

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202393490** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2024.03.15

(22) Дата подачи заявки
2022.07.15

(51) Int. Cl. **G02B 1/115** (2015.01)
G02B 5/20 (2006.01)
G02B 5/28 (2006.01)
G01J 5/04 (2006.01)
G01S 17/88 (2006.01)
G01J 5/0875 (2022.01)
G01S 7/481 (2006.01)

(54) **ПАНЕЛЬ, ПРОПУСКАЮЩАЯ ИК ИЗЛУЧЕНИЕ**

(31) **21186784.1; 21201740.4**

(32) **2021.07.20; 2021.10.08**

(33) **EP**

(86) **PCT/EP2022/069864**

(87) **WO 2023/001706 2023.01.26**

(88) **2023.03.02**

(71) Заявитель:
АГК ГЛАСС ЮРОП (BE)

(72) Изобретатель:

**Лальуаю Ксавье, Рокини Филипп,
Фарина Валери (BE), Мэдисон Тимоти
Эдвард (US)**

(74) Представитель:

Квашнин В.П. (RU)

(57) Настоящее изобретение относится к панели, пропускающей инфракрасное излучение, содержащей подложку, пропускающую инфракрасное излучение, и покрытие, пропускающее инфракрасное излучение, и к оптическим узлам, содержащим указанную панель, и к применениям указанной панели.

202393490
A1

202393490

A1

ПАНЕЛЬ, ПРОПУСКАЮЩАЯ ИК ИЗЛУЧЕНИЕ

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

[1] Настоящее изобретение относится к панели, пропускающей инфракрасное излучение, содержащей подложку, пропускающую инфракрасное излучение, и покрытие, пропускающее инфракрасное излучение, и к оптическим узлам, содержащим указанную панель, и к применениям указанной панели.

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[2] Инфракрасные волны или лучи имеют множество источников и применений. Обычные инфракрасные лучи исходят от Солнца с длинами волны, большими, чем у видимого диапазона, т.е. от 780 нм (ближний инфракрасный диапазон) до 3 мм (дальний инфракрасный диапазон).

[3] Инфракрасный свет используется в самых различных приложениях, начиная от обнаружения инфракрасных (ИК) сигналов, например в тепловидении, и заканчивая идентификацией элементов в ИК-спектроскопии. Определенный набор подложек используют для изготовления оптических элементов, пропускающих, отражающих и/или в целом управляющих траекторией ИК света, таких как плоскооптические (например, окна, зеркала, поляризаторы, светоделители, призмы), сферические линзы (например, плосковогнутые/выпуклые, двояковогнутые/выпуклые, менисковые), асферические линзы (параболические, гиперболические, гибридные), ахроматические линзы и линзы в сборе (например, объективы для визуализации, расширители луча, окуляры, объективы). Объемные материалы этих подложек для применений инфракрасного излучения различаются по своим физическим, в частности оптическим, характеристикам. В результате знание преимуществ каждой характеристики позволяет выбрать правильный материал для любого приложения ИК излучения. Поскольку инфракрасный свет состоит из более длинных длин волн, чем видимый свет, эти две области длин волн, видимая и инфракрасная, ведут себя по-разному при распространении через одну и ту же оптическую среду. В целом, определенные материалы могут использоваться в приложениях как для ИК, так и для видимого излучения, прежде всего плавленный кварц, боросиликатное стекло, сапфир, алюмосиликатное стекло и определенные известково-натриевые стекла, тогда как другие используются только для одного или другого приложения. Наиболее важным признаком, определяющим любой объемный материал, для инфракрасного света является пропускная способность инфракрасного света. Пропускная способность является мерой пропускательной способности и задается в процентах от падающего света.

[4] Некоторые оптические элементы могут быть использованы для пропускания инфракрасного света между источником и/или приемником. Примерами таких оптических элементов являются покровные стекла и оптические элементы, такие как линзы, призмы или зеркала для работы с инфракрасным светом.

[5] В настоящее время автомобильные транспортные средства оснащаются все большим количеством оптических рецепторов и оптических элементов, среди которых есть и те, которые имеют рабочий диапазон длин волн в инфракрасном излучении, например, от 800 до 2000 нм, который также иногда называют «ближним инфракрасным» из-за его близости к спектру видимого света, который находится в диапазоне от 350 до 780 нм. Автомобильные транспортные средства включают автомобиль, фургон, грузовик, мотоцикл, автобус, трамвай, поезд, беспилотный аппарат, самолет, вертолет и т.п.

[6] WO2018015312A1 относится к автомобильному остеклению, содержащему (i) по меньшей мере один стеклянный лист, имеющий коэффициент поглощения менее 5 м^{-1} в диапазоне длин волн от 750 до 1050 нм и имеющий внешнюю и внутреннюю поверхности, и (ii) инфракрасный фильтр. Устройство дистанционного измерения на основе инфракрасного излучения в диапазоне длин волн от 750 до 1050 нм размещено на внутренней поверхности стеклянного листа в зоне, не содержащей слой инфракрасного фильтра. Такое устройство должно быть защищено от внешней среды за стеклом, например лобовым стеклом, так как оно не устойчиво к воздействию внешней окружающей среды.

[7] Конкретным примером таких оптических элементов являются покрытия для инфракрасных приемников, в частности используемых в автомобильной промышленности, таких как инфракрасная камера или лидар. Действительно, обычно приемник размещен за покрытием, чтобы защищать приемник от внешней окружающей среды. Предел обнаружения приемника очевидно связан с уровнем пропускания покрытия в рабочем диапазоне длин волн приемника.

[8] Поэтому необходимо увеличить уровень пропускания указанного покрытия в инфракрасном диапазоне длин волн. Такое увеличение пропускания может обычно достигаться с помощью противоотражающих покрытий, состоящих из чередующихся слоев материала с низким показателем преломления и материала с высоким показателем преломления, что уменьшает отражение падающего света на поверхности покрытия. Такое многослойное покрытие, как правило, может улучшать эффективность оптического элемента посредством увеличения пропускания инфракрасного света через указанную покрытую подложку, усиливая контрастность и устраняя «призрачные» изображения.

[9] CN110218006В относится к многослойному стеклу для транспортного средства, которое может быть совмещено с лазерным радаром или камерой ближнего инфракрасного диапазона для использования. Многослойное стекло содержит, среди прочего, противоотражающую пленку для уменьшения потерь энергии ближнего инфракрасного света лазера или камеры ближнего инфракрасного диапазона. Рабочая длина волны такого противоотражающего покрытия является узкой, и поэтому не может быть использована в различных приложениях. Кроме того, такое многослойное стекло неустойчиво к воздействию внешней окружающей среды.

[10] Многослойные покрытия, хотя и эффективны для снижения ИК-отражения, обычно имеют меньшую стойкость, чем сама подложка. Поэтому, как правило, противоотражающее покрытие располагается на внутренней поверхности покрытия, то есть на поверхности покрытия, обращенной к инфракрасному приемнику (в то время как внешняя поверхность обращена к внешней окружающей среде).

[11] Стойкость противоотражающих покрытий до сих пор не является достаточной, чтобы позволять размещать их на внешней поверхности покрытия, так чтобы сохранять оптические характеристики в течение всего срока службы продукта. Кроме того, поскольку противоотражающее покрытие располагалось на внутренней поверхности покрытия, цвета отражения в видимом диапазоне (с длинами волн от 350 до 780 нм) не всегда были оптимизированы.

[12] В частности, трудно получить противоотражающие покрытия для инфракрасного излучения, в частности ближнего инфракрасного света в диапазоне от 800 до 2000 нм, при этом сохраняя низкую отражательную способность видимого излучения и/или цвета отраженного света, близкие к нейтральному.

[13] Таким образом, сохраняется необходимость в противоотражающем покрытии с повышенной стойкостью, с устойчивостью к повреждениям, связанным с физическими и относящимися к окружающей среде факторами, и/или с нейтральной цветопередачей, и/или низким отражением света.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[14] В настоящем изобретении предоставлена панель, пропускающая инфракрасное излучение, содержащая первую подложку, пропускающую инфракрасное излучение, имеющую первую поверхность и вторую поверхность, противоположную первой поверхности, и покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, на первой поверхности, причем указанное покрытие содержит S последовательностей тонких слоев,

- при этом каждая последовательность содержит слой материала с высоким показателем преломления под слоем материала с низким показателем преломления,

- при этом $S \geq 2$,

характеризующаяся тем, что оптическая толщина e_{UL} на длине волны λ_{IR} принадлежащего указанному покрытию самого верхнего слоя, имеющего материал с низким показателем преломления, находится в диапазоне от

$$(\lambda_{IR} * 0,12) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,40),$$

при этом λ_{IR} представляет собой длину волны инфракрасного излучения, выбранную в диапазоне от 800 до 2000 нм.

[15] В настоящем изобретении дополнительно предоставлен оптический узел для инфракрасного света в диапазоне от 800 до 2000 нм, содержащий указанную панель, пропускающую инфракрасное излучение, и по меньшей мере одно из приемника, чувствительного к инфракрасному излучению, и источника инфракрасного света, при этом панель выполнена с возможностью пропускать инфракрасный свет к приемнику и/или от источника.

[16] В заключение предусмотрено использование указанной панели, пропускающей инфракрасное излучение, в LIDAR.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[17] В настоящем изобретении предоставлена панель, пропускающая инфракрасное излучение, содержащая первую подложку, пропускающую инфракрасное излучение, имеющую первую поверхность и вторую поверхность, противоположную первой поверхности, и покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, на первой поверхности,

причем указанное покрытие содержит S последовательностей тонких слоев,

- при этом каждая последовательность содержит слой материала с высоким показателем преломления под слоем материала с низким показателем преломления,

- при этом $S \geq 2$,

характеризующаяся тем, что оптическая толщина e_{UL} на длине волны λ_{IR} принадлежащего указанному покрытию самого верхнего слоя, имеющего материал с низким показателем преломления, находится в диапазоне от

$$(\lambda_{IR} * 0,12) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,40),$$

при этом λ_{IR} представляет собой длину волны инфракрасного излучения, выбранную в диапазоне от 800 до 2000 нм.

[18] Длина волны инфракрасного излучения, как правило, находится в диапазоне от 800 нм до более чем 10 микрометров. Однако использование инфракрасных технологий, как правило, происходит на длинах волн в ближней инфракрасной области, то есть в диапазоне длин волн, ближайшем к видимым длинам волн, граничащим с красными, а именно в диапазоне от 800 до 2000 нм, который и представляет собой рабочий диапазон длин волн, рассматриваемый в рамках настоящего изобретения, обозначаемый также как λ_{IR} .

[19] В рамках настоящего изобретения термины «инфракрасные лучи», «инфракрасный свет» и «длины волн инфракрасного излучения» могут использоваться взаимозаменяемо и охватывают одну и ту же область длин волн в диапазоне от 800 до 2000 нм. То есть настоящее покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, имеет рабочую длину волны в инфракрасном диапазоне от 800 до 2000 нм.

[20] В рамках настоящего изобретения термины «альтернативно» и «предпочтительно» могут использоваться как взаимозаменяемые.

[21] Таким образом, в рамках настоящего изобретения λ_{IR} представляет собой выбранную рабочую длину волны инфракрасного излучения, которая выбрана в диапазоне от 800 до 2000 нм. То есть λ_{IR} представляет собой точечное значение, выбранное в диапазоне от 800 до 2000 нм, и, таким образом, не является средним значением длин волн в указанном диапазоне.

[22] В рамках настоящего изобретения рабочие длины волн в инфракрасной области могут составлять конкретно 850 нм, 905 нм, 940 нм, 1064 нм, 1310 нм, 1350 нм, 1550 нм, 1650 нм. Эти рабочие длины волн будут зависеть от оптического узла, в котором используется панель, пропускающая инфракрасное излучение, согласно настоящему изобретению. Например, в LIDAR для автомобильных приложений рабочие длины волн могут составлять 905 нм, 1550 нм, среди прочих. Может быть рассмотрен приемлемый разброс в 25 нм вокруг номинального значения длины волны, так что, например, может быть принят диапазон длин волн от 1525 до 1575 нм вокруг номинального значения 1550 нм.

[23] Подложка, пропускающая инфракрасное излучение, выбрана так, чтобы оптимизировать пропускание инфракрасных лучей. Подложки могут быть выбраны из стекла, полиметилметакрилата (ПММ), поликарбоната (РС), поливинилхлорида (PVC), полиэтилена (PE), полибутилена (PB) или смесей и композитов из двух или более из полиметилметакрилата (PMMA), поликарбоната (PC), поливинилхлорида (PVC), полиэтилена (PE), полибутилена (PB). Предпочтительной подложкой является стекло.

[24] Подложка, пропускающая инфракрасное излучение, 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, альтернативно от 0,5 до 4 мм.

[25] В случае стекла это может быть стекло на основе кремнезема, например известково-натриевое, алюмосиликатное или боросиликатное стекло.

[26] Предпочтительные типы стекла в настоящем документе будут называться «стеклом, пропускающим инфракрасное излучение» и, как правило, имеют коэффициент поглощения меньше чем 15 м^{-1} в диапазоне длин волн от 750 до 1650 нм, альтернативно меньше чем 5 м^{-1} . Для количественного выражения низкого поглощения стеклянного листа в инфракрасном диапазоне в настоящем описании коэффициент поглощения используется в диапазоне длин волн от 750 до 1650 нм.

[27] Таким образом, предпочтительные подложки могут быть выбраны из стекла, пропускающего инфракрасное излучение, за его долговременную устойчивость к воздействию, стабильность цвета и низкое воздействие на окружающую среду с точки зрения использования и переработки. Дополнительным преимуществом стекла является то, что толщина листа стекла может быть приспособлена для уменьшения общей массы панели.

[28] Коэффициент поглощения определяется отношением между поглощательной способностью и длиной оптического пути, пройденного электромагнитным излучением в заданной среде. Его выражают в м^{-1} . Он независим от толщины материала, но он является функцией длины волны поглощаемого излучения и химической природы материала.

[29] Коэффициент поглощения (μ) на выбранной длине волны λ может быть рассчитан на основе измерения пропускания (T), а также показателя преломления n материала ($thick$ = толщина), причем значения n , ρ и T являются функцией выбранной длины волны λ :

$$\mu = -\frac{1}{thick} \cdot \ln \left[\frac{-(1-\rho)^2 + \sqrt{(1-\rho)^4 + 4 \cdot T^2 \cdot \rho^2}}{2 \cdot T \cdot \rho^2} \right]$$

где $\rho = (n-1)/(n+1)^2$.

[30] Стекло листового типа согласно настоящему изобретению предпочтительно имеет коэффициент поглощения $< 15 \text{ м}^{-1}$, в диапазоне длин волн 750–1650 нм. Такой тип стекла обычно используется в оптических технологиях с рабочими длинами волн в инфракрасном диапазоне от 800 до 2000 нм, поскольку низкий коэффициент поглощения обладает дополнительным преимуществом, которое заключается в том, что на конечное пропускание ИК излучения меньше влияет оптический путь в материале.

Предпочтительно, чтобы стеклянный лист имел коэффициент поглощения меньше чем 5 м^{-1} или меньше чем 3 м^{-1} , или даже меньше чем 2 м^{-1} . Такой тип стекла может также называться «сверхпрозрачным» стеклом.

[31] В некоторых случаях стекло может быть цветным стеклом, от зеленого, синего или серого вплоть до черного стекла, при условии, что стекло пропускает инфракрасные лучи от 800 до 2000 нм. Например, в приложениях для LIDAR стеклянная подложка может представлять собой серое стекло, пропускающее инфракрасное излучение, или черное стекло, пропускающее инфракрасное излучение.

[32] Традиционное «прозрачное стекло», как правило, имеет коэффициент поглощения приблизительно порядка 30 м^{-1} , значительно выше, чем у предпочтительных типов стекла согласно настоящему изобретению.

[33] В рамках настоящего изобретения могут применяться разные составы стекла, при условии, что коэффициент поглощения $< 15 \text{ м}^{-1}$ в диапазоне длин волн от 750 до 1650 нм, альтернативно меньше чем 5 м^{-1} , как обсуждалось выше.

[34] Базовый состав стекла согласно настоящему изобретению может иметь общее содержание, выраженное в весовых процентах стекла:

SiO_2	55–85 %;
Al_2O_3	0–30 %;
B_2O_3	0–20 %;
Na_2O	0–25 %;
CaO	0–20 %;
MgO	0–15 %;
K_2O	0–20 %;
BaO	0–20 %.

[35] Альтернативно базовый состав стекла может иметь общее содержание, выраженное в весовых процентах стекла:

SiO_2	55–78 %;
Al_2O_3	0–18%;
B_2O_3	0–18%;
Na_2O	0–20%;
CaO	0–15 %;
MgO	0–10 %;
K_2O	0–10 %;
BaO	0–5 %.

[36] Альтернативно базовый состав стекла может иметь общее содержание, выраженное в весовых процентах стекла:

SiO ₂	60–75 %;
Al ₂ O ₃	0–6 %;
B ₂ O ₃	0–4 %;
CaO	0–15 %;
MgO	0–10 %;
Na ₂ O	5–20 %
K ₂ O	0–10 %
BaO	0–5 %.

[37] В дополнение к базовому составу стекло может содержать другие компоненты в соответствии с желаемым эффектом. В рамках настоящего изобретения очень прозрачное в высокой инфракрасной области (ИК) стекло, слабо или совсем не влияющее на его эстетику и цвет, может быть получено путем сочетания низкого количества железа и хрома в диапазоне конкретных содержаний в составе стекла.

[38] Таким образом, состав стеклянного листа может включать в себя содержание, выраженное как общая масса процентов стекла

- Fe общее (выраженное как Fe₂O₃) в количестве от 0,002 до 0,06% и Cr₂O₃ в количестве от 0,0001 до 0,06%; или

- Fe общее (выраженное как Fe₂O₃) в количестве от 0,002 до 0,06% и Cr₂O₃ в количестве от 0,0015 до 1% и Co в количестве от 0,0001 до 1%; или

- Fe общее (выраженное как Fe₂O₃) в количестве от 0,02 до 1% и Cr₂O₃ в количестве от 0,002 до 0,5% и Co в количестве от 0,0001 до 0,5%; или

- Fe общее (выраженное как Fe₂O₃) в количестве от 0,002 до 1% и Cr₂O₃ в количестве от 0,001 до 0,5 % и Co в количестве от 0,0001 до 0,5 % и Se в количестве от 0,0003 до 0,5%; или

- Fe общее (выраженное как Fe₂O₃) в количестве от 0,002 до 0,06% и CeO₂ в количестве от 0,001 до 1%; или

- Fe общее (выраженное как Fe₂O₃) в количестве от 0,002–0,06%; и одного из следующих компонентов:

- марганец (в пересчете на MnO) в количестве в диапазоне от 0,01 до 1% по весу;

- сурьма (выраженная как Sb₂O₃), в количестве в диапазоне от 0,01 до 1% по весу;

- мышьяк (выраженный как As₂O₃), в количестве в диапазоне от 0,01 до 1% по весу,

- медь (выраженная как CuO), в количестве в диапазоне от 0,0002 до 0,1 % по весу.

[39] Эти типы стекла, имеющие высокое пропускание в инфракрасном диапазоне, хорошо известны специалистам и не нуждаются в дальнейшем описании в настоящем документе. Возможны альтернативные варианты, которые могут быть пригодны в рамках настоящего изобретения, при условии, что коэффициент поглощения составляет $< 15 \text{ м}^{-1}$, альтернативно меньше чем 5 м^{-1} , как обсуждалось выше.

[40] Стекло может быть отожженным, закаленным, гнутым или термоупрочненным.

[41] Обычные разновидности термической обработки включают нагрев остекления до температуры по меньшей мере $560 \text{ }^\circ\text{C}$ на воздухе, например от $560 \text{ }^\circ\text{C}$ до $700 \text{ }^\circ\text{C}$, в частности, от приблизительно $640 \text{ }^\circ\text{C}$ до $670 \text{ }^\circ\text{C}$, 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 нагревания, для обеспечения разности напряжений между поверхностями и сердцевиной стекла так, чтобы в случае удара лист т. н. закаленного стекла безопасно разрушался на мелкие куски.

[42] Стекло может быть плоским или же полностью или частично изогнутым, чтобы правильно соответствовать конкретным дизайну или форме, требуемым в зависимости от конечного использования. Способы изгибания и/или гибки известны и более подробно здесь описываться не будут.

[43] Подложка обычно имеет две противоположные поверхности, т.е. первую поверхность и вторую поверхность, противоположную первой.

[44] На первой поверхности присутствует покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения.

[45] В рамках настоящего изобретения под тонкими пленками понимают слои материалов, имеющие геометрическую толщину от 0,5 до 900 нм, или от 0,5 до 800 нм, или от 0,5 до 700 нм, или от 0,5 до 500 нм.

[46] Такие тонкие пленки обычно формируют с помощью химического осаждения из паровой фазы (CVD), улучшенного плазмой химического осаждения из паровой фазы (PECVD), физического осаждения из паровой фазы (PVD), магнетронного распыления и т.п.

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

[48] В рамках настоящего изобретения покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, содержит S последовательностей тонких слоев, при этом последовательность содержит слой материала с высоким показателем преломления под слоем материала с низким показателем преломления. Для обеспечения оптимизации оптического пути может быть рекомендовано обеспечить контакт между указанным материалом с высоким показателем преломления под указанным слоем материала с низким показателем преломления в пределах последовательности. Затем эти последовательности укладывают друг на друга так, что покрытие состоит из чередования слоев с высоким и низким показателями преломления. С целью дальнейшей оптимизации оптического пути последовательности могут также находиться в контакте друг с другом. Каждый слой обычно имеет геометрическую толщину < 900 нм, альтернативно < 800 нм, альтернативно < 700 нм.

[49] В рамках настоящего изобретения имеется по меньшей мере 2 последовательности в противоотражающем покрытии. Как правило, может быть 2, 3, 4, 5 или более последовательностей. Когда в настоящем документе противоотражающее покрытие определяется числом # последовательностей, это не означает, что можно полагать присутствующими дополнительные последовательности сверх числа # определенных последовательностей. Таким образом, самая верхняя последовательность противоотражающего покрытия является также последней последовательностью указанного покрытия. Были разработаны подходящие противоотражающие покрытия, работающие в инфракрасном диапазоне от 800 до 2000 нм, имеющие 2, 3, 4 или более последовательностей, как описано ниже, сочетающие в себе преимущества достигнутых характеристик для снижения отражения и при этом поддающиеся обработке с разумными производственными затратами.

[50] В рамках настоящего изобретения самая верхняя последовательность, включающая слой материала с высоким показателем преломления под слоем материала с низким показателем преломления, представляет таким образом также последнюю последовательность противоотражающего покрытия, наиболее удаленную сверху от подложки. То есть самый верхний слой материала с низким показателем преломления также является и последним слоем противоотражающего покрытия, в контакте с окружающей средой.

[51] Подобно этому, самая нижняя последовательность, содержащая слой материала с высоким показателем преломления под слоем материала с низким показателем

преломления, также является первой последовательностью противоотражающего покрытия, ближайшей сверху к подложке.

[52] В рамках настоящего изобретения было установлено, что противоотражающие покрытия, содержащие 2 или 3 последовательности, обладают высоким пропусканием инфракрасного излучения, при этом не являясь оптимально спроектированными для своей цветовой нейтральности в видимой области или для низкого коэффициента отражения света.

[53] В рамках настоящего изобретения было установлено, что противоотражающие покрытия, содержащие 4 или более последовательностей, обладают высоким пропусканием инфракрасного излучения, при этом являясь оптимально спроектированными для своей цветовой нейтральности в видимой области и для низкого коэффициента отражения света ($R_c \leq 11\%$).

[54] В рамках настоящего изобретения слой может содержать один или несколько подслоев. Когда слой квалифицируется как слой с низким показателем преломления, он может состоять из подслоев, каждый из которых имеет низкий показатель преломления. Когда слой квалифицируется как слой с высоким показателем преломления, он может состоять из подслоев, каждый из которых имеет высокий показатель преломления.

[55] В рамках настоящего изобретения материал с высоким показателем преломления имеет показатель преломления $\geq 1,8$, альтернативно $\geq 1,9$, альтернативно $\geq 2,0$, на длине волны 550 нм.

[56] В рамках настоящего изобретения материал с низким показателем преломления имеет показатель преломления $\leq 1,7$, альтернативно $\leq 1,6$, на длине волны 550 нм.

[57] Показатель преломления на 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 в показателях преломления позволяет создать оптимальную границу раздела материалов, благодаря чему достигается оптимальное пропускание инфракрасного света.

[58] Однако при расчете оптической толщины в инфракрасном диапазоне длин волн от 800 до 2000 нм используется показатель преломления материала, измеренный в указанной инфракрасной области длин волн. Показатели преломления имеются в общепринятых инструментах, доступных в области техники тонких пленок, и могут не приводиться в

настоящем документе для каждого материала. Источники включают программное обеспечение CODE, используемое для анализа и проектирования тонких пленок, а также для проектирования оптических тонких пленок, от WTheiss Hardware and Software.

[59] Независимо от количества последовательностей противоотражающее покрытие может быть предоставлено с базовым слоем, находящимся в контакте с подложкой и в контакте с самым нижним слоем, имеющим высокий показатель преломления, также самым нижним слоем, имеющим высокий показатель преломления. Указанный необязательный базовый слой, как правило, не вносит вклад в противоотражательные свойства относительно инфракрасного излучения противоотражающего покрытия. Такой необязательный базовый слой может быть предоставлен для обеспечения надежной адгезии покрытия с подложкой и/или для предотвращения миграции ионов из подложки, которая может ухудшить вышележащее покрытие, как это может произойти со стеклянными подложками. Необязательный базовый слой может иметь любой показатель преломления и не вносит оптического вклада в противоотражающий эффект настоящего покрытия. То есть базовый слой не играет роли в противоотражательной функции противоотражающего покрытия и не является частью конструкции оптического слоя. Предпочтительно необязательный базовый слой может иметь показатель преломления, близкий к показателю преломления подложки, т.е. в пределах значения 0,3, по сравнению с показателем преломления подложки.

[60] Примеры базовых слоев включают оксид кремния.

[61] Когда данное покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, содержит две последовательности, т.е. когда $S = 2$, первый слой, имеющий высокий показатель преломления, может называться слоем HA, первый слой с низким показателем преломления над указанным слоем HA может называться слоем LA, второй слой, имеющий высокий показатель преломления, над указанным LA может называться слоем HB, второй слой с низким показателем преломления над указанным слоем HB может называться слоем LB:

Подложка / HA / LA / HB / LB

или

Подложка / базовый слой / HA / LA / HB / LB.

[62] В случаях, когда $S = 2$, второй слой с низким показателем преломления, слой LB, может называться самым верхним (и последним) слоем, имеющим низкий показатель преломления, UL, а второй слой с высоким показателем преломления, слой HB, может называться самым верхним слоем, имеющим высокий показатель преломления, UH.

Подобно этому, первый слой с низким показателем преломления, слой LA, может называться самым низким слоем, имеющим низкий показатель преломления, а первый слой с высоким показателем преломления, слой HA, может называться самым высоким слоем, имеющим высокий показатель преломления.

[63] Когда данное покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, содержит три последовательности, т.е. когда $S = 3$, первый слой, имеющий высокий показатель преломления, может называться слоем HA, первый слой с низким показателем преломления над указанным слоем HA может называться слоем LA, второй слой, имеющий высокий показатель преломления, над указанным LA может называться слоем HB, второй слой с низким показателем преломления над указанным слоем HB может называться слоем LB, третий слой, имеющий высокий показатель преломления, над указанным LB может называться слоем HC, третий слой с низким показателем преломления над указанным слоем HC может называться слоем LC:

Подложка / HA / LA / HB / LB / HC / LC

или

Подложка / базовый слой / HA / LA / HB / LB / HC / LC.

[64] В случаях, когда $S = 3$, третий слой с низким показателем преломления, слой LC, может называться самым верхним (и последним) слоем, имеющим низкий показатель преломления, UL, а второй слой с высоким показателем преломления, слой HC, может называться самым верхним слоем, имеющим высокий показатель преломления, УН. Опять же, первый слой с низким показателем преломления, слой LA, может называться самым низким слоем, имеющим низкий показатель преломления, а первый слой с высоким показателем преломления, слой HA, может называться самым высоким слоем, имеющим высокий показатель преломления.

[65] Когда данное покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, содержит четыре последовательности, т.е. когда $S = 4$, первый слой, имеющий высокий показатель преломления, может называться слоем HA, первый слой с низким показателем преломления над указанным слоем HA может называться слоем LA, второй слой, имеющий высокий показатель преломления, над указанным LA может называться слоем HB, второй слой с низким показателем преломления над указанным слоем HB может называться слоем LB, третий слой, имеющий высокий показатель преломления, над указанным LB может называться слоем HC, третий слой с низким показателем преломления над указанным слоем HC может называться слоем LC, четвертый слой, имеющий высокий показатель преломления, над указанным LC может называться слоем

HD, четвертый слой с низким показателем преломления над указанным слоем HD может называться слоем LD:

Подложка / HA / LA / HB / LB / HC / LC / HD / LD

или

Подложка / базовый слой / HA / LA / HB / LB / HC / LC / HD / LD.

[66] В случаях, когда $S = 4$, четвертый слой с низким показателем преломления, слой LD, может называться самым верхним (и последним) слоем, имеющим низкий показатель преломления, UL, а четвертый слой с высоким показателем преломления, слой HD, может называться самым верхним слоем, имеющим высокий показатель преломления, УН. И снова, первый слой с низким показателем преломления, слой LA, может называться самым низким слоем, имеющим низкий показатель преломления, а первый слой с высоким показателем преломления, слой HA, может называться самым низким слоем, имеющим высокий показатель преломления.

[67] Когда данное покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, содержит пять последовательностей, т.е. когда $S = 5$, первый слой, имеющий высокий показатель преломления, может называться слоем HA, первый слой с низким показателем преломления над указанным слоем HA может называться слоем LA, второй слой, имеющий высокий показатель преломления, над указанным LA может называться слоем HB, второй слой с низким показателем преломления над указанным слоем HB может называться слоем LB, третий слой, имеющий высокий показатель преломления, над указанным LB может называться слоем HC, третий слой с низким показателем преломления над указанным слоем HC может называться слоем LC, четвертый слой, имеющий высокий показатель преломления, над указанным LC может называться слоем HD, четвертый слой с низким показателем преломления над указанным слоем HD может называться слоем LD, пятый слой, имеющий высокий показатель преломления, над указанным LD может называться слоем HE, пятый слой с низким показателем преломления над указанным слоем HE может называться слоем LE:

Подложка / HA / LA / HB / LB / HC / LC / HD / LD / HE / LE

или

Подложка / базовый слой / HA / LA / HB / LB / HC / LC / HD / LD / HE / LE.

[68] В случаях, когда $S = 5$, пятый слой с низким показателем преломления, слой LE, может называться самым верхним (и последним) слоем, имеющим низкий показатель преломления UL, а пятый слой с высоким показателем преломления, слой HE, может называться самым верхним слоем, имеющим высокий показатель преломления, УН. Опять

же, первый слой с низким показателем преломления, слой LA, может называться самым низким слоем, имеющим низкий показатель преломления, а первый слой с высоким показателем преломления, слой HA, может называться самым низким слоем, имеющим высокий показатель преломления.

[69] Последовательности имеют подобную номенклатуру, когда $S > 5$.

[70] Когда $S \geq 2$, оптическая толщина e_{UL} самого верхнего слоя, имеющего низкий показатель преломления, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, может находиться в диапазоне от $(\lambda_{IR} * 0,12) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,40)$, при этом λ_{IR} представляет собой длину волны инфракрасного излучения, выбранную в диапазоне от 800 до 2000 нм.

[71] Такая оптическая толщина для самого верхнего слоя, имеющего низкий показатель преломления позволяет добиться подходящего противоотражающего эффекта относительно длин волн инфракрасного диапазона. Когда оптическая толщина составляет $< (\lambda_{IR} * 0,12)$ или $> (\lambda_{IR} * 0,40)$, падающие инфракрасные лучи отражаются от поверхности и производительность противоотражающего покрытия не обеспечивается на оптимальном уровне и/или цвет в отражении является неподходящим с точки зрения внешнего наблюдателя.

[72] То есть, когда рабочие длины волн в инфракрасной области выбраны из длин волн 850 нм, 905 нм, 940 нм, 1064 нм, 1310 нм, 1350 нм, 1550 нм, 1650 нм, оптическая толщина e_{UL} самого верхнего слоя, имеющего низкий показатель преломления, рассчитывается с использованием выбранной рабочей длины волны. Например, при рабочей длине волны 905 нм оптическая толщина e_{UL} может находиться в диапазоне от 108,6 до 362 нм, или при рабочей длине волны 1550 нм оптическая толщина e_{UL} может находиться в диапазоне от 186 до 620 нм.

[73] В вариантах осуществления, совместимых с другими настоящими вариантами осуществления, когда $S \geq 2$, сумма оптических толщин слоев материала с высоким показателем преломления, Σe_H , покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, может находиться в диапазоне от $(\lambda_{IR} * 0,10) \leq \Sigma e_H \leq (\lambda_{IR} * 0,55)$.

[74] То есть, когда $S = 2$ или 3, сумма оптических толщин Σe_H слоев материала с высоким показателем преломления $e_{HA} + e_{HB}$ (+ e_{HC}) может находиться в диапазоне от $(\lambda_{IR} * 0,10) \leq \Sigma e_H \leq (\lambda_{IR} * 0,55)$, альтернативно от $(\lambda_{IR} * 0,28) \leq \Sigma e_H \leq (\lambda_{IR} * 0,55)$, альтернативно от $(\lambda_{IR} * 0,35) \leq \Sigma e_H \leq (\lambda_{IR} * 0,50)$, альтернативно от $(\lambda_{IR} * 0,38) \leq \Sigma e_H \leq (\lambda_{IR} * 0,47)$.

[75] То есть, когда $S = 4$ или более, или особенно когда $S = 4$, сумма оптических толщин Σe_H слоев материала с высоким показателем преломления может находиться в диапазоне от $(\lambda_{IR} * 0,10) \leq \Sigma e_H \leq (\lambda_{IR} * 0,55)$, альтернативно от $(\lambda_{IR} * 0,10) \leq \Sigma e_H \leq (\lambda_{IR} * 0,45)$, альтернативно от $(\lambda_{IR} * 0,10) \leq \Sigma e_H \leq (\lambda_{IR} * 0,35)$. Когда $S = 4$, $\Sigma e_H = e_{HA} + e_{HB} + e_{HC} + e_{HD} + e_{HE}$ и так далее, когда $S > 4$.

[76] Это обеспечивает дополнительное преимущество, заключающееся в том, что пропускание инфракрасного излучения дополнительно улучшается для покрытий, содержащих 2 или 3 последовательности, или покрытий, содержащих 4 или более последовательностей, и, возможно, в более широком диапазоне работы в области длин волн, охватывающей первую конкретную рабочую длину волны. В таких случаях противоотражающее покрытие, предназначенное для одной первой конкретной рабочей длины волны, на самом деле может быть пригодно для второй или более конкретных рабочих длин волн. Это позволяет разнообразить конструктивные возможности, но в то же время ограничивает производственные изменения, поскольку одно противоотражающее покрытие может служить нескольким целям.

[77] Когда $S = 2$ или 3, отношение суммы оптических толщин Σe_L слоев, имеющих низкий показатель преломления, к длине волны видимого излучения 550 нм, « $\Sigma e_L / 550$ нм», соответствует следующему уравнению относительно выбранной рабочей длины волны инфракрасного излучения (λ_{IR}) – в процентных долях:

$$(0,0614 \times \lambda_{IR}) - K1 \leq \Sigma e_L / 550 \text{ нм} \leq (0,0614 \times \lambda_{IR}) - K2$$

с $K1 = 25\%$ и $K2 = -3\%$.

[78] Было обнаружено, что это отношение « $\Sigma e_L / 550$ нм» обеспечивает оптимальный противоотражающий эффект для инфракрасного излучения у покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, имеющего $S = 2$ или 3.

[79] Альтернативно $K1$ может быть равен 22% или равен 19%. Альтернативно $K2$ может быть равен 1%.

[80] В вариантах осуществления, совместимых с вышеизложенным, когда $S = 2$ или 3, оптическая толщина e_{UL} верхнего (или последнего) слоя, имеющего низкий показатель преломления, UL , слоя LB или LC , покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, может составлять от $(\lambda_{IR} * 0,15) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,33)$, предпочтительно от $(\lambda_{IR} * 0,20) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,32)$, или от $(\lambda_{IR} * 0,22) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,29)$, или от $(\lambda_{IR} * 0,24) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,27)$

и/или

оптическая толщина e_{UH} самого верхнего слоя, имеющего высокий показатель преломления, УН, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, может находиться в диапазоне от $(\lambda_{IR} * 0,25) \leq e_{UH} \leq (\lambda_{IR} * 0,50)$, предпочтительно от $(\lambda_{IR} * 0,31) \leq e_{UH} \leq (\lambda_{IR} * 0,42)$,

и/или

оптическая толщина e_{LA} нижнего (или первого) слоя, имеющего низкий показатель преломления, LA, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, может составлять $e_{LA} \leq (\lambda_{IR} * 0,13)$, предпочтительно от $(\lambda_{IR} * 0,04) \leq e_{LA} \leq (\lambda_{IR} * 0,07)$,

и/или

оптическая толщина e_{HA} нижнего (или первого) слоя, имеющего высокий показатель преломления, HA, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, может составлять $e_{HA} \leq (\lambda_{IR} * 0,15)$, предпочтительно от $(\lambda_{IR} * 0,02) \leq e_{HA} \leq (\lambda_{IR} * 0,11)$, более предпочтительно от $(\lambda_{IR} * 0,03) \leq e_{HA} \leq (\lambda_{IR} * 0,10)$.

[81] Когда $S = 2$ или 3 , или в частности когда $S = 2$, и обеспечивается одна или несколько из перечисленных выше характеристик, оптимальное противоотражающее покрытие может быть обеспечено с помощью простого покрытия, которое является экономически эффективным и может быть получено стандартными методами осаждения тонких пленок.

[82] Эти независимые изменения в различных слоях могут оптимизировать поле действия для различных длин волн в инфракрасном диапазоне и обеспечить противоотражающее покрытие, которое может работать надлежащим образом на первой выбранной рабочей длине волны инфракрасного излучения и в более широком диапазоне вторичных рабочих длин волн инфракрасного излучения.

[83] В вариантах осуществления, совместимых с настоящим изобретением, когда $S \geq 4$, оптическая толщина e' слоев может рассматриваться с учетом показателя преломления материала на длине волны 550 нм, тогда как оптическая толщина e рассматривается на длине волны инфракрасного излучения, выбранной в диапазоне от 800 до 2000 нм. Действительно, для противоотражающих покрытий с 4 и более последовательностями оказалось выгодным учитывать оптические толщины e' слоев в видимой области, поскольку обнаружилось, что они обеспечивают противоотражающие покрытия для длин волн инфракрасного излучения, имея нейтральный цвет при отражении в видимой области. То есть противоотражающее покрытие оптимизировано для максимального пропускания инфракрасных лучей от 800 до 2000 нм, при этом обладая нейтральным цветом с точки

зрения внешнего наблюдателя в видимом диапазоне длин волн от 350 до 780 нм (сторона отражающего покрытия) и низкий коэффициент отражения света.

[84] В рамках настоящего изобретения нейтральный цвет в отражении достигается, когда $-4 < a^* < 1$ и $-5 < b^* < 1$ имеют нейтральный аспект в отражении со стороны покрытия (значения CIELAB при освещении D65), в видимом диапазоне длин волн от 350 до 780 нм, при углах падения от 0 до 60°.

[85] Цвета также стабильны в угловом отношении, т.е. Delta a^* и Delta b^* составляют < 5 , если измерять их при нормальном и 60° падении.

[86] В рамках настоящего изобретения низкий коэффициент отражения света на стороне покрытия считается таковым, если $R_s \leq 11\%$.

[87] Поэтому, когда $S \geq 4$, оптическая толщина e'_{UH} самого верхнего слоя, имеющего высокий показатель преломления, UH, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, может находиться в диапазоне от 15 до 110 нм, предпочтительно от 15 до 105 нм, более предпочтительно от 20 до 100 нм.

[88] Когда $S \geq 4$, оптическая толщина e_{UL} самого верхнего слоя, имеющего низкий показатель преломления, UL, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, также может быть в диапазоне $(\lambda_{IR} * 0,12) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,40)$, предпочтительно от $(\lambda_{IR} * 0,15) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,37)$, более предпочтительно от $(\lambda_{IR} * 0,19) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,33)$. Такой дополнительный параметр дополнительно улучшает нейтральность цвета и угловую стабильность указанного нейтрального цвета.

[89] Когда $S = 4$, и отношение суммы оптических толщин слоев материала с высоким показателем преломления, $\Sigma e_H (= e_{HA} + e_{HB} + e_{HC} + e_{HD})$ к выбранной λ_{IR} – отношение « $(\Sigma e_H / \lambda_{IR})$ »,

и

отношение суммы оптических толщин слоев материала с низким показателем преломления, за исключением самого верхнего слоя, $\Sigma e_L - e_{LD} (= e_{LA} + e_{LB} + e_{LC})$ к выбранной λ_{IR} – отношение « $(\Sigma e_L - e_{LD}) / \lambda_{IR}$ »,

соответствуют следующим уравнениям, касающимся выбранной рабочей длины волны инфракрасного излучения (λ_{IR}) – в процентных долях:

$$(-0,0017 \times \lambda_{IR}) + K3 \leq \Sigma e_H / \lambda_{IR} \leq (-0,0017 \times \lambda_{IR}) + K4,$$

с минимальным значением, установленным на $\Sigma e_H / \lambda_{IR} \geq 5\%$,

и

$$(-0,0017 \times \lambda_{IR}) + K3 \leq (\Sigma e_L - e_{LD}) / \lambda_{IR} \leq (-0,0017 \times \lambda_{IR}) + K4$$

с минимальным значением, установленным на $(\Sigma e_L - e_{LD}) / \lambda_{IR} \geq 5\%$

и с $K3 = 30\%$ и $K4 = 50\%$.

[90] Отношения « $\Sigma e_H / \lambda_{IR}$ » и « $(\Sigma e_L - e_{LD}) / \lambda_{IR}$ » определяют границы, в которых было обнаружено, что покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, имеющее $S = 4$, обеспечивает оптимальный противоотражающий эффект для инфракрасного излучения в сочетании с нейтральным цветом и коэффициентом отражения света $R_c \leq 11\%$.

[91] Альтернативно $K3$ может быть равен 32% или равен 34% . Альтернативно $K4$ может быть равен 48% или равен 47% .

[92] Это позволяет разместить настоящее противоотражающее покрытие в оптическом элементе или устройстве, обращенном наружу и, таким образом, наблюдаемом внешним наблюдателем, поскольку оно обладает заметными эстетическими и подходящими антиотражающими относительно инфракрасного излучения свойствами.

[93] Дополнительная оптимизация может быть достигнута, когда $S \geq 4$ или когда $S = 4$ и оптическая толщина e'_{HA} самого нижнего слоя, имеющего высокий показатель преломления, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, может находиться в диапазоне от 15 до 38 нм, предпочтительно от 17 до 35 нм, и/или

оптическая толщина e'_{LA} самого нижнего слоя, имеющего низкий показатель преломления, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, может находиться в диапазоне от 55 до 100 нм, предпочтительно от 60 до 95 нм.

[94] Когда $S \geq 4$, или конкретно когда $S = 4$, и обеспечены одна или несколько из вышеуказанных независимых характеристик, обеспечивается дополнительный оптимальный противоотражающий эффект с тем дополнительным преимуществом, что цвета отражения в видимом диапазоне длин волн являются нейтральными при наблюдении под углом 0° (нормальное падение), а также под угловым падением, вплоть до 60° .

[95] Еще дальнейшая оптимизация противоотражающего покрытия, состоящего из 4 последовательностей, может быть обеспечена в пределах оптических толщин e' , как указано ниже (при показателе преломления материала, рассматриваемом при 550 нм), таким образом, чтобы оптимизировать нейтральность цвета, низкое отражение (R_c) и пропускание инфракрасного излучения:

Оптическая толщина e' (нм)	Диапазон	Предпочтительный диапазон	Наиболее предпочтительный диапазон

	max	Min	max	Min	max
HD	≤ 130	15	105	20	100
LC	≤ 120	40	95	45	90
HC	≤ 150	55	130	60	125
LB	≤ 100	30	80	35	75
HB	≤ 120	45	100	50	95
LA	≤ 120	55	100	60	95
HA	≤ 50	15	38	17	35
Подложка					

[96] В рамках настоящего изобретения слои с высоким показателем преломления независимо выбраны из по меньшей мере одного из оксидов Zn, Sn, Ti, Nb, Zr, Hf, Ta, Ni, In, Al, Si, Ce, W, Mo, Sb, La и Bi и их смесей или нитридов Si, Al, Zr, B, Y, Ce и La и их смесей, или из селенида цинка, сульфида цинка или фторида цинка и их смеси.

[97] В некоторых предпочтительных вариантах осуществления, когда панель может быть необходимо подвергнуть термообработке, о которой будет сказано далее, слои с высоким показателем преломления выбирают независимо друг от друга 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.

[98] В дополнительных предпочтительных вариантах осуществления, когда панель может быть необходимо подвергнуть термообработке, а производство должно быть упрощено, слои с высоким показателем преломления независимо выбирают из смешанного оксида титана и циркония, нитрида кремния, смешанного нитрида кремния и титана, смешанного нитрида кремния и циркония, смешанного нитрида кремния и гафния, нитрида циркония, оксида циркония, оксида циркония, легированного кремнием, смешанного нитрида циркония и бора, смешанного оксида цинка и олова, оксида ниобия, оксида цинка, легированного алюминием.

[99] В рамках настоящего изобретения слои с низким показателем преломления независимо выбраны из оксида кремния, оксинитрида кремния, оксикарида кремния, оксида алюминия, смешанного оксида алюминия, смешанного оксида циркония и кремния, оксида кремния, легированного алюминием, оксида кремния, легированного бором, фторида магния, оксида магния, фторида алюминия, фторида иттрия или их смесей.

[100] В некоторых предпочтительных вариантах осуществления, когда панель может быть необходимо подвергнуть тепловой обработке, о которой будет сказано далее, слои с низким показателем преломления независимо выбирают из оксида кремния, оксинитрида кремния, оксикарида кремния, оксида алюминия, смешанного оксида алюминия и кремния, смешанного оксида циркония и кремния, оксида кремния, легированного алюминием, оксида кремния, легированного бором, или их смесей.

[101] В рамках настоящего изобретения легирующая добавка присутствует в количестве < 10 вес. % материала, тогда как смешанный материал X и Y (или более) содержит более 15 вес. % каждого X и Y (или более) в смешанном материале.

[102] В определенных вариантах осуществления, совместимых с предыдущими вариантами осуществления, самый верхний слой, имеющий низкий показатель преломления, противоотражающего покрытия, состоящего из 2 или более последовательностей, может содержать по меньшей мере один подслой из смешанного оксида кремния и циркония. Подслой смешанного оксида кремния и циркония может содержать от 5 до 50 мол. % оксида циркония, предпочтительно от 8 до 20 мол. %. Такой подслой из смешанного оксида кремния и циркония может иметь показатель преломления $\leq 1,7$ на длине волны 550 нм, альтернативно от 1,55 до 1,65.

[103] Когда такой смешанный оксид кремния и циркония присутствует в самом верхнем слое с низким показателем преломления, противоотражающему покрытию придается повышенная стойкость. Положение подслоя как самого верхнего подслоя в самом верхнем слое, имеющем низкий показатель преломления, обеспечивает дополнительную стойкость и устойчивость к царапинам и внешним воздействиям.

[104] Самый верхний подслой смешанного оксида кремния и циркония может иметь геометрическую толщину от 3 до 200 нм, альтернативно от 4 до 150 нм. Однако геометрическая толщина самого верхнего подслоя смешанного оксида кремния и циркония в диапазоне от 3 до 20 нм уже достаточна для обеспечения необходимой повышенной стойкости. Толщина > 20 нм позволяет настраивать противоотражающее свойство противоотражающего покрытия. Указанная геометрическая толщина включается в общую оптическую толщину самого верхнего слоя e_{UL} , как обсуждалось выше.

[105] Это обеспечивает применения панели, пропускающей инфракрасное излучение, в оптических узлах, где имеется контакт с внешней средой и/или могут возникать пыль, дождь или жесткие условия. Противоотражающие покрытия в рамках настоящего изобретения могут быть предоставлены без такого самого верхнего подслоя и, тем не менее, все же могут быть пригодны для изначальной противоотражающей цели. Однако

их стойкость может уменьшиться. Поэтому предпочтительные противоотражающие покрытия в рамках настоящего изобретения могут быть снабжены таким самым верхним подслоем и быть пригодными для изначальной противоотражающей цели с дополнительным преимуществом стойкости во внешней среде. Это, таким образом, позволит определить, в каком типе приложений. Настоящее противоотражающее покрытие может быть, таким образом, использовано в различных типах приложений, с воздействием или без воздействия внешней среды.

[106] Способы осаждения разных слоев противоотражающего покрытия включают химическое осаждение из паровой фазы (CVD), улучшенное плазмой химическое осаждение из паровой фазы (PECVD), физическое осаждение из паровой фазы (PVD), магнетронное распыление, несение покрытия влажным способом и т.д. Разные слои могут быть нанесены с использованием разных техник.

[107] В некоторых вариантах осуществления слои с низким показателем преломления могут быть осаждены методом PECVD, например методом PECVD с полым катодом. Этот метод обеспечивает дополнительное преимущество снижения затрат и высокой скорости осаждения.

[108] В некоторых вариантах осуществления, совместимых с другими вариантами осуществления, панель, пропускающая инфракрасное излучение, согласно настоящему изобретению может дополнительно содержать нагревательную систему. Такая нагревательная система включает в себя нагревательную пленку или печатные нагревательные системы. Нагревательная система может быть предоставлена на первой поверхности панели, пропускающей инфракрасное излучение, или над противоотражающим покрытием или под ним, или же может быть расположена на второй поверхности панели, пропускающей инфракрасное излучение. Такая нагревательная система не должна препятствовать назначению настоящей панели, пропускающей инфракрасное излучение, и, возможно, быть настолько тонкой, насколько это технически осуществимо.

[109] Печатные нагревательные системы могут быть получены с использованием основанных на углероде, или серебре, или меди печатных схем и/или тонких проводов на неплоских подложках (обычно пластиковых) или проводящих чернил. Они известны специалистам и не будут более подробно описываться в настоящем документе.

[110] Проводящая пленка, пропускающая инфракрасное излучение, известна специалистам и не будет более подробно описываться в настоящем документе. Примером такой пленки является нагреватель Canatu Carbon NanoBud компании «Canatu Corp».

[111] Нагревательная система должна быть выбрана так, чтобы обеспечить возможность передачи инфракрасного излучения в соответствии с назначением конечного использования. Такая нагревательная система может быть предусмотрена так, чтобы панель можно было очистить ото льда или разморозить, в зависимости от конечного использования.

[112] В некоторых первых конкретных вариантах осуществления панель, пропускающая инфракрасное излучение, настоящего изобретения, содержащая первую подложку, пропускающую инфракрасное излучение, имеющую первую поверхность и вторую поверхность, противоположную первой поверхности, и покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, на первой поверхности, как описано выше в различных вариантах осуществления, может дополнительно содержать второе покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, на второй поверхности, противоположной первой поверхности.

[113] В таких первых конкретных вариантах осуществления первое и второе покрытия, противоотражающие относительно инфракрасного излучения, могут быть одинаковыми или разными.

[114] В таких первых конкретных вариантах осуществления панель, пропускающая инфракрасное излучение, несущая покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, на каждой из своих первой и второй поверхностей предпочтительно не предусмотрена в других вариантах осуществления, где панель ламинирована второй панелью, как описано далее в настоящем документе.

[115] Во вторых конкретных вариантах осуществления панель, пропускающая инфракрасное излучение, настоящего изобретения, содержащая первую подложку, пропускающую инфракрасное излучение, имеющую первую поверхность и вторую поверхность, противоположную первой поверхности, и покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, только на первой поверхности, как обсуждалось выше, может дополнительно содержать промежуточный слой и вторую подложку, пропускающую инфракрасное излучение, имеющую первую поверхность и вторую поверхность, противоположную первой поверхности, ламинированную своей второй поверхностью на второй поверхности первой подложки, пропускающей инфракрасное излучение, посредством указанного промежуточного слоя.

[116] В таких вторых конкретных вариантах осуществления вторая поверхность первой подложки, пропускающей инфракрасное излучение, предпочтительно не несет покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения. Наличие

противоотражающего покрытия в контакте с промежуточным слоем, по-видимому, не дает никакого дополнительного эффекта и поэтому предпочтительно исключается.

[117] Вторая подложка, пропускающая инфракрасное излучение, может быть такой же или другой, как и первая подложка, пропускающая инфракрасное излучение, и может быть выбрана из стекла, полиметилметакрилата (PMMA), поликарбоната (PC), поливинилхлорида (PVC), полиэтилена (PE), полибутилена (PB) или смесей и композитов из двух или более из полиметилметакрилата (PMMA), поликарбоната (PC), поливинилхлорида (PVC), полиэтилена (PE), полибутилена (PB).

[118] То есть первая и/или вторая подложка, пропускающая инфракрасное излучение, может быть независимо выбрана из стекла, полиметилметакрилата (PMMA), поликарбоната (PC), поливинилхлорида (PVC), полиэтилена (PE), полибутилена (PB) или смесей и композитов из двух или более из полиметилметакрилата (PMMA), поликарбоната (PC), поливинилхлорида (PVC), полиэтилена (PE), полибутилена (PB).

[119] Толщины обеих подложек, пропускающих инфракрасное излучение, могут независимо находиться в диапазоне, как уже говорилось выше, 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, альтернативно от 0,5 до 4 мм.

[120] Толщины обеих подложек, пропускающих инфракрасное излучение, могут быть одинаковыми или разными.

[121] Обе подложки могут, таким образом, иметь одинаковую толщину, например 0,5 мм, или 0,8 мм, или 1,2 мм, или 1,6 мм, или 2,1 мм, или 3 мм. Такая симметричная конструкция позволяет упростить процесс и использовать традиционные размеры в процессе ламинирования.

[122] Обе подложки могут также иметь разную толщину, например панель 1 = 0,5 мм и панель 2 = 2,1 мм, или панель 1 = 0,8 мм и панель 2 = 2,1 мм, или панель 1 = 0,5 мм и панель 2 = 1,6 мм, панель 1 = 0,8 мм и панель 2 = 1,6 мм, или панель 1 = 1,6 мм и панель 2 = 2,1 мм. Такие асимметричные конструкции позволяют обеспечивать гибкость кривизны, и/или управление весом и/или гибкость пропускания инфракрасного излучения.

[123] Цвета обеих подложек могут быть одинаковыми или разными, как говорилось выше.

[124] Две подложки могут предпочтительно быть выбраны из стекла, пропускающего инфракрасное излучение, за его долговременную устойчивость к воздействию, стабильность цвета и низкое воздействие на окружающую среду с точки зрения

использования и переработки. Дополнительным преимуществом стекла является то, что толщина листов стекла может быть подобрана так, чтобы уменьшать общий вес панели, и может быть одинаковой или разной для двух подложек.

[125] Предпочтительным стеклом панели, пропускающей инфракрасное излучение, может быть «стекло, пропускающее инфракрасное излучение», как описано выше, имеющее коэффициент поглощения меньше чем 15 м^{-1} в диапазоне длин волн от 750 до 1650 нм, альтернативно меньше чем 5 м^{-1} .

[126] Стеклопанