

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202393118 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2024.02.29

(51) Int. Cl. *H01Q 1/12* (2006.01)
H01Q 15/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2022.05.03

(54) УЗЕЛ СВЯЗИ И СВЯЗАННЫЙ СПОСОБ

(31) 21173598.0

(72) Изобретатель:

(32) 2021.05.12

Дарденн Ксавье, Юсефбейки Мохсен
(BE)

(33) EP

(86) PCT/EP2022/061885

(74) Представитель:

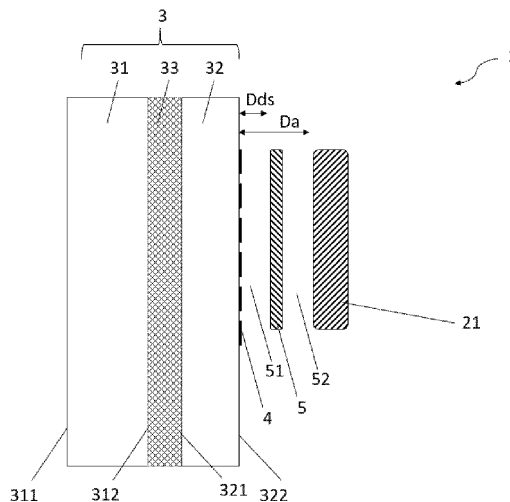
(87) WO 2022/238184 2022.11.17

Квашнин В.П. (RU)

(71) Заявитель:

АГК ГЛАСС ЮРОП (BE)

(57) В настоящем изобретении раскрыт узел связи, содержащий панель остекления и по меньшей мере одну антенну, предназначенную для приема и передачи электромагнитных волн на рабочей частоте в пределах от 400 МГц до 70 ГГц, причем панель остекления содержит внешнюю поверхность и внутреннюю поверхность, обращенную к антенне. Узел связи содержит метаповерхность, размещенную между антенной и внешней поверхностью, причем метаповерхность содержит по меньшей мере одну периодическую проводящую структуру, содержащую тонкие периодические проводящие элементы. Узел связи дополнительно содержит диэлектрическую пластину, размещенную между антенной и внутренней поверхностью на ненулевом расстоянии от внутренней поверхности.



202393118
A1

202393118

A1

УЗЕЛ СВЯЗИ И СВЯЗАННЫЙ СПОСОБ

Описание

5 Область техники

Настоящее изобретение относится к узлу связи, в частности, Wi-Fi, 4G, 5G, V2X и специализированной связи малого радиуса действия (DSRC), содержащему по меньшей мере одну антенну, рассчитанную на прием и передачу электромагнитных волн на рабочей частоте от 400 МГц до 70 ГГц.

10

Уровень техники

15 Применение мобильных устройств ежегодно возрастает, причем 80% мобильных вызовов происходит внутри зданий. Здания и жилые помещения характеризуются повышенными требованиями в том, что касается теплоизоляции, и материалы, применяемые для удовлетворения этих потребностей, оказывают сильное воздействие на ослабление сигнала в помещениях.

20 Решением для зоны действия мобильных устройств в помещениях могут быть распределенные антенные системы, но они также обнаруживают недостатки. Во-первых, они требуют сложной установки и аппаратного обеспечения, которое может иметь высокую стоимость. Кроме того, они предполагают расходы на техническое обслуживание и замену деталей. Наконец, они часто действуют для единственного оператора, и их нельзя масштабировать для всех ситуаций.

25 Способом значительного улучшения передачи через панели остекления, не подвергающим риску их тепловые характеристики и/или эстетические свойства, является обработка покрытия с низкой излучательной способностью, если оно имеется на панелях остекления, с целью создания низкочастотной и/или полосно-пропускающей частотно-избирательной поверхности (FSS). Этот способ можно применять на панелях остекления полностью или частично, в зависимости от обстановки в здании и потребностей потребителя, для улучшения зоны действия мобильных устройств в помещении.

30 Однако в полосах более высоких частот, например, на частотах миллиметровых волн 5G, одной лишь обработки покрытия с низкой излучательной способностью недостаточно для значительного улучшения передачи электромагнитных волн через панели остекления. Причиной этого является то, что панель остекления, содержащая одну или несколько диэлектрических панелей с толщиной, сравнимой с эффективными длинами волн на

указанных частотах, действует в качестве фильтра и может значительно уменьшать передачу проходящих через нее электромагнитных волн.

5 Тогда уровень ослабления зависит от конфигурации панели остекления, т. е. от количества, толщины и расположения диэлектрических панелей, поляризации и направления прихода электромагнитных волн, а также от частоты.

10 Параллельно, передача данных через мобильные сети постоянно увеличивается и значительно возрастет в случае 5G, что потребует от операторов мобильных сетей капитальных затрат. Более высокие полосы частот для 5G означают больше трудностей для внедрения покрытия, в частности в густонаселенных городских районах, где
10 потребуется пропускная способность и применяются строгие ограничения ЕМФ. Внедрение небольших ячеек описано как хорошее решение для улучшения пропускной способности, которое требует установки большого числа антенн для стабильного осуществления передачи и приема электромагнитных волн.

15 Тем не менее много недостатков ограничивает внедрение небольших ячеек. Во-первых, очень трудно найти место для новых антенн. Во-вторых, прокладка волокна и электричества вне помещений является дорогостоящей. Наконец, городские правила могут ограничивать возможности для небольших ячеек.

20 В довершение всего, с появлением автономных транспортных средств с выходом в интернет количество требуемых бортовых антенн еще больше увеличивается, и поиск подходящих местоположений становится все более сложным, в частности, для Wi-Fi, 4G, 5G и DSRC.

Поэтому привлекательной альтернативой другим местоположениям выглядит установка антенн на панели остекления транспортного средства или непосредственно за ней.

25 Однако из-за состава и довольно большой толщины по сравнению с применяемой длиной волны панель остекления транспортного средства может вызвать ослабление проходящих через нее ЕМ-волн. Это ослабление главным образом вызывается помехами между приходящей волной и множеством других волн, отраженных несколькими поверхностями раздела, содержащимися в остеклении транспортного средства.

30 Для устранения вышеописанных проблем и удаления преград к увеличению плотности сетей 4G и 5G вне помещений существует потребность в установке в помещениях антенн в соответствии с городской эстетикой и ограничениями ЕМФ.

Однако, как отмечено выше, панель остекления может значительно ослаблять излучение антенн наружу даже в случае обработки покрытия с низкой излучательной

способностью, такого как FSS, в частности, в полосах частот миллиметровых волн Wi-Fi, 4G, 5G, частот ниже 6 ГГц и DSRC. Дополнительно окно может отражать сигнал в помещение и, таким образом, увеличивать электромагнитное поле (EMF) для лиц в здании.

5 В документе WO2019177144 описан антенный блок, подлежащий применению при присоединении к оконному стеклу здания, в котором: антенный блок снабжен излучающим элементом, волноводным элементом, расположенным на внешней стороне относительно излучающего элемента, и проводником, расположенным на внутренней стороне относительно излучающего элемента, для образования пассивных направляющих устройств по типу «Яги-Уда». Недостатком является то, что данная конструкция является
10 очень сложной и может зависеть от самой конструкции антенны. Поэтому ее нельзя обобщить на любой тип оконного узла, и для каждого оконного узла необходима особая конструкция.

В документе WO2016203180 описан проводящий элемент с периодическим
15 распределением, размещенный на остеклении, содержащем лист стекла с покрытием, одна поверхность которого покрыта проводящим слоем.

В этих двух документах описано решение для увеличения, в случае предварительно заданной частоты, передачи радиочастотных электромагнитных волн за счет наличия нулевой передачи на частоте от по существу половинной до по существу удвоенной
20 частоты.

Поэтому с помощью этих решений для определенного диапазона частот и конфигураций остекления невозможно минимизировать потери при передаче электромагнитных волн.

В документе US2020048958 описана пленка, скрепленная с поверхностью окна и выполненная с возможностью уменьшения потерь при передаче EM-волн через окно. Она
25 не может управлять коэффициентом усиления при управлении фазой EM-волны.

Сущность изобретения

Настоящее изобретение в первом аспекте относится к узлу связи, содержащему
30 панель остекления и по меньшей мере одну антенну, предназначенную для приема и передачи электромагнитных (EM) волн на рабочей частоте в пределах от 400 МГц до 70 ГГц, причем панель остекления содержит внешнюю поверхность и внутреннюю поверхность, обращенную к антенне.

Решение, определенное в первом аспекте настоящего изобретения, основано на том,

что узел связи содержит метаповерхность, размещенную между антенной и внешней поверхностью, при этом метаповерхность содержит по меньшей мере одну периодическую проводящую структуру, содержащую тонкие периодические проводящие элементы, и при этом узел связи дополнительно содержит диэлектрическую пластину, размещенную между антенной на ненулевом расстоянии (Dds) от внутренней поверхности.

Настоящее изобретение во втором аспекте относится к способу оптимизации приема/передачи узлом связи, содержащим панель остекления и антенну, предназначенную для приема и передачи электромагнитных волн на частоте от 400 МГц до 70 ГГц, причем панель остекления содержит внешнюю поверхность и внутреннюю поверхность, обращенную к антенне.

Решение, определенное во втором аспекте настоящего изобретения, основано на том, что способ включает этап установки метаповерхности между антенной и внешней поверхностью. Метаповерхность содержит по меньшей мере одну периодическую проводящую структуру, содержащую тонкие периодические проводящие элементы. Способ дополнительно включает этап установки диэлектрической пластины, размещаемой между антенной и внутренней поверхностью на ненулевом расстоянии (Dds) от внутренней поверхности.

Настоящее изобретение в третьем аспекте относится к применению метаповерхности и диэлектрической пластины для улучшения приема/передачи узлом связи, содержащим панель остекления и антенну, предназначенную для приема и передачи электромагнитных волн на частоте в пределах от 400 МГц до 70 ГГц, причем панель остекления содержит внешнюю поверхность и внутреннюю поверхность, обращенную к антенне, метаповерхность содержит по меньшей мере одну периодическую проводящую структуру, содержащую тонкие периодические проводящие элементы, в котором метаповерхность установлена между антенной и внешней поверхностью. Диэлектрическая пластина установлена между антенной и внутренней поверхностью на ненулевом расстоянии (Dds) от внутренней поверхности.

Неожиданно, это решение позволяет повысить коэффициент усиления и одновременно управлять фазой передаваемых ЕМ-волн. Метаповерхность управляет фазой ЕМ-волн, отражаемых на поверхностях раздела панели остекления, тогда как диэлектрическая пластина увеличивает и повышает коэффициент усиления ЕМ-волн за счет создания полости между панелью остекления и диэлектрической пластиной. Метаповерхность может эффективно воздействовать на фазу входящих и отражаемых

волн для получения конструктивных помех на рабочей частоте.

Таким образом, метаповерхность и диэлектрическая пластина позволяют компенсировать ослабление ЕМ-волн, проходящих через панель остекления, и, более того, метаповерхность и диэлектрическая пластина позволяют усилить ЕМ-волны, проходящие
5 через панель остекления.

Настоящее изобретение увеличивает передачу ЕМ-волн за счет наличия метаповерхности между антенной и внешней поверхностью и диэлектрической пластины, размещенной между антенной и внутренней поверхностью на ненулевом расстоянии от
внутренней поверхности.

10 Таким образом, в настоящем изобретении удовлетворена необходимость в размещении антенн за панелью остекления, в частности за панелью остекления, используемой в качестве окна в здании, или панелью остекления транспортного средства, с помощью повышенных характеристик связи и за счет уменьшения потерь при передаче.

Целью настоящего изобретения является устранение вышеописанных проблем и
15 удовлетворение необходимости в размещении антенн за панелью остекления с помощью повышенных характеристик связи и за счет уменьшения потерь при передаче.

Другим преимуществом настоящего изобретения является обеспечение возможности размещения антенны перед панелью остекления и на сведенном к минимуму расстоянии от нее для излучения через диэлектрическую подложку при одновременном сохранении
20 характеристики полного сопротивления антенны, а также свойств излучения антенны в рамках технических условий.

Еще одно преимущество настоящего изобретения подлежит использованию для сведения к минимуму потерь при передаче поперечных электрических (ТЕ)
25 поляризованных ЕМ-волн через панели остекления при значительных наклонных углах падения и обеспечения улучшенного баланса между приемом и/или передачей поперечных электрических (ТЕ) и поперечных магнитных (ТМ) поляризованных электромагнитных волн.

Еще одно преимущество настоящего изобретения подлежит использованию для изменения направления распространения электромагнитных волн, передаваемых через
30 узел, по сравнению с направлением распространения ЕМ-волн, падающих на узел.

Следует отметить, что изобретение относится ко всем возможным комбинациям признаков, перечисленных в формуле изобретения или в описанных вариантах осуществления.

Приведенное ниже описание относится к применениям для остекления зданий и

транспортных средств, но следует понимать, что изобретение может быть применимо в других областях, таких как применения для транспортировки, другие пользователи дорог и/или дорожные службы.

5 Краткое описание графических материалов

Эти и другие аспекты настоящего изобретения далее будут описаны более подробно со ссылкой на приложенные графические материалы, на которых показаны различные примерные варианты осуществления изобретения, которые предоставлены для иллюстрации, но не ограничения. Графические материалы представляют собой схематическое представление и выполнены не в масштабе. Графические материалы никоим образом не ограничивают изобретение. Дополнительные преимущества будут объяснены с помощью примеров.

На фиг. 1 представлен схематический вид первого варианта осуществления узла связи согласно настоящему изобретению.

На фиг. 2 представлен схематический вид второго варианта осуществления узла связи согласно настоящему изобретению.

На фиг. 3 представлен схематический вид третьего варианта осуществления узла связи согласно настоящему изобретению.

На фиг. 4 представлен схематический вид четвертого варианта осуществления узла связи согласно настоящему изобретению.

На фиг. 5 представлен схематический вид периодической проводящей структуры согласно настоящему изобретению.

Подробное описание

В настоящем документе делается отсылка к конкретному варианту осуществления, и он включает различные изменения, эквиваленты и/или замены соответствующего варианта осуществления. Одинаковые ссылочные позиции используются во всех графических материалах для отсылки к одинаковым или подобным деталям.

В контексте настоящего документа термины, обозначающие положение в пространстве или направление, такие как «внутренний», «наружный», «над», «под», «верх», «низ» и т. п., относятся к настоящему изобретению в том виде, в котором оно показано в графических материалах на фигурах. Тем не менее, следует понимать, что настоящее изобретение может допускать различные альтернативные ориентации и, соответственно, такие термины не должны рассматриваться как ограничивающие. Кроме

того, все цифры, выражающие размеры, физические характеристики, параметры обработки, количества ингредиентов, условия реакций и т. п., используемые в описании и формуле изобретения, следует понимать как изменяемые во всех случаях термином «приблизительно». Соответственно, если не указано противоположное, числовые
5 величины, изложенные в следующем описании и формуле изобретения, представляют собой приближения, которые могут изменяться в зависимости от желаемых свойств, которые необходимо получить при помощи настоящего изобретения. В следующем описании, если иное не указано, выражение «по существу» означает нахождение в пределах 10%, предпочтительно в пределах 5%.

10 Более того, необходимо понимать, что все диапазоны, раскрытые в настоящем документе, являются включающими начальное и конечное значения диапазона, а также охватывающими любой и все включенные в них поддиапазоны. Например, указываемый диапазон «от 1 до 10» следует рассматривать как включающий любой и все поддиапазоны между минимальным значением 1 и максимальным значением 10 (включительно), то есть
15 все поддиапазоны, которые начинаются с минимального значения 1 или более, например 1—6,1, и заканчиваются максимальным значением 10 или менее, например 5,5—10. Кроме того, в контексте настоящего документа термин «осажденный поверх» или «предусмотренный поверх» обозначает «осажденный» или «предусмотренный на», но не обязательно в соприкосновении с поверхностью. Например, покрытие, «осажденное
20 поверх» подложки, не исключает наличия одного или нескольких других покрывающих пленок такого же или другого состава, размещенных между осажденным покрытием и подложкой.

Если термин «содержащий» используется в описании и формуле изобретения, он не исключает другие элементы или этапы. Использование форм существительных в
25 единственном числе включает формы существительных во множественном числе, если специально не указано другое. В настоящем документе «выполненный с возможностью (или установленный для)» можно использовать в аппаратном и программном обеспечении взаимозаменяемо, например, с «подходящий для», «обладающий способностью к», «заменяемый на», «выполненный для», «способный к» или «предназначенный для» в
30 соответствии с ситуацией. В любой ситуации «устройство, выполненное с возможностью осуществления» может означать, что устройство «может осуществлять» совместно с другим устройством или компонентом.

Более того, термины «первый», «второй» и т. д. в описании и в формуле изобретения используются для установления различия между одинаковыми элементами и

необязательно для описания последовательности либо во времени, пространстве, ранжировании, либо любым другим образом. Следует понимать, что таким образом использованные термины являются взаимозаменяемыми в зависимости от соответствующих обстоятельств, и в вариантах осуществления настоящего изобретения, описанных в настоящем документе, могут быть использованы в других последовательностях, отличных от описанных или проиллюстрированных в настоящем документе. Когда описано, что составляющий элемент (например, первый составляющий элемент) «(функционально или с возможностью связи) связан с» или «соединен с» другим составляющим элементом (например, вторым составляющим элементом), следует понимать, что составляющий элемент может быть соединен непосредственно с другим составляющим элементом или может быть соединен с другим составляющим элементом посредством другого составляющего элемента (например, третьего составляющего элемента).

Согласно первому аспекту настоящего изобретения, как изображено на фиг. 1–4, узел **1** связи содержит панель **3** остекления и по меньшей мере одну антенну **21**, предназначенную для приема и передачи электромагнитных волн на рабочей частоте (frw) в пределах от 400 МГц до 70 ГГц.

Панель **3** остекления может представлять собой окно, используемое в качестве окна для закрывания отверстия неподвижного объекта, такого как здание, или для закрывания отверстия подвижного объекта, такого как поезд, лодка и т.д. Панель остекления может также представлять собой панель, используемую в качестве декоративной и/или функциональной панели, такой как средняя стойка кузова автомобиля, панель, применяемая между окнами в транспортных средствах, бампер транспортного средства или т. п.

Панель остекления может быть выполнена из пластика, стекла или любого подходящего материала.

В некоторых вариантах осуществления панель остекления содержит первый лист стекла, имеющий поверхность S1, соответствующую поверхности **311**, и поверхность S2.

В вариантах осуществления, где панель остекления содержит только этот, первый лист стекла, поверхность S2 соответствует поверхности **322**.

В некоторых предпочтительных вариантах осуществления панель остекления представляет собой окно с несколькими стеклами.

Окно с несколькими стеклами может быть по меньшей мере частично проницаемым для видимых волн для обеспечения видимости и для естественного или искусственного

освещения. Окно с несколькими стеклами выполнено из нескольких листов стекла, по меньшей мере первого и второго листов стекла, разделенных по меньшей мере одним промежуточным слоем, с образованием нескольких поверхностей раздела. Поэтому панели могут быть разделены промежуточным слоем, который представляет собой пространство, заполненное газом, и/или полимерным промежуточным слоем. Второй лист стекла имеет поверхность S3 и поверхность S4.

В некоторых вариантах осуществления окно 2 с несколькими стеклами может содержать по меньшей мере два листа 31, 32 стекла, разделенных распоркой 33, позволяющей создать пространство, заполненное газом, таким как аргон, для улучшения теплоизоляции окна с несколькими стеклами с созданием изолирующего окна с несколькими стеклами. Изобретение не ограничивается устройством для использования на окне с несколькими стеклами, содержащем две панели. Устройство и способ согласно настоящему изобретению подходят для любого окна с несколькими стеклами, например для окон с двумя, тремя стеклами.

В некоторых вариантах осуществления промежуточный слой 33 панели представляет собой термопластичный промежуточный слой, скрепляющий друг с другом первый лист стекла и второй лист стекла, что означает, что панель остекления может представлять собой многослойное окно с несколькими стеклами, такое как окна для снижения шума и/или обеспечения защиты от проникновения. Термопластичный промежуточный слой может быть выполнен при помощи одного или нескольких промежуточных слоев, расположенных между листами стекла. Промежуточные слои обычно представляют собой поливинилбутираль (PVB) или этиленвинилацетат (EVA), жесткость которых может регулироваться. Эти промежуточные слои удерживают листы стекла скрепленными вместе даже при разрушении таким образом, что они предотвращают разбитие стекла на крупные острые осколки.

Указанный первый и/или второй листы стекла окна с несколькими стеклами могут быть выполнены из стекла, поликарбоната, PVC или любого другого материала, используемого для окна, установленного на неподвижном объекте или на подвижном объекте.

Обычно материал листов стекла окна 3 с несколькими стеклами представляет собой, например, натриево-кальциевое стекло, боросиликатное стекло, алюмосиликатное стекло или другие материалы, такие как термопластичные полимеры или поликарбонаты, которые, в частности, известны для применения в автотранспорте. Ссылки на стекло в этой заявке не стоит считать ограничивающими.

Окно **3** с несколькими стеклами может быть изготовлено известным способом изготовления, таким как флоат-процесс, способ сплавления, способ копирования, способ литья под давлением или способ вытягивания. С точки зрения производительности и затрат в качестве способа изготовления окна с несколькими стеклами предпочтительно использовать флоат-процесс.

Каждая панель может быть отдельно обработана и/или окрашена и т. д. и/или иметь разную толщину для улучшения эстетики, теплоизоляционных характеристик, безопасности и т. п. Толщина окна **2** с несколькими стеклами установлена согласно требованиям к применению.

Окно **3** с несколькими стеклами может быть любым известным окном, используемым на месте установки. Например, окно **3** с несколькими стеклами может быть обработано, т. е. отожжено, закалено и т. д., для соответствия техническим условиям безопасности и требованиям защиты от воровства. Окно может независимо представлять собой прозрачное стекло или цветное стекло, тонированное с помощью специального состава стекла или, например, посредством нанесения дополнительного покрытия или пластикового слоя. Окно может иметь любую форму в разрезе для соответствия отверстию, например прямоугольную форму, при использовании известного способа резки. В качестве способа резки окна с несколькими стеклами может быть использован, например, способ, в котором лазерный луч направляют на поверхность окна с несколькими стеклами для резки окна с несколькими стеклами, или способ, в котором с помощью режущего диска выполняют механическую резку. Окно с несколькими стеклами может иметь любую форму для соответствия применению, например ветровое стекло, боковое стекло, люк в крыше автотранспорта, боковое остекление поезда, окно здания и т. п.

Каждый лист стекла может быть обработан, т. е. отожжен, закален и т. д., для соответствия техническим условиям требований безопасности. Прозрачная диэлектрическая пластина отдельно может представлять собой прозрачную или цветную прозрачную диэлектрическую панель, тонированную специальным составом или путем нанесения дополнительного покрытия либо пластикового слоя, например.

Каждый лист стекла может обрабатываться и/или окрашиваться и т. д. отдельно, и/или иметь отличающуюся толщину для улучшения эстетических свойств, безопасности и т. д.

Форма окна с несколькими стеклами в разрезе обычно является прямоугольником. В зависимости от применения форма не ограничивается прямоугольником и может быть трапецией, в частности для ветрового стекла или заднего стекла транспортного средства,

треугольником, в частности для бокового стекла транспортного средства, кругом и т. п.

Кроме того, окно с несколькими стеклами может быть собрано в раме или быть установлено в двухслойном фасаде, в кузове автомобиля или любых других средствах, способных поддерживать окно с несколькими стеклами. Некоторые пластиковые элементы могут быть зафиксированы на окне с несколькими стеклами для обеспечения герметичности в отношении газа и/или жидкости, для обеспечения фиксации окна с несколькими стеклами или для добавления внешнего элемента в окно с несколькими стеклами. В некоторых вариантах осуществления маскирующий элемент, такой как эмалевый слой, может быть добавлен на часть периферии окна с несколькими стеклами.

Для температурного комфорта внутри неподвижного объекта или подвижного объекта на одной поверхности раздела окна **211, 212, 221, 222** с несколькими стеклами может быть предусмотрена система покрытия. В этой системе покрытия обычно используется слой на основе металла, и инфракрасный свет значительно отражается слоем этого типа. Такая система покрытия обычно используется для получения энергосберегающего окна с несколькими стеклами.

В некоторых вариантах осуществления система покрытия может быть нагреваемым покрытием, нанесенным на окно с несколькими стеклами, для добавления функции предотвращения обмерзания и/или предотвращения запотевания, например, и/или для уменьшения накопления тепла внутри здания или транспортного средства или для сохранения тепла внутри во время холодных периодов, например. Хотя при этом система покрытия является тонкой и в целом прозрачной для глаз.

Обычно система покрытия покрывает большую часть поверхности поверхности раздела окна **3** с несколькими стеклами.

Система покрытия может быть выполнена из слоев разных материалов. В некоторых вариантах осуществления, например, в ветровых стеклах транспортных средств система покрытия может быть электропроводящей на большей части одной основной поверхности окна с несколькими стеклами. Это может привести к проблемам, например к нагретой точке, если часть, подлежащая удалению покрытия, плохо спроектирована.

Подходящая система покрытия является, например, проводящей пленкой. Подходящей проводящей пленкой является, например, многослойная пленка, полученная путем последовательного наслоения прозрачного диэлектрика, металлической пленки и прозрачного диэлектрика, ИТО, оксида олова с добавлением фтора (FTO) или тому подобного. Подходящей металлической пленкой может быть, например, пленка, содержащая в качестве основного компонента по меньшей мере одно, выбранное из

группы, состоящей из Ag, Au, Cu и Al.

Обычно система покрытия имеет коэффициент излучения не более 0,4, предпочтительно меньший или равный 0,2, в частности меньший или равный 0,1, меньший или равный 0,05 или даже меньший или равный 0,04.

5 Система покрытия может содержать низкоэмиссионную систему покрытия на основе металла. Такие системы покрытия обычно представляют собой систему из тонких слоев, содержащую один или несколько, например два, три или четыре, функциональных слоев, основанных на материале, отражающем инфракрасное излучение, и по меньшей мере два диэлектрических покрытия, при этом каждый функциональный слой окружен
10 диэлектрическими покрытиями. Система покрытия согласно настоящему изобретению может, в частности, иметь коэффициент излучения по меньшей мере 0,010. Функциональные слои обычно представляют собой слои серебра толщиной в несколько нанометров, в основном приблизительно 5–20 нм. Диэлектрические слои обычно прозрачные и изготовлены из одного или нескольких слоев оксидов и/или нитридов
15 металла. Эти разные слои наносят, например, посредством технологий вакуумного осаждения, таких как катодное распыление в магнитном поле, более широко известное как «магнетронное распыление». В дополнение к диэлектрическим слоям каждый функциональный слой может быть защищен барьерными слоями или улучшен осаждением на смачивающий слой.

20 В некоторых вариантах осуществления для максимального увеличения передачи и приема через панель остекления, содержащую систему покрытия, для уменьшения ослабления из-за системы покрытия можно использовать участок без покрытия.

Как показано на фиг. 1–4, панель **3** остекления содержит первый **31** и второй **32** листы стекла, разделенные промежуточным слоем **33** панели.

25 Панель остекления содержит внешнюю поверхность **311** и внутреннюю поверхность **322**, обращенную к антенне. Термин «обращенный» обозначает, что антенна находится перед внутренней поверхностью, как изображено на фигурах.

Антенна **21** предназначена для приема и передачи электромагнитных волн на рабочей частоте (frw) в пределах от 400 МГц до 70 ГГц в зависимости от желаемых применений.

30 В некоторых вариантах осуществления, когда узел **1** связи используется в качестве узла связи 4G, рабочая частота находится в пределах от 400 МГц до 2,3 ГГц.

В некоторых вариантах осуществления, когда узел **1** связи используется в качестве узла 5G, рабочая частота находится в пределах от 1,5 ГГц до 6 ГГц для низкочастотной полосы, приблизительно 28 ГГц, 35 ГГц или выше вплоть до 70 ГГц в зависимости от

конкретных применений 5G.

В некоторых вариантах осуществления, когда узел 1 связи используется в качестве узла DSRC, рабочая частота находится в пределах от 5,7 ГГц до 6 ГГц.

5 DSRC представляет собой каналы односторонней или двусторонней беспроводной связи с радиусом действия от малого до среднего, которые позволяют транспортным средствам непосредственно устанавливать связь друг с другом и другими пользователями дорог или дорожными службами, без привлечения сотовой или другой телекоммуникационной инфраструктуры.

10 Метаповерхность содержит по меньшей мере одну периодическую проводящую структуру, содержащую тонкие периодические проводящие элементы, причем каждый проводящий элемент изолирован от других. «Тонкие периодические проводящие элементы» означает периодический элемент, имеющий толщину, измеренную перпендикулярно поверхности, на которой размещены элементы. Эта толщина предпочтительно составляет от 1 мкм до 140 мкм. Более предпочтительно, во избежание
15 отслаивания или обдирания, эта толщина находится в пределах от 3 мкм до 30 мкм.

Согласно варианту осуществления материал проводящих элементов может представлять собой материал на основе металла, такой как медь, серебро, проводящие металлические сплавы с электролитически осажденным материалом, например золотом, или без него, или любой другой материал, который может быть электропроводящим.

20 Согласно варианту осуществления массив проводящих элементов может представлять собой слой оксида металла или полимера.

Согласно настоящему изобретению тонкие периодические проводящие элементы могут быть выполнены из тонких металлических листов, таких как медная фольга, серебряная печать и т. п., тонких металлических проволок, тонких медных сеток или т. п.

25 Согласно варианту осуществления каждый непроводящий элемент имеет форму квадрата, прямоугольника или круглого кольца, или любую другую замкнутую форму.

Согласно варианту осуществления каждый непроводящий элемент имеет форму прямого, изогнутого, криволинейного паза, или крестообразные формы.

30 Согласно варианту осуществления каждый непроводящий элемент имеет форму двух колец, одно из которых заключено внутри другого.

Как изображено на фиг. 5, по меньшей мере одна периодическая проводящая структура может содержать проводящие квадраты 41. Метаповерхность может быть выполнена из любой периодической проводящей структуры, которая проявляет свойства полосного или заграждающего пропускания. В некоторых других вариантах

осуществления, где метаповерхность имеет полосно-заграждающие свойства, форма может представлять собой квадратные петли, круговые петли, шестиугольные петли или т. п., а для эффекта многополосного пропускания она также может представлять собой, например, двойные петли или любую другую форму, придающую эффект многополосного пропускания.

5
10 В некоторых вариантах осуществления по меньшей мере одна периодическая проводящая структура метаповерхности имеет нулевое отражение на по меньшей мере одной частоте (f_0) в диапазоне от по существу одной третьей до по существу утроенной заданной частоты и предпочтительно от по существу половинной до по существу удвоенной рабочей частоты.

15 В некоторых других вариантах осуществления по меньшей мере одна периодическая проводящая структура метаповерхности имеет нулевую передачу на по меньшей мере одной частоте (f_0) в диапазоне от по существу одной третьей до по существу утроенной заданной частоты и предпочтительно от по существу половинной до по существу удвоенной рабочей частоты. Предпочтительно в таких вариантах осуществления каждый проводящий элемент изолирован от других.

Как показано на фиг. 1–4, узел связи дополнительно содержит метаповерхность **4**, размещенную между антенной и внешней поверхностью.

20 Согласно некоторым вариантам осуществления, как показано на фиг. 1–3, метаповерхность может быть размещена на одной поверхности **312**, **321**, **322** панели остекления. Следует понимать, что в таких вариантах осуществления метаповерхность размещена на одной поверхности панели **3** остекления, находящейся между внешней поверхностью **311** и антенной.

25 В вариантах осуществления, где панель остекления имеет один лист стекла, первый лист стекла, метаповерхность может быть размещена на поверхности **S2**, соответствующей поверхности **322**. В вариантах осуществления, где панель остекления содержит первый лист стекла и второй лист стекла, метаповерхность может быть размещена на поверхности **S2**, **S3** или **S4**, соответственно, относящейся к поверхности **312**, **321** или **322**.

30 В некоторых вариантах осуществления метаповерхность может быть размещена на промежуточном слое **33** или внутри него для облегчения обработки и этапов сборки.

Метаповерхность, размещенная на поверхности **312**, **321**, или на промежуточном слое панели остекления или внутри него, означает, что метаповерхность предпочтительно не находится в соприкосновении с внешней панелью остекления.

В некоторых вариантах осуществления оконный узел может содержать по меньшей мере две метаповерхности для оптимизации одной рабочей частоты или для оптимизации разных рабочих частот.

5 В некоторых предпочтительных вариантах осуществления метаповерхность является прозрачной, для того чтобы обеспечить возможность прохождения видимого света через установочную поверхность раздела. Слово «прозрачный» означает свойство, иллюстрирующее среднее TL (светопропускание) видимого света, пропущенного через материал в видимом спектре, равное по меньшей мере 1%. Предпочтительно «прозрачный» относится к свойству TL в по меньшей мере 10%. Более предпочтительно 10 прозрачный означает TL в по меньшей мере 50%. В идеале «прозрачный» означает TL в по меньшей мере 70%.

В некоторых вариантах осуществления метаповерхность может дополнительно содержать диэлектрическую фольгу для обеспечения подложки для проводящих элементов, и проводящие элементы расположены на диэлектрической фольге. 15 Диэлектрическая фольга представляет собой фольгу, которая не является электропроводящей.

В некоторых вариантах осуществления диэлектрическая фольга представляет собой гибкую диэлектрическую фольгу.

В некоторых вариантах осуществления диэлектрическая фольга не является 20 прозрачной, как, например, РСВ.

Предпочтительно диэлектрическая фольга представляет собой прозрачную диэлектрическую подложку. Прозрачная диэлектрическая фольга может иметь разный химический состав, такой как состав на основе пластика. Состав на основе пластика может представлять собой PET, поликарбонат, PVC или любой другой прозрачный 25 диэлектрический материал на основе пластика, который можно использовать в виде фольги.

Предпочтительно диэлектрическая фольга содержит стеклянную панель. Стеклянная панель может содержать по меньшей мере 50 вес. % SiO_2 , подобно такому стеклу, как натриево-кальциевое стекло, алюмосиликатное стекло или боросиликатное стекло.

30 Предпочтительно диэлектрическая фольга может иметь тангенс угла потерь, равный или меньшей 0,03, и более предпочтительно тангенс угла потерь диэлектрической фольги равен или меньше 0,02, и более предпочтительно тангенс угла потерь диэлектрической фольги равен или меньше 0,01 для уменьшения потери энергии в фольге.

В предпочтительных вариантах осуществления диэлектрическая фольга имеет тангенс

угла потерь, равный или меньший 0,005, и более предпочтительно тангенс угла потерь диэлектрической фольги равен или меньше 0,003 для уменьшения потери энергии в фольге.

5 Предпочтительно диэлектрическая фольга представляет собой фольгу из боросиликатного стекла для уменьшения тангенса угла потерь до значения, равного или меньшего 0,01.

10 Диэлектрическая фольга может быть изготовлена при помощи известного способа изготовления, такого как флоат-процесс, способ спекания, способ перетягивания, способ литья под давлением или способ вытягивания. С точки зрения производительности и затрат в качестве способа изготовления стеклянной панели предпочтительно использовать флоат-процесс.

15 Диэлектрическая фольга может быть обработана, т. е. отожжена, закалена и т. д., для соответствия техническим условиям требований безопасности. Диэлектрическая пластина отдельно может представлять собой прозрачную или цветную прозрачную диэлектрическую панель, например, тонированную специальным составом или путем нанесения дополнительного покрытия либо пластикового слоя.

В некоторых вариантах осуществления размер поверхности метаповерхности по существу является таким же, как размер поверхности стеклопакета.

20 В некоторых других и предпочтительных вариантах осуществления размер метаповерхности меньше поверхности стеклопакета. Предпочтительно размер метаповерхности по существу находится в пределах от 1 см² до 1 м². Предпочтительно метаповерхность представляет собой параллелепипед с шириной и/или длиной в пределах от 20 мм до 1000 мм, например, имеет прямоугольную форму 210 мм x 250 мм, прямоугольную форму 150 мм x 160 мм или прямоугольную форму 255 мм x 500 мм в зависимости от рабочих частот и применения.

В некоторых вариантах осуществления толщина метаповерхности меньше толщины панели остекления. Предпочтительно толщина метаповерхности меньше толщины более тонких стеклянных панелей стеклопакета.

30 На фиг. 1, фиг. 2 и фиг. 3 показана метаповерхность, размещенная на поверхности панели остекления, соответственно, на внутренней поверхности **322** или одной из поверхностей между одним из второго или первого листов стекла и промежуточным слоем, а именно на поверхности **321** и поверхности **312**.

Как изображено на фиг. 1–4, узел связи дополнительно содержит диэлектрическую пластину, размещенную между антенной и внутренней поверхностью. Диэлектрическая

пластина как таковая не является электропроводящей.

Диэлектрическая пластина размещена на ненулевом расстоянии D_{ds} от внутренней поверхности для создания полости для ЕМ-волн между панелью остекления и диэлектрической пластиной.

5

За счет наличия метаповерхности и диэлектрической пластины антенну можно разместить на уменьшенном расстоянии D_a от внутренней поверхности **322**. Это уменьшенное расстояние D_a больше ненулевого расстояния D_{ds} ($D_a > D_{ds}$).

10 В некоторых вариантах осуществления диэлектрическая пластина дополнительно содержит панель остекления.

В некоторых вариантах осуществления диэлектрическая пластина представляет собой гибкую диэлектрическую подложку.

В некоторых вариантах осуществления диэлектрическая пластина не является прозрачной, как, например, РСВ.

15 Предпочтительно диэлектрическая пластина представляет собой прозрачную диэлектрическую подложку, что означает, что диэлектрическая пластина является прозрачной для обеспечения возможности прохождения видимого света через установочную поверхность раздела. Прозрачная диэлектрическая пластина может иметь
20 разный химический состав, такой как состав на основе пластика. Композиция на основе пластика может представлять собой РЕТ, поликарбонат, PVC или любой другой прозрачный диэлектрический пластик, который может быть использован как панель.

В некоторых вариантах осуществления диэлектрическая пластина содержит
25 стеклянную панель. Лист стекла может содержать по меньшей мере 50 вес. % SiO_2 , подобно такому стеклу, как натриево-кальциевое стекло, алюмосиликатное стекло или боросиликатное стекло.

В некоторых вариантах осуществления диэлектрическая пластина может иметь
30 тангенс угла потерь, равный или меньший 0,03, и более предпочтительно тангенс угла потерь диэлектрических панелей равен или меньше 0,02, и более предпочтительно тангенс угла потерь диэлектрических панелей равен или меньше 0,01 для уменьшения потери энергии в панелях.

В предпочтительных вариантах осуществления диэлектрическая пластина имеет тангенс угла потерь, равный или меньший 0,005, и более предпочтительно тангенс угла потерь диэлектрических панелей равен или меньше 0,003 для уменьшения потери энергии в панелях.

В некоторых вариантах осуществления диэлектрическая пластина представляет собой лист боросиликатного стекла для уменьшения тангенса угла потерь до значения, равного или меньшего 0,01.

5 Диэлектрическая пластина может быть изготовлена при помощи известного способа изготовления, такого как флоат-процесс, способ спекания, способ перетягивания, способ литья под давлением или способ вытягивания. С точки зрения производительности и затрат в качестве способа изготовления стеклянной панели предпочтительно использовать флоат-процесс.

10 Диэлектрическая пластина может быть обработана, т. е. отожжена, закалена и т. д., для соответствия техническим условиям требований безопасности. Диэлектрическая пластина отдельно может представлять собой прозрачную или цветную прозрачную диэлектрическую панель, например, тонированную специальным составом или путем нанесения дополнительного покрытия либо пластикового слоя.

15 Диэлектрическая пластина может иметь любую форму. Форма прозрачных диэлектрических панелей **5** в разрезе не ограничивается прямоугольником и может представлять собой трапецию, треугольник, квадрат, круг или т. п.

В некоторых вариантах осуществления толщина диэлектрической пластины меньше толщины панели остекления. Предпочтительно толщина диэлектрической пластины меньше толщины более тонких листов стекла панели остекления.

20 Диэлектрическая пластина **5** отделена от панели **3** остекления и предпочтительно от внутренней поверхности **322** пространством **51**. Это пространство может быть заполнено воздухом для задания ненулевого расстояния **Dds** ($Dds > 0$). В некоторых вариантах осуществления расстояние может быть приспособлено для увеличения передачи ЭМ-волн через узел. В некоторых предпочтительных вариантах осуществления для обеспечения и/или приспособления расстояния **Dds** к внутренней поверхности можно использовать крепежные средства пластины.

Пространство **52** между антенной и диэлектрической пластиной может быть также заполнено воздухом. Это пространство представляет собой разность между D_a и суммой толщины диэлектрической пластины и **Dds**.

30 Предпочтительно расстояние **Dds** по существу составляет от 1 мм до 20 мм для частоты ниже 6 ГГц и от 0,1 мм до 5 мм для частот миллиметровых волн.

В некоторых конкретных вариантах осуществления, когда узел связи используется для DSRC, действующего на рабочей частоте 5,9 ГГц, расстояние **Dds** может составлять приблизительно 1 мм, тогда как D_a составляет приблизительно 11 мм с диэлектрической

пластиной, предпочтительно, но без ограничения, диэлектрической пластиной на основе FR4, имеющей толщину приблизительно 3,7 мм. По меньшей мере одна периодическая проводящая структура метаповерхности может иметь нулевое отражение на по меньшей мере одной частоте (f_r) в диапазоне от по существу одной третьей до по существу утроенной заданной частоты и предпочтительно от по существу половинной до по существу удвоенной рабочей частоты, и, как изображено на фиг. 5, может иметь поверхность ($L \times H$) приблизительно 85 мм ($L = 85$ мм) на 85 мм ($H = 85$ мм), которая размещена на внешней поверхности. Квадраты могут иметь сторону L_s , H_s (в случае квадрата $L_s = H_s$) приблизительно 11 мм. Расстояние между каждым квадратом одной строки L_e составляет приблизительно 1,5 мм. Расстояние между каждым квадратом одного столбца H_e составляет приблизительно 1,5 мм. Под толщиной квадрата подразумевается толщина периметра, равная приблизительно 0,2 мм.

Для поддержания и/или приспособления расстояния D_a между антенной и внутренней поверхностью можно также использовать крепежные средства пластины или крепежные средства антенны.

На фиг. 4 показан другой вариант осуществления, в котором метаповерхность 4 размещена на поверхности диэлектрической пластины. Следует понимать, что любая поверхность установочного промежуточного слоя может быть присоединена к любой поверхности панели остекления.

Метаповерхность может быть размещена на одной поверхности любым известным способом, таким как склеивание, наслоение на установочный промежуточный слой, удаление покрытия в тех вариантах осуществления, где на поверхности существует покрытие, или т. п.

Такой установочный промежуточный слой может представлять собой прозрачный пластиковый промежуточный слой. Прозрачный пластиковый промежуточный слой может представлять собой поливинилбутираль (PVB), этиленвинилацетат (EVA), полиметилметакрилат (PMMA), поликарбонат (PC), полистирол (PS), поливинилхлорид (PVC), полиамид (PA), полиэфиримид (PEI), полиэтилентерефталат (PET), полиуретан, акрилонитрил-бутадиен-стирольный сополимер (ABS), сополимер стирола и акрилонитрила (SAN), сополимер стирола, метила и метакрилата (SMMA) и любые их смеси; сшитый полимер, ионопласт, иономер, циклоолефиновый полимер (COP), циклоолефиновый сополимер (COC) или оптически чистый адгезив (OCA).

Сшитые, или отвержденные, полимеры известны специалисту в данной области техники и представляют собой трехмерные полимерные сетки, полученные

сшиванием/отверждением видов с низким молекулярным весом либо посредством реакции с отверждающим реагентом, также известным как сшивающий агент, либо при воздействии теплом, УФ-излучениями (UV) или электронным пучком (EB). К примерам сшитых полимеров без ограничения относятся эпоксидные полимеры, полиуретановые смолы, полимеры, отверждаемые с помощью UV или EB. В настоящем изобретении предшественники сшитого полимера могут быть прозрачными или не быть такими при условии, что сшитый полимер является прозрачным.

Следует отметить, что некоторые полимерные смеси, сополимеры и некоторые полукристаллические полимеры могут быть непроницаемыми и непрозрачными ввиду дисперсной фазы или ввиду наличия кристаллитов. Поэтому является возможным то, что не все составы перечисленных полимеров, указанных выше, являются прозрачными. Специалист в данной области техники способен определить, какой состав является прозрачным, и, следовательно, определить, относится ли тот или иной полимер к заявленным прозрачным полимерам.

В некоторых вариантах осуществления периодические проводящие элементы могут быть осаждены непосредственно на панель остекления.

В некоторых вариантах осуществления периодические проводящие элементы представляют собой периодическое распределение проводящих элементов, и предпочтительно периодические проводящие элементы представляют собой массив проводящих элементов.

Согласно варианту осуществления во избежание дополнительных потерь в проводящих элементах массив проводящих элементов имеет поверхностное сопротивление в диапазоне от 0,02 до 1000 Ом/квadrat и предпочтительно в диапазоне от 0,02 до 3 Ом/квadrat.

Предпочтительно проводящие элементы включают элементарную ячейку **41**, которая повторяется в двух направлениях, определяемых по меньшей мере одним столбцом и/или по меньшей мере одной строкой, с образованием поверхности. Более предпочтительно, массив содержит несколько столбцов и несколько строк.

В некоторых вариантах осуществления массив проводящих элементов содержит строку неперiodических элементарных ячеек, повторяющихся по столбцу с образованием поверхности.

В некоторых других вариантах осуществления массив проводящих элементов содержит разные элементарные ячейки в неперiodической структуре.

В некоторых вариантах осуществления метаповерхность содержит второй массив

проводящих элементов, и, таким образом, метаповерхность способна увеличивать, в случае второй заданной частоты f_{d2} , передачу радиочастотных электромагнитных волн при помощи узла.

5 В некоторых вариантах осуществления метаповерхность содержит множество массивов проводящих элементов, и, таким образом, метаповерхность способна увеличивать, в случае заданной частоты, которая отличается для каждого массива проводящих элементов, передачу радиочастотных электромагнитных волн при помощи узла.

10 Метаповерхность имеет нулевое отражение на по меньшей мере одной частоте f_r в диапазоне от по существу одной третьей до по существу утроенной заданной частоты и предпочтительно от по существу половинной до по существу удвоенной заданной частоты.

15 Термин «нулевое отражение» означает отражение, которое меньше по меньшей мере -6 дБ, предпочтительно меньше по меньшей мере -10 дБ, и более предпочтительно меньше по меньшей мере -15 дБ.

В некоторых вариантах осуществления для получения нулевого отражения на частоте f_r используют метаповерхность, содержащую массив проводящих элементов, подобную полосно-пропускающей FSS.

20 В некоторых других вариантах осуществления для получения нулевого отражения на частоте f_r метаповерхность содержит два массива проводящих элементов, параллельных и не соприкасающихся друг с другом, так что первый массив подобен полосно-пропускающей FSS, а второй массив подобен FSS с высокочастотным пропусканием.

25 В некоторых вариантах осуществления диэлектрическая пластина нанесена на панель остекления с покрытием. Общие характеристики можно поддерживать подобно случаям без покрытия при условии, что на покрытии применяется лазерная обработка для локального увеличения RF-прозрачности на желаемой частоте работы. Лазерное удаление покрытия необходимо выполнить таким образом, чтобы обеспечить покрытие свойствами либо полосного пропускания (например, полосно-пропускающая FSS), либо низкочастотного пропускания (например, решетка без покрытия), либо высокочастотного пропускания (например, участки без покрытия), а также, чтобы уровень передачи покрытия являлся локально высоким на желаемой частоте работы.

30

В варианте осуществления предоставлено транспортное средство, содержащее по меньшей мере один узел связи согласно первому аспекту настоящего изобретения.

В некоторых вариантах осуществления в разных местоположениях транспортного

средства могут быть размещены несколько узлов связи.

В предпочтительных вариантах осуществления в качестве панели остекления для узла связи используют ветровое стекло.

5 В некоторых других вариантах осуществления в качестве панели остекления для узла связи используют среднюю стойку кузова автомобиля.

В некоторых других вариантах осуществления в качестве панели остекления для узла связи используют бампер транспортного средства.

10 В некоторых предпочтительных вариантах осуществления в качестве панели остекления для узла связи системы сбора платы используют ветровое стекло, тогда как в качестве панели остекления для еще одного узла связи для установления связи с платежными терминалами используют среднюю стойку кузова автомобиля.

15 В варианте осуществления предоставлен способ оптимизации приема/передачи узлом связи, содержащим панель остекления и антенну, предназначенную для приема и передачи электромагнитных волн на рабочей частоте (f_{rw}) в пределах от 400 МГц до 70 ГГц, причем панель остекления содержит внешнюю поверхность и внутреннюю поверхность, обращенную к антенне.

Способ включает этап установки метаповерхности между антенной и внутренней поверхностью. Метаповерхность содержит по меньшей мере одну периодическую проводящую структуру, содержащую тонкие периодические проводящие элементы.

20 Способ дополнительно включает этап установки диэлектрической пластины, размещаемой между антенной и внутренней поверхностью на ненулевом расстоянии (D_{ds}) от внутренней поверхности.

Каждый этап можно осуществлять отдельно.

25 Данный способ позволяет повысить прозрачность к ЕМ на новой и/или уже установленной панели остекления.

В некоторых вариантах осуществления, когда метаповерхность размещена на диэлектрической пластине, эти два этапа можно осуществлять одновременно.

30 В варианте осуществления предоставлено применение метаповерхности и диэлектрической пластины для улучшения приема/передачи узлом связи, содержащим панель остекления и антенну, предназначенную для приема и передачи электромагнитных волн на рабочей частоте (f_{rw}) в пределах от 400 МГц до 70 ГГц, причем панель остекления содержит внешнюю поверхность и внутреннюю поверхность, обращенную к антенне, метаповерхность содержит по меньшей мере одну периодическую проводящую структуру, содержащую тонкие периодические проводящие элементы, причем каждый

проводящий элемент изолирован от других, в котором метаповерхность установлена между антенной и внешней поверхностью, и при этом диэлектрическая пластина установлена между антенной и внутренней поверхностью на ненулевом расстоянии (Dds) от внутренней поверхности.

5 В варианте осуществления предоставлено применение узла связи согласно настоящему изобретению для улучшения связи Wi-Fi.

В варианте осуществления предоставлено применение узла связи согласно настоящему изобретению для улучшения связи 4G.

10 В варианте осуществления предоставлено применение узла связи согласно настоящему изобретению для улучшения по меньшей мере части полос связи 5G.

В варианте осуществления предоставлено применение узла связи в качестве DSRC согласно настоящему изобретению для улучшения связи при сборе платы.

15 В варианте осуществления предоставлено применение узла связи согласно настоящему изобретению для улучшения связи для оплаты между транспортным средством и неподвижным устройством, таким как платежный терминал заправочной/зарядной станции, парковки и т. п.

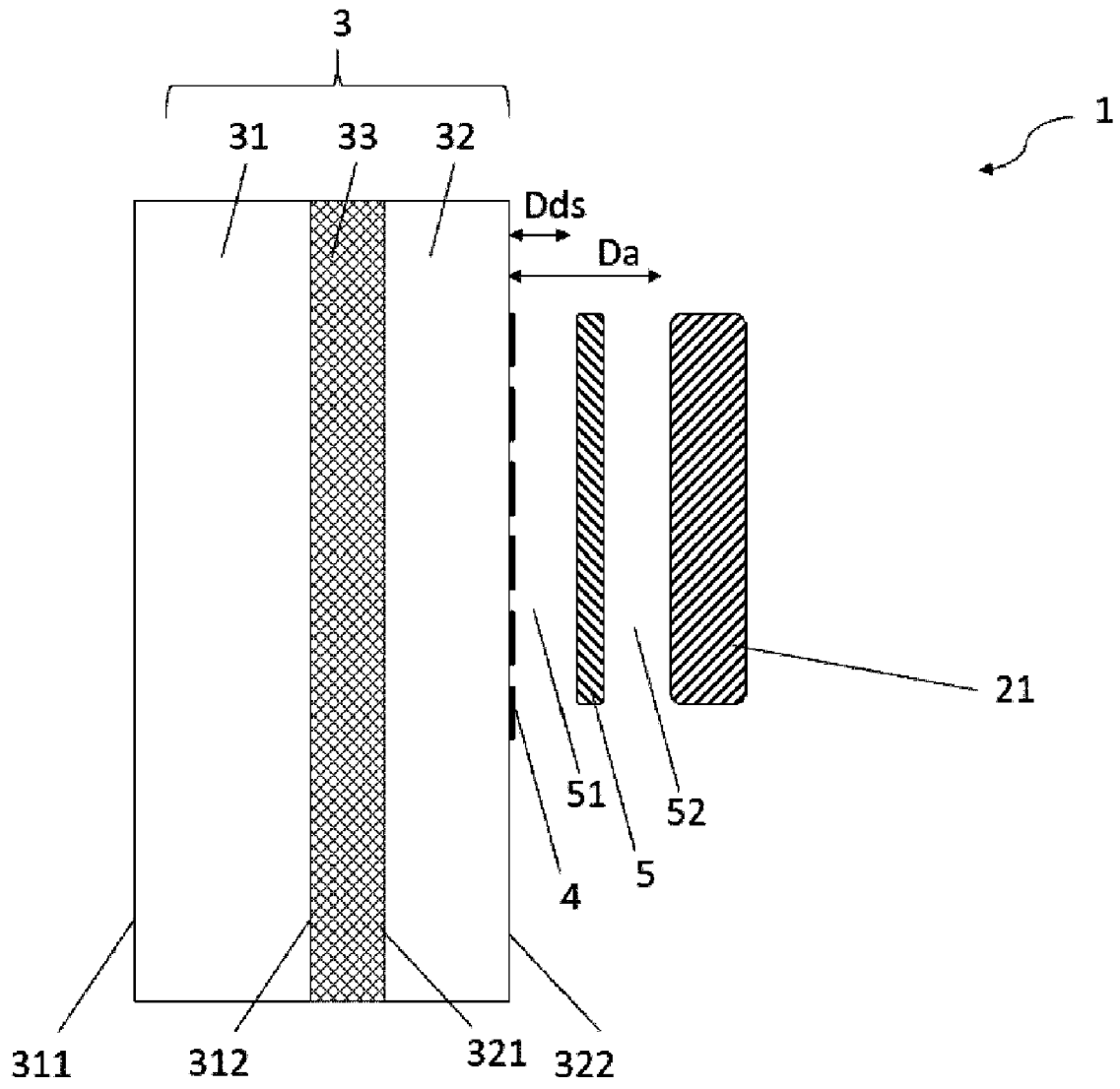
20 В варианте осуществления предоставлено применение узла связи согласно настоящему изобретению для улучшения особой связи между транспортным средством и неподвижным устройством, таким как открывающиеся ворота зон с ограниченным доступом, точки обновления расписания на автобусных остановках и т. д.

В варианте осуществления предоставлено применение узла связи в качестве узла связи V2X согласно настоящему изобретению для улучшения связи между транспортным средством и его окружением, таким как другие транспортные средства, другие пользователи, инфраструктура и т. д.

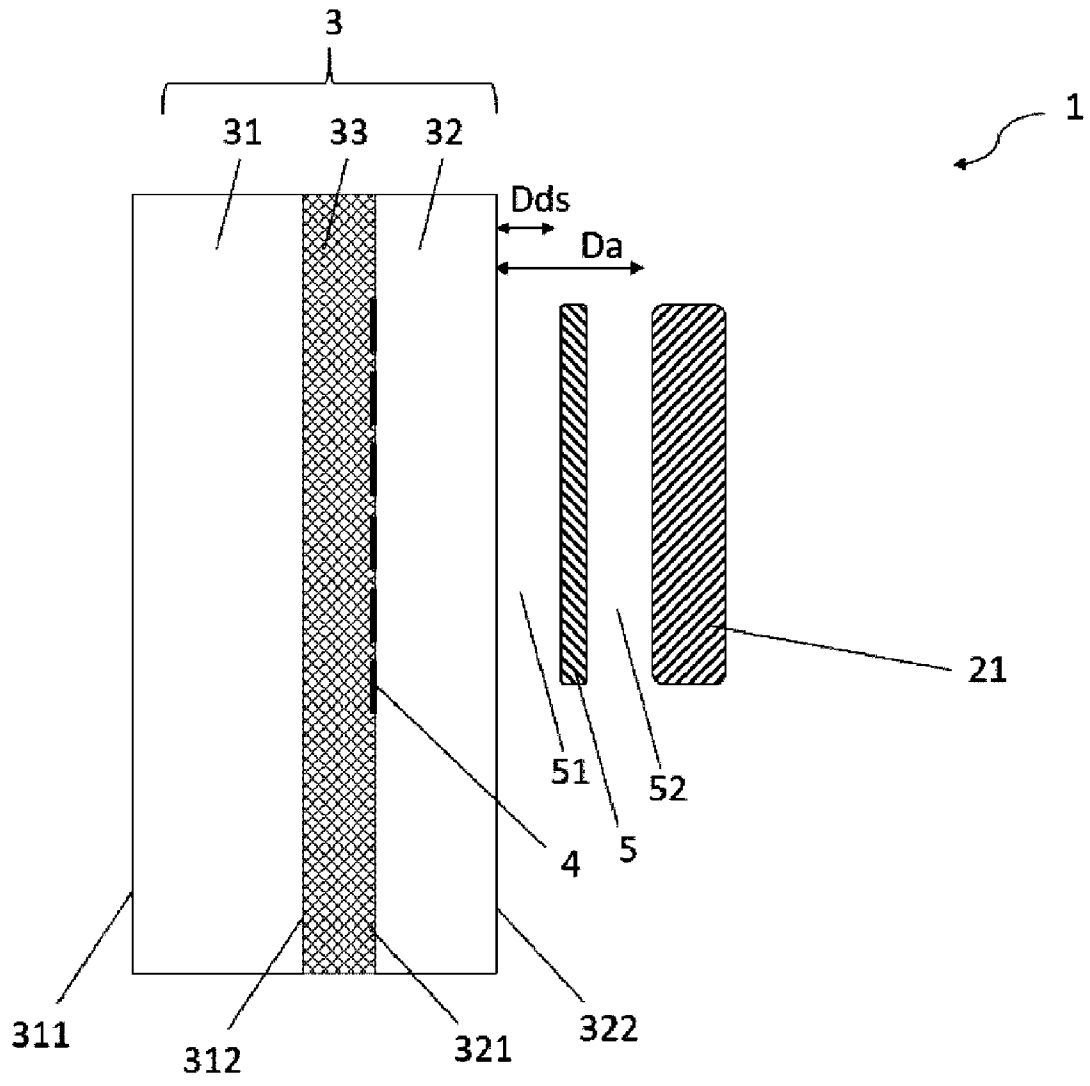
Формула изобретения

1. Узел (1) связи, содержащий панель (3) остекления и по меньшей мере одну антенну (21), предназначенную для приема и передачи электромагнитных волн на рабочей частоте (f_{rw}) в пределах от 400 МГц до 70 ГГц, причем панель остекления содержит внешнюю поверхность (311) и внутреннюю поверхность (322), обращенную к антенне, **отличающийся тем, что** узел связи содержит метаповерхность (4), размещенную между антенной и внешней поверхностью, **при этом** метаповерхность содержит по меньшей мере одну периодическую проводящую структуру, содержащую тонкие периодические проводящие элементы, **и при этом** узел связи дополнительно содержит диэлектрическую пластину, размещенную между антенной и внутренней поверхностью на ненулевом расстоянии (D_{ds}) от внутренней поверхности.
2. Узел связи по п. 1, отличающийся тем, что панель остекления содержит первый лист стекла, имеющий поверхность S1 и поверхность S2.
3. Узел связи по п. 2, отличающийся тем, что панель остекления дополнительно содержит второй лист стекла, отделенный от первого листа стекла по меньшей мере одним промежуточным слоем, причем второй лист стекла имеет поверхность S3 и поверхность S4.
4. Узел связи по п. 3, отличающийся тем, что по меньшей мере один промежуточный слой представляет собой термопластичный промежуточный слой.
5. Узел связи по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что по меньшей мере одна периодическая проводящая структура метаповерхности имеет нулевую передачу на по меньшей мере одной частоте (f_r) в диапазоне от по существу одной третьей до по существу утроенной заданной частоты и предпочтительно от по существу половинной до по существу удвоенной рабочей частоты.
6. Узел связи по любому из пп. 1–4, отличающийся тем, что по меньшей мере одна периодическая проводящая структура метаповерхности имеет нулевое отражение на по меньшей мере одной частоте (f_r) в диапазоне от по существу одной третьей до по существу утроенной заданной частоты и предпочтительно от по существу половинной до по существу удвоенной рабочей частоты.
7. Узел связи по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что метаповерхность размещена на одной поверхности (312, 321, 322) панели остекления.
8. Узел связи по любому из пп. 1–6, отличающийся тем, что метаповерхность размещена на одной поверхности диэлектрической пластины.

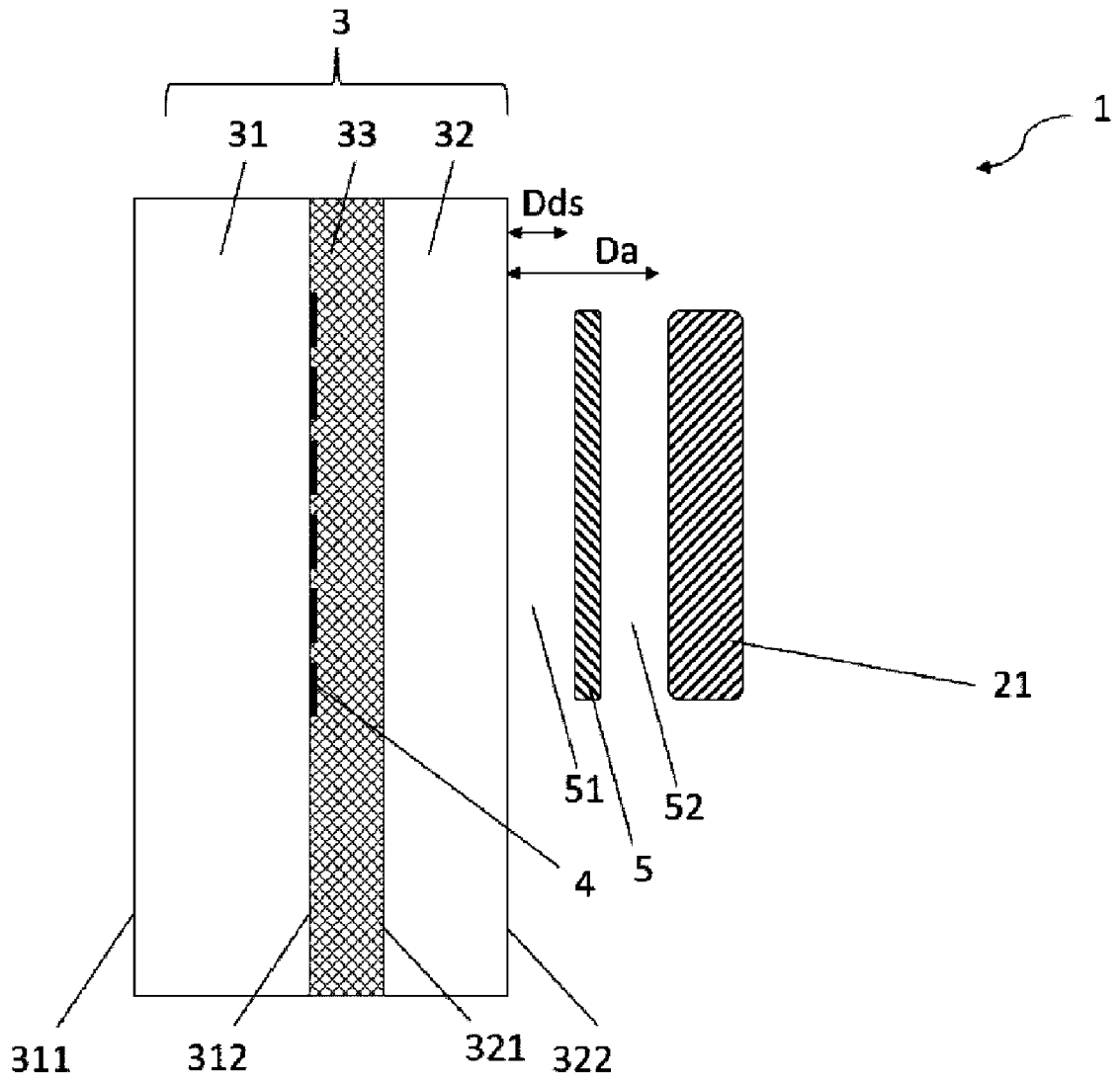
9. Узел связи по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что метаповерхность содержит диэлектрическую фольгу, и по меньшей мере периодическая проводящая структура размещена на диэлектрической фольге.
10. Узел связи по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что по меньшей мере одна периодическая проводящая структура метаповерхности содержит тонкие металлические листы, такие как медная фольга или серебряная печать, тонкие металлические проволоки, тонкие медные сетки или т. п.
11. Узел связи по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что рабочая частота находится в пределах от 5,7 ГГц до 6 ГГц.
- 10 12. Транспортное средство, содержащее по меньшей мере один узел связи по любому из предыдущих пунктов.
13. Способ оптимизации приема/передачи узлом связи, содержащим панель остекления и антенну, предназначенную для приема и передачи электромагнитных волн на рабочей частоте (f_{rw}) в пределах от 400 МГц до 70 ГГц, причем панель остекления содержит внешнюю поверхность и внутреннюю поверхность, обращенную к антенне;
15 **отличающийся тем, что** способ включает этап установки метаповерхности между антенной и внутренней поверхностью,
при этом метаповерхность содержит по меньшей мере одну периодическую проводящую структуру, содержащую тонкие периодические проводящие элементы,
20 **и при этом** способ включает этап установки диэлектрической пластины, размещаемой между антенной и внутренней поверхностью на ненулевом расстоянии (D_{ds}) от внутренней поверхности.
14. Применение метаповерхности и диэлектрической пластины для улучшения приема/передачи узлом связи, содержащим панель остекления и антенну,
25 предназначенную для приема и передачи электромагнитных волн на рабочей частоте (f_{rw}) в пределах от 400 МГц до 70 ГГц, причем панель остекления содержит внешнюю поверхность и внутреннюю поверхность, обращенную к антенне, метаповерхность содержит по меньшей мере одну периодическую проводящую структуру, содержащую тонкие периодические проводящие элементы, причем каждый проводящий элемент
30 изолирован от других, в котором метаповерхность установлена между антенной и внешней поверхностью, и при этом диэлектрическая пластина установлена между антенной и внутренней поверхностью на ненулевом расстоянии (D_{ds}) от внутренней поверхности.



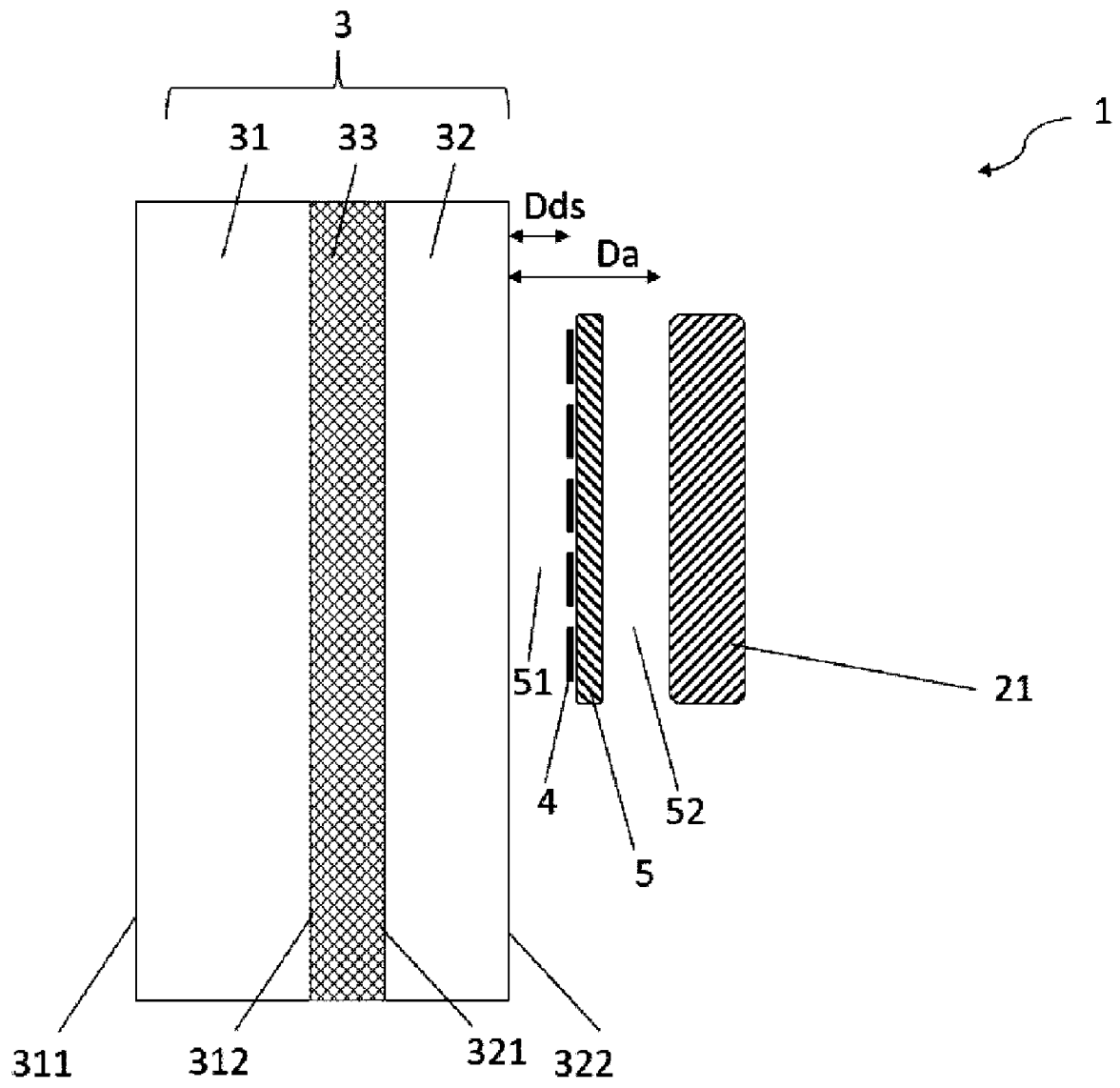
Фиг. 1



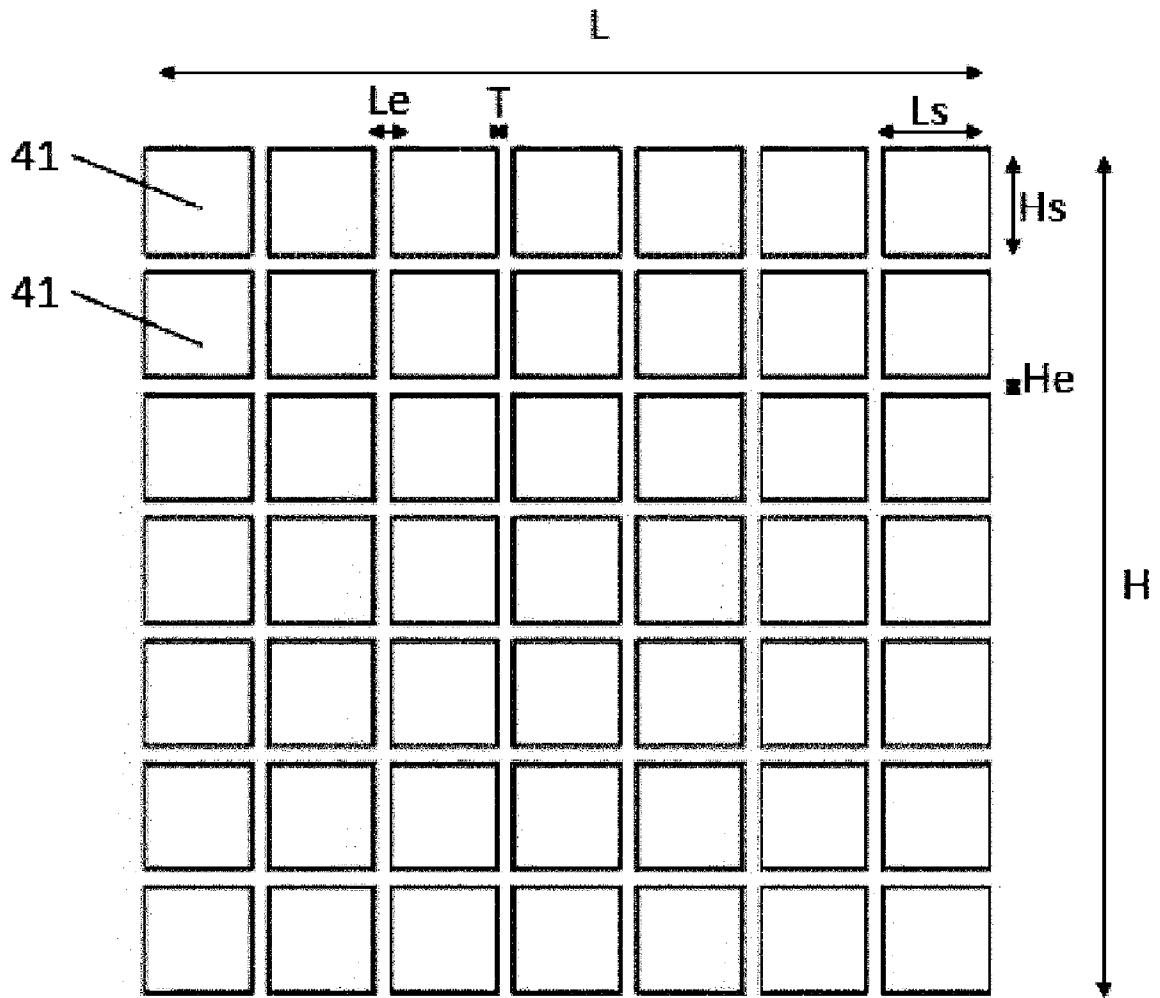
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5