблизительно 8 % для сравнительного примера 2 вплоть до значений выше 13 % для примеров 3 и 4, что обусловлено ABS-слоем кремния.

[163] Примеры 3 и 4 и сравнительный пример 2 имели поверхностное сопротивление  $> 200$  Ом/квadrat.

#### **ПРИМЕРЫ 5–7 И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР 4**

[164] Примеры 5–7 с кремнием в качестве поглощающего материала и сравнительный пример 4 были смоделированными примерами в соответствии с примерами 3 и 4 выше.

[165] Были смоделированы многослойные остекления, содержащие лист зеленого флоат-стекла в 1,8 мм, на который наслоен промежуточный слой PVB в 0,76 мм, для листа прозрачного флоат-стекла в 1,8 мм, имеющие отражающее покрытие для р-поляризованного света, так что покрытие было расположено по направлению к внутренней части (P4) транспортного средства. Конструкции покрытий обеспечены в таблице 5.

[166] Значения для параметров указаны в таблице 6.

**ТАБЛИЦА 5**

Толщина (нм)	TiO2	SiO2	ABS	TZO	SiO2
Стекло					
<b>Сравнительный пример 4</b>	65				123,5
<b>Пример 5</b>	63,7		2 (Si)		123,5
<b>Пример 6</b>	63,7	5	2 (Si)		117,5

Пример 7	50		1,3 (Si)	13,7	125,0
----------	----	--	----------	------	-------

**ТАБЛИЦА 6**

	Сравнительный пример 4	Пример 5	Пример 6	Пример 7
Tv (%)	79,9	74,7	75,6	74,4
Rv(out) (%)	11,1	8,8	8,4	9,0
a* Rout	-8,7	-7,4	-6,8	-5,7
b* Rout	-16,7	-8,9	-10,7	-8,9
R172(in) (%)	11,7	12,3	11,1	12,2
Rv(in) (%)	17,6	17,9	17,8	18,6
a* R172	-7,6	-6,6	-6,1	-5,1
b* R172	-20,5	-20,1	-19,4	-22,1
a*_Rin	3,5	4,6	4,9	6,2
b*_Rin	-11,5	-11,2	-9,1	-9,9
Rp_pol (%)	13,1	15,2	14,7	15,8
a*_Rp_pol	-5,2	-5,0	-5,0	-5,4
b*_Rp_pol	6,0	3,8	3,5	3,3
Abs172 (%)	8,4	13,0	13,3	13,4
PEF	0,744	0,851	0,831	0,853
PEF (%)	74,4	85,1	83,1	85,3
Разница PEF в сравнении с CE4 (%)		10,7	8,7	10,9

[167] Значения указывают, что отражающие покрытия для р-поляризованного света согласно примерам 5–7 были более эффективны при отражении р-поляризованного света, одновременно обеспечивая допустимое общее отражение ( $R_{v(in)}$ ), причем фактор усиления р-поляризации составлял более 80 %. Это продемонстрировало повышение на более чем 8 % по сравнению с отражающим покрытием для р-поляризованного света без ABS-слоя согласно сравнительному примеру 4.

[168] Поглощение также повысилось от значения приблизительно 8 % для сравнительного примера вплоть до значений выше 13 % для примеров 5–7, что обусловлено ABS-слоем кремния.

[169] Примеры 5–7 и сравнительный пример 4 имели поверхностное сопротивление  $> 200$  Ом/квadrat.

### **ПРИМЕРЫ 8–10, СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПРИМЕРЫ 5 И 6**

[170] Были обеспечены многослойные остекления, содержащие лист зеленого флоат-стекла в 1,8 мм, на который наслоен промежуточный слой PVB в 0,76 мм, для листа прозрачного флоат-стекла в 1,8 мм, имеющие отражающее покрытие для р-поляризованного света, так что покрытие было расположено по направлению к внутренней части (Р4) транспортного средства. Конструкции покрытий обеспечены в таблице 7, причем толщины соответствующих слоев указаны в нм.

[171] Были смоделированы примеры 8–10 с палладием в качестве поглощающего материала, причем каждый имел дополнительный слой оксида, последовательно осажденный на указанный слой палладия. В примерах 8 и 9 последующий слой представлял собой слой материала с высоким показателем преломления (TZO и TiO<sub>2</sub> соответственно), так что, таким образом, ABS был вставлен внутри третьего слоя покрытия, имеющего высокий показатель преломления. В примере 10 последующий слой представлял собой слой материала с низким показателем преломления (AZOx), так что ABS был вставлен между третьим и четвертым покрытиями.

[172] Сравнительный пример 5 не содержал никакого ABS-слоя.

[173] Сравнительный пример 6 содержал слой серебра с последующим слоем TiO<sub>2</sub>, так что слой серебра был вставлен внутри третьего слоя покрытия, имеющего высокий показатель преломления.

[174] Значения для параметров указаны в таблице 8.

### **ТАБЛИЦА 7**

Толщина (нм)	TZO	ABS	Ag	TZO	TiO <sub>2</sub>	AZOx	SiO <sub>2</sub>
<b>Сравнительный пример 5</b>	70,7						124,4
<b>Пример 8</b>	65,7	2 (Pd)		5			124,4
<b>Пример 9</b>	63	2 (Pd)			5		124,4
<b>Пример 10</b>	65,7	2 (Pd)				5	121,1
<b>Сравнительный пример 6</b>	63		2 (Ag)		5		124,4

### **Таблица 5**

	<b>Сравнительный пример 5</b>	<b>Пример 8</b>	<b>Пример 9</b>	<b>Пример 10</b>	<b>Сравнительный пример 6</b>

Tv (%)	78,8	71,5	71,6	71,3	77,4
Rv(out) (%)	12,0	9,5	9,0	9,2	12,7
a* Rout	-10,5	-9,9	-8,7	-9,0	-11,4
b* Rout	-12,8	-10,0	-10,4	-11,7	-13,9
R172(in) (%)	12,8	13,9	14,0	14,0	13,9
Rv(in) (%)	17,5	17,4	17,4	17,3	16,9
a* R172	-9,6	-9,2	-8,9	-8,6	-10,4
b* R172	-15,9	-14,3	-15,9	-17,5	-17,1
a*_Rin	1,6	1,7	2,3	2,6	0,3
b*_Rin	-12,0	-12,1	-12,6	-13,1	-14,0
Rp_pol (%)	13,2	15,4	15,5	15,4	12,5
a*_Rp_pol	-4,7	-4,2	-4,4	-4,4	-5,0
b*_Rp_pol	10,5	10,9	9,7	8,7	9,4
Abs172 (%)	8,4	14,6	14,4	14,7	8,7
PEF	0,758	0,886	0,889	0,887	0,738
PEF (%)	75,8	88,6	88,9	88,7	73,8
Разница PEF в сравнении с CE5 (%)		12,8	13,1	12,9	- 1,5

[175] Значения указывают, что отражающие покрытия для р-поляризованного света согласно примерам 8–10 были более эффективны при отражении р-поляризованного света, одновременно обеспечивая допустимое общее отражение ( $R_{v(in)}$ ), причем фактор усиления р-поляризации составлял более 88 %. Это продемонстрировало повышение на более чем 12 % по сравнению с отражающим покрытием для р-поляризованного света без ABS-слоя согласно сравнительному примеру 5. Сравнительный пример 6 продемонстрировал снижение фактора усиления р-поляризации по сравнению со сравнительным примером 5, поскольку присутствие серебра фактически снизило отражение р-поляризованного света.

[176] Поглощение также повысилось от значения приблизительно 8 % для сравнительного примера 5 вплоть до значений выше 14 % для примеров 8–10, что обусловлено ABS-слоем палладия, независимо от его положения внутри покрытия. Слой серебра не оказывает значительного влияния на поглощение в сравнительном примере 6 по сравнению со сравнительным примером 5 (от значения 8,4 % до значения 8,7 %).

[177] Примеры 8–10 и сравнительный пример 5 имели поверхностное сопротивление  $> 200$  Ом/квadrat, в то время как сравнительный пример 6 имел поверхностное сопротивление 40 Ом/квadrat.

### **ПРИМЕРЫ 11–14, СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР 7**

[178] Были обеспечены многослойные остекления, содержащие лист зеленого флоат-стекла в 1,8 мм, на который наложен промежуточный слой PVB в 0,76 мм, для листа прозрачного флоат-стекла в 1,8 мм, имеющие отражающее покрытие для р-поляризованного света, так что покрытие было расположено по направлению к внутренней части (P4) транспортного средства. Конструкции покрытий обеспечены в таблице 9, причем толщины соответствующих слоев указаны в нм.

[179] Были смоделированы примеры 11–14 с NiCr, NiCrW или NiCrWN в качестве поглощающего материала, причем каждый был расположен между слоями нитрида кремния, в то время как в примере 14 только один слой нитрида кремния был осажден поверх ABS-слоя. Пример 14 содержал четвертое покрытие с подслоем SiO<sub>2</sub>, покрытым подслоем SiZrO, причем оба представляют собой материалы с низким показателем преломления ( $n < 1,7$ ). Таким образом, в примерах 11–14 ABS вставлен внутри третьего слоя покрытия, имеющего высокий показатель преломления, содержащего слой TZO и слой (слои) SiN.

[180] Значения для параметров указаны в таблице 10.

**ТАБЛИЦА 9**

Толщина (нм)	TZO	SiN	ABS	SiN	SiO <sub>2</sub>	SiZrO
<b>Сравнительный пример 7</b>	56,9	20			117,6	
<b>Пример 11</b>	63,6	10	1,3 (NiCr)	10	106,4	
<b>Пример 12</b>	61	10	1,1 (NiCrW)	10	109,5	
<b>Пример 13</b>	59,2	10	2,6 (NiCrWN)	10	110,5	
<b>Пример 14</b>	59,2		2,0 (NiCrWN)	20	51,5	55,0

**ТАБЛИЦА 10**

	<b>Сравнительный пример 7</b>	<b>Пример 11</b>	<b>Пример 12</b>	<b>Пример 13</b>	<b>Пример 14</b>
Tv (%)	81,6	72,3	71,1	70,7	72,9
Rv(out) (%)	9,2	8,2	7,8	7,6	7,6

a* Rout	-8,0	-8,8	-8,3	-8,1	-7,3
b* Rout	-10,9	-11,5	-11,0	-10,3	-9,7
R172(in) (%)	9,5	11,5	12,0	12,2	11,8
Rv(in) (%)	17,5	17,2	17,2	17,0	16,5
a* R172	-7,8	-7,9	-8,0	-8,2	-8,8
b* R172	-13,6	-13,1	-14,1	-14,5	-15,4
a*_Rin	3,8	3,8	3,7	3,6	3,2
b*_Rin	-6,3	-7,7	-8,8	-9,5	-10,7
Rp_pol (%)	12,7	15,3	15,6	15,4	14,1
a*_Rp_pol	-4,6	-4,1	-4,3	-4,3	-4,4
b*_Rp_pol	12,2	12,2	10,7	10,6	11,7
Abs172 (%)	8,8	16,2	16,9	17,1	15,3
PEF	0,723	0,887	0,908	0,906	0,854
PEF (%)	72,3	88,7	90,8	90,6	85,4
Разница PEF в сравнении с CE7 (%)		16,4	18,5	18,3	13,1

**[181]** Значения указывают, что отражающие покрытия для р-поляризованного света согласно примерам 11–14 были более эффективны при отражении р-поляризованного света, одновременно обеспечивая допустимое общее отражение ( $R_{v(in)}$ ), причем фактор усиления р-поляризации составлял более 85 %. Это продемонстрировало повышение на более чем 13 % по сравнению с отражающим покрытием для р-поляризованного света без ABS-слоя согласно сравнительному примеру 7.

**[182]** Поглощение также повысилось от значения приблизительно 8 % для сравнительного примера 7 вплоть до значений выше 15 % для примеров 11–14, что обусловлено ABS-слоем, содержащим никель-хром.

**[183]** Примеры 11–14 и сравнительный пример 7 имели поверхностное сопротивление  $> 200$  Ом/квadrat. Пример 14 имеет дополнительное преимущество улучшенного химического сопротивления благодаря верхнему слою SiZrO по сравнению с другими примерами и сравнительными примерами.

#### **ПРИМЕРЫ 15 И 16, СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПРИМЕРЫ 8 И 9**

**[184]** Были обеспечены многослойные остекления, содержащие лист зеленого флоат-стекла в 1,8 мм, на который наложен промежуточный слой PVB в 0,76 мм, для листа прозрачного флоат-стекла в 1,8 мм, имеющие отражающее покрытие для р-поляризованного света, так что покрытие было расположено по направлению к внутренней части (P4) транспортного средства. Конструкции покрытий обеспечены в таблице 11, причем толщины соответствующих слоев указаны в нм.

**[185]** Сравнительные примеры 8 и 9 были воспроизведением примеров согласно находящейся на стадии рассмотрения заявке РСТ РСТ/EP2020/086578 для отражающих покрытий для р-поляризованного света, которые не содержат никаких ABS-слоев.

**[186]** Примеры 15 и 16 были разработаны на основе сравнительных примеров 8 и 9 соответственно, так что покрытия содержали слой поглощающего материала, а именно палладия, вставленного между третьим и четвертым слоями покрытия.

**[187]** Значения для параметров указаны в таблице 12.

**ТАБЛИЦА 11**

Толщина (нм)	TZO	ABS	SiO <sub>2</sub>
<b>Сравнительный пример 8</b>	64,6		100,9
<b>Пример 15</b>	64,6	3,8 (Pd)	100,9
<b>Сравнительный пример 9</b>	64,8		113,1
<b>Пример 16</b>	64,8	3,2 (Pd)	113,1

**ТАБЛИЦА 12**

	<b>Сравнительный пример 8</b>	<b>Пример 15</b>	<b>Сравнительный пример 9</b>	<b>Пример 16</b>
T <sub>v</sub> (%)	83,7	70,4	82,2	70,7
R <sub>v</sub> (out) (%)	7,7	5,5	9,0	6,5
a* R <sub>out</sub>	2,0	3,2	-4,2	-3,0
b* R <sub>out</sub>	-15,9	-14,4	-18,4	-15,0
R <sub>172</sub> (in) (%)	7,8	9,8	9,2	11,3
R <sub>v</sub> (in) (%)	21,1	21,7	18,7	18,8
a* R <sub>172</sub>	3,8	2,6	-2,9	-3,5
b* R <sub>172</sub>	-19,6	-16,3	-22,5	-19,7
a*_R <sub>in</sub>	4,0	5,6	5,3	6,5

b*_Rin	4,9	6,0	-4,9	-5,6
Rp_pol (%)	11,9	16,4	12,7	16,5
a*_Rp_pol	-5,5	-4,7	-5,5	-4,7
b*_Rp_pol	-2,3	-0,4	1,9	3,3
Abs172 (%)	8,6	19,8	8,6	18,1
PEF	0,564	0,754	0,680	0,879
PEF (%)	56,4	75,4	68,0	87,9
Разница PEF в сравнении с CE8 или CE9 соответственно (%)		19,0		19,8

[188] Значения указывают, что отражающие покрытия для р-поляризованного света согласно примерам 15 и 16 были более эффективны при отражении р-поляризованного света, одновременно обеспечивая допустимое общее отражение ( $R_{v(in)}$ ), причем фактор усиления р-поляризации составлял более 75 %. Это продемонстрировало повышение на 19 % и более по сравнению с отражающим покрытием для р-поляризованного света без ABS-слоя согласно его соответствующим сравнительным примерам 8 и 9.

[189] Поглощение также повысилось от значения приблизительно 8 % для сравнительных примеров 8 и 9 вплоть до значений выше 18 % для примеров 15 и 16, что обусловлено ABS-слоем палладия.

[190] Примеры 15 и 16 и сравнительные примеры 8 и 9 имели поверхностное сопротивление  $> 200$  Ом/квadrat.

### **ПРИМЕРЫ 17 И 18, СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР 10**

[191] Были обеспечены многослойные остекления, содержащие лист зеленого флоат-стекла в 1,8 мм, на который наслоен промежуточный слой PVB в 0,76 мм, для листа прозрачного флоат-стекла в 1,8 мм, имеющие отражающее покрытие для р-поляризованного света, так что покрытие было расположено по направлению к внутренней части (P4) транспортного средства. Конструкции покрытий обеспечены в таблице 13, причем толщины соответствующих слоев указаны в мм.

[192] Сравнительный пример 10 был воспроизведением примера 12 согласно находящейся на стадии рассмотрения заявке РСТ РСТ/EP2020/086578 для отражающих покрытий для р-поляризованного света, который не содержит никаких ABS-слоев.

[193] Примеры 17 и 18 были разработаны на основе сравнительного примера 10, так что покрытия содержали слой поглощающего материала, а именно палладия. В примере 17 ABS-слой был вставлен внутри третьего покрытия, в то время как в примере 18 он был вставлен между третьим и четвертым покрытиями.

[194] Значения для параметров указаны в таблице 14.

**Таблица 13**

Толщина (нм)	TrZO	SiO2	TSO	ABS	TSO	SiO2
<b>Сравнительный пример 10</b>	11,2	157,7	64,1			123,2
<b>Пример 17</b>	11,2	157,7	30,0	0,6 (Pd)	34,1	123,2
<b>Пример 18</b>	11,2	157,7	64,1	0,9 (Pd)		123,2

**Таблица 14**

	<b>Сравнительный пример 10</b>	<b>Пример 17</b>	<b>Пример 18</b>
Tv (%)	73,4	70,8	70,6
Rv(out) (%)	17,0	16,6	15,6
a* Rout	-17,5	-16,5	-17,4
b* Rout	3,3	4,6	4,8
R172(in) (%)	18,8	18,8	19,3
Rv(in) (%)	22,6	21,1	22,7
a* R172	-17,0	-17,5	-15,8
b* R172	2,6	3,0	3,5
a* Rin	3,1	3,1	2,2
b* Rin	-14,6	-16,2	-13,9
Rp_pol (%)	17,4	17,2	18,5
a* Rp_pol	-13,2	-12,7	-12,7
b* Rp_pol	8,2	9,3	9,4
Abs172 (%)	7,8	10,4	10,1
PEF	0,770	0,812	0,814
PEF (%)	77,0	81,2	81,4

Разница PEF в сравнении с CE10 (%)		4,1	4,4
---	--	-----	-----

[195] Значения указывают, что отражающие покрытия для р-поляризованного света согласно примерам 17 и 18 были более эффективны при отражении р-поляризованного света, одновременно обеспечивая допустимое общее отражение ( $R_{V(in)}$ ), причем фактор усиления р-поляризации составлял более 80 %. Это демонстрирует повышение на 4 % и более по сравнению с отражающим покрытием для р-поляризованного света без ABS-слоя согласно сравнительному примеру 10.

[196] Поглощение также повысилось от значения 7,8 % для сравнительного примера 10 вплоть до значений выше 10 % для примеров 17 и 18, что обусловлено ABS-слоем палладия.

[197] Примеры 17 и 18 и сравнительный пример 10 имели поверхностное сопротивление  $> 200$  Ом/квадрат.

### **ПРИМЕРЫ 19 И 20 И СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПРИМЕРЫ 11 И 12**

[198] Были обеспечены многослойные остекления, содержащие лист зеленого флоат-стекла в 1,8 мм, на который наслоен промежуточный слой PVB в 0,76 мм, для листа прозрачного флоат-стекла в 1,8 мм, имеющие отражающее покрытие для р-поляризованного света, так что покрытие было расположено по направлению к внутренней части (P4) транспортного средства. Конструкции покрытий обеспечены в таблице 15, причем толщины соответствующих слоев указаны в нм.

[199] Примеры 19 и 20 были разработаны на основе сравнительных примеров 11 и 12 соответственно, так что покрытия содержали слой поглощающего материала, а именно палладия. В этих примерах ABS-слой был вставлен между третьим и четвертым покрытиями.

[200] Значения для параметров указаны в таблице 16.

### **ТАБЛИЦА 15**

Толщина (нм)	TZO	SiO2	TZO	ABS	SiO2
<b>Сравнительный пример 11</b>	7	129	69		98
<b>Пример 19</b>	7	129	69	3,2 (Pd)	98

Сравнительный пример 12	6	197	65		114
Пример 20	6	197	65	3,2 (Pd)	114

**ТАБЛИЦА 16**

	Сравнительный пример 11	Пример 19	Сравнительный пример 12	Пример 20
Tv (%)	80,2	70,2	81,7	70,3
Rv(out) (%)	10,9	8,0	9,4	6,8
a* Rout	-1,8	-0,6	-0,5	-0,5
b* Rout	-11,2	-13,9	-16,0	-12,1
R172(in) (%)	11,5	13,0	9,8	11,5
Rv(in) (%)	24,2	24,9	20,2	20,6
a* R172	0,2	-0,8	1,6	2,4
b* R172	-13,9	-6,6	-20,0	-20,0
a*_Rin	4,5	4,7	5,3	5,8
b*_Rin	4,1	6,6	-3,0	-2,1
Rp_pol (%)	13,2	17,0	14,9	18,5
a*_Rp_pol	-8,2	-7,4	-6,8	-5,2
b*_Rp_pol	-4,5	-1,3	10,4	10,7
Abs172 (%)	8,3	16,8	8,5	18,2
PEF	0,545	0,681	0,735	0,899
PEF (%)	54,5	68,1	73,5	89,9
Разница PEF в сравнении с CE11 или CE12 соответственно (%)		13,6		16,4

[201] Значения указывают, что отражающие покрытия для р-поляризованного света согласно примерам 19 и 20 были более эффективны при отражении р-поляризованного света, чем их соответствующие сравнительные примеры 11 и 12 соответственно, одновременно обеспечивая схожее или более низкое общее отражение ( $R_{v(in)}$ ), причем фактор усиления р-поляризации составлял более 68 %, и отражение р-поляризации составляло 17 % или более. Это демонстрирует повышение на 13 % и более фактора

усиления р-поляризации по сравнению с отражающим покрытием для р-поляризованного света без ABS-слоя согласно соответствующим сравнительным примерам.

[202] Поглощение также повысилось вплоть до значений выше или равных 16 % для примеров 19 и 20, что обусловлено ABS-слоем палладия.

[203] Примеры 19 и 20, а также их соответствующий сравнительный пример 11 и 12 имели поверхностное сопротивление  $> 100$  Ом/квadrat.

### **ПРИМЕР 21, СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР 13**

[204] Были обеспечены многослойные остекления, содержащие лист прозрачного флоат-стекла в 1,8 мм, на который наслоен промежуточный слой PVB в 0,76 мм, для листа прозрачного флоат-стекла в 1,8 мм, имеющие отражающее покрытие для р-поляризованного света, так что покрытие было расположено по направлению к внутренней части (P4) транспортного средства. Конструкции покрытий обеспечены в таблице 17, причем толщины соответствующих слоев указаны в нм.

[205] Сравнительный пример 13 был еще одним воспроизведением примера 12 согласно находящейся на стадии рассмотрения заявке PCT PCT/EP2020/086578 для отражающих покрытий для р-поляризованного света, который не содержит никаких ABS-слоев.

[206] Пример 21 был разработан на основе сравнительного примера 13, так что покрытия содержали слой поглощающего материала, а именно палладия. В примере 21 ABS-слой был вставлен между третьим и четвертым покрытиями.

[207] Значения для параметров указаны в таблице 18.

### **ТАБЛИЦА 17**

Толщина (нм)	TrZO	SiO2	TSO	ABS	SiO2
<b>Сравнительный пример 13</b>	11,2	157,7	64,1		123,2
<b>Пример 21</b>	11,2	157,7	64,1	2,6 (Pd)	123,2

### **ТАБЛИЦА 18**

	<b>Сравнительный пример 13</b>	<b>Пример 21</b>
Tv (%)	78,7	70,3
Rv(out) (%)	18,6	14,5
a* Rout	-16,5	-16,4
b* Rout	2,8	6,7

R172(in) (%)	19,1	20,6
Rv(in) (%)	24,0	24,2
a* R172	-16,2	-13,0
b* R172	2,4	4,2
a*_Rin	3,4	1,0
b*_Rin	-13,4	-11,5
Rp_pol (%)	17,5	20,5
a*_Rp_pol	-12,9	-11,6
b*_Rp_pol	8,1	11,3
Abs172 (%)	2,2	9,1
PEF	0,730	0,847
PEF (%)	73,0	84,7
Разница PEF в сравнении с CE13 (%)		11,8

**[208]** Значения указывают, что отражающие покрытия для р-поляризованного света согласно примеру 21 были более эффективны при отражении р-поляризованного света, одновременно обеспечивая допустимое общее отражение ( $R_{v(in)}$ ), причем фактор усиления р-поляризации составлял 84,7 %. Это демонстрирует повышение на 11,8 % по сравнению с отражающим покрытием для р-поляризованного света без ABS-слоя согласно сравнительному примеру 13.

**[209]** Поглощение также повысилось от значения 2,2 % для сравнительного примера 13 вплоть до значений 9,1 % для примера 21, что обусловлено ABS-слоем палладия.

**[210]** Пример 21 и сравнительный пример 13 имели поверхностное сопротивление  $> 100$  Ом/квadrat.

**[211]** Таким образом, предыдущие примеры представляют подложку с покрытием, содержащую прозрачную подложку, обеспеченную отражающим покрытием для р-поляризованного света, которое демонстрирует необходимые свойства для фактора усиления поляризации (PEF представляет соотношение  $R_{ppol}/R_{v(in)}$ ), которые делают ее подходящей для использования в системе HUD, проецирующей р-поляризованный свет на лобовое стекло, содержащее указанную подложку с покрытием, так что р-поляризованный свет падает на сторону с покрытием подложки с покрытием и, таким образом, отражается от нее.

**[212]** Отражающее ИК-излучение покрытие, содержащее по меньшей мере 2 металлических слоя серебра и 3 диэлектрических слоя, могло быть осаждено на первую поверхность внутренней панели (S3), но не представлено в настоящих примерах. Другие варианты могли включать металлические отражающие ИК-излучение пленки на PET внутри промежуточного слоя PVB.

**[213]** Асимметрические многослойные конструкции могут быть обеспечены в рамках настоящего изобретения, если два листа стекла имеют разные толщины. Это может быть обеспечено, например, с помощью листа стекла в 2,1 мм, на который наслоен лист стекла от 1,1 до 1,5 мм или даже ультратонкое стекло от 0,5 до 1 мм. Также охватываются примеры, в которых на лист прозрачного стекла может быть наслоен лист синего или серого стекла.

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Подложка с покрытием, содержащая прозрачную подложку, обеспеченную отражающим покрытием для р-поляризованного света, последовательно содержащим, начиная с поверхности подложки,
  - a. необязательно
    - i. первое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев материалов с высоким показателем преломления, причем первое покрытие имеет толщину от 1 до 100 нм, и
    - ii. второе покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев материала с низким показателем преломления, причем второе покрытие имеет толщину от 1 до 220 нм, и
  - b. третье покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев материала с высоким показателем преломления, причем третье покрытие имеет толщину от 40 до 150 нм, и
  - c. четвертое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев материала с низким показателем преломления, причем четвертое покрытие имеет толщину от 40 до 200 нм, и

дополнительно содержащая по меньшей мере один первый слой поглощающего материала, причем указанный по меньшей мере один первый слой поглощающего материала имеет толщину от 0,2 до 15 нм, и указанный поглощающий материал имеет средний показатель  $n$  преломления выше 1 и средний коэффициент  $k$  экстинкции выше 0,1, причем средние значения  $n$  и  $k$  рассчитаны по значениям при длинах волн 450 нм, 550 нм и 650 нм.
2. Подложка с покрытием, при этом материал с высоким показателем преломления первого необязательного покрытия и третьего покрытия независимо выбран из по меньшей мере одного из оксидов Zn, Sn, Ti, Nb, Zr, Ni, In, Al, Si, Ce, W, Mo, Sb и Bi, и их смесей или нитридов Si, Al, Zr, B, Y, Ce и La, и их смесей.
3. Подложка с покрытием, при этом материал с высоким показателем преломления первого необязательного покрытия и третьего покрытия независимо выбран из
  - оксида Zr, Nb, Sn, Zn или Ti;
  - смешанного оксида двух или более из Ti, Zr, Nb, Si, Sb, Sn, Zn, In;

- нитрида Si, Zr, Al, В;

- смешанного нитрида двух или более из Si, Zr, Al, В.

4. Подложка с покрытием, при этом материал с низким показателем преломления второго необязательного покрытия и четвертого покрытия независимо выбран из оксида кремния, оксинитрида кремния, оксикарбида кремния, оксида алюминия, смешанного оксида кремния и алюминия, смешанного оксида кремния и циркония, легированного алюминием оксида цинка или их смесей.
5. Подложка с покрытием, при этом по меньшей мере один слой поглощающего материала выбран из NiCr, W, Nb, Zr, Ta, Pd, Si, Ti или сплавов на основе Ni и/или Cr, и/или W, или сплавов на основе Cr и Zr или на основе W и Zr или Cr, или на основе W и Ta, необязательно включая дополнительный элемент, выбранный из Ti, Nb, Ta, Ni и Sn; или из TiN, CrN, WN, NbN, TaN, ZrN, NiCrN или NiCrWN, или смеси этих нитридов.
6. Подложка с покрытием, при этом по меньшей мере один слой поглощающего материала обеспечен по меньшей мере одним барьерным слоем.
7. Подложка с покрытием по п. 1, отличающаяся тем, что по меньшей мере один первый слой поглощающего материала
  - a. либо вставлен между по меньшей мере двумя смежными покрытиями из указанных первого, второго, третьего или четвертого покрытий, либо
  - b. вставлен внутри по меньшей мере одного из указанных первого, второго, третьего или четвертого покрытий.
8. Подложка с покрытием по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что дополнительно содержит второй слой поглощающего материала, отличающийся от первого слоя поглощающего материала, при этом второй слой поглощающего материала
  - a. либо вставлен между двумя смежными слоями диэлектрика по меньшей мере одного из указанных первого, второго, третьего или четвертого покрытий; либо

- b. вставлен внутри по меньшей мере одного из указанных первого, второго, третьего или четвертого покрытий, причем местоположение второго слоя поглощающего материала отличается от местоположения первого слоя поглощающего материала.
9. Многослойное остекление, содержащее наружную панель, имеющую первую поверхность и вторую поверхность, и внутреннюю панель, имеющую первую поверхность и вторую поверхность, причем обе панели скреплены по меньшей мере одним листом материала промежуточного слоя, что обеспечивает контакт между первой поверхностью внутренней панели и второй поверхностью наружной панели, при этом внутренняя панель представляет собой подложку с покрытием, содержащую прозрачную подложку, обеспеченную отражающим покрытием для р-поляризованного света на ее второй поверхности, последовательно содержащим, начиная с поверхности подложки,
- a. обязательно
    - i. первое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с высоким показателем преломления, причем первое покрытие имеет толщину от 1 до 100 нм, и
    - ii. второе покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с низким показателем преломления, причем второе покрытие имеет толщину от 1 до 220 нм, и
  - b. третье покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с высоким показателем преломления, причем третье покрытие имеет толщину от 40 до 150 нм, и
  - c. четвертое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с низким показателем преломления, причем четвертое покрытие имеет толщину от 40 до 200 нм, и
- дополнительно содержащую по меньшей мере один первый слой поглощающего материала, причем указанный по меньшей мере один первый слой поглощающего материала имеет толщину от 0,2 до 15 нм, и указанный поглощающий материал имеет средний показатель  $n$  преломления выше 1 и средний коэффициент  $k$  экстинкции выше 0,1, причем средние значения  $n$  и  $k$  рассчитаны по значениям при длинах волн 450 нм, 550 нм и 650 нм.

10. Многослойное остекление, дополнительно содержащее отражающее покрытие для инфракрасного излучения, содержащее  $n$  слоев на основе отражающего функционального слоя для ИК-излучения и  $n+1$  диэлектрических слоев, причем каждый слой на основе отражающего функционального слоя для ИК-излучения расположен между двумя диэлектрическими слоями, находящаяся на по меньшей мере одной из первой поверхности внутренней панели или второй поверхности наружной панели или встроенное в промежуточный слой.

11. Система HUD, содержащая

- 1) источник света, проецирующий р-поляризованный свет по направлению к многослойному остеклению,
- 2) указанное многослойное остекление, содержащее наружную панель, имеющую первую поверхность и вторую поверхность, и внутреннюю панель, имеющую первую поверхность и вторую поверхность, причем обе панели скреплены по меньшей мере одним листом материала промежуточного слоя, что обеспечивает контакт между первой поверхностью внутренней панели и второй поверхностью наружной панели, при этом внутренняя панель представляет собой подложку с покрытием, содержащую прозрачную подложку, обеспеченную отражающим покрытием для р-поляризованного света на ее второй поверхности, последовательно содержащим, начиная с поверхности подложки,
  - a. необязательно
    - i. первое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с высоким показателем преломления, причем первое покрытие имеет толщину от 1 до 100 нм, и
    - ii. второе покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с низким показателем преломления, причем второе покрытие имеет толщину от 1 до 220 нм, и
  - b. третье покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с высоким показателем преломления, причем третье покрытие имеет толщину от 40 до 150 нм, и

- с. четвертое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с низким показателем преломления, причем четвертое покрытие имеет толщину от 40 до 200 нм, и

дополнительно содержащую по меньшей мере один первый слой поглощающего материала, причем указанный по меньшей мере один первый слой поглощающего материала имеет толщину от 0,2 до 15 нм, и указанный поглощающий материал имеет средний показатель  $n$  преломления выше 1 и средний коэффициент  $k$  экстинкции выше 0,1, причем средние значения  $n$  и  $k$  рассчитаны по значениям при длинах волн 450 нм, 550 нм и 650 нм.

12. Система HUD, при этом проецируемый свет падает на остекление под углом от 42 до 72 градусов.

13. Применение подложки с покрытием, содержащей прозрачную подложку, обеспеченную отражающим покрытием для р-поляризованного света, последовательно содержащим, начиная с поверхности подложки,

- а. необязательно

- i. первое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с высоким показателем преломления, причем первое покрытие имеет толщину от 1 до 100 нм, и

- ii. второе покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с низким показателем преломления, причем второе покрытие имеет толщину от 1 до 220 нм, и

- б. третье покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с высоким показателем преломления, причем третье покрытие имеет толщину от 40 до 150 нм, и

- с. четвертое покрытие, состоящее из одного или нескольких слоев с низким показателем преломления, причем четвертое покрытие имеет толщину от 40 до 200 нм, и

дополнительно содержащей по меньшей мере один первый слой поглощающего материала, причем указанный по меньшей мере один первый слой поглощающего материала имеет толщину от 0,2 до 15 нм, и указанный поглощающий материал имеет средний показатель  $n$  преломления выше 1 и средний коэффициент  $k$

экстинкции выше 0,1, причем средние значения  $n$  и  $k$  рассчитаны по значениям при длинах волн 450 нм, 550 нм и 650 нм;

в системе HUD, содержащей источник р-поляризованного света, который проецирует свет под углом падения на остекление от 42 до 72°, для отражения указанного р-поляризованного света.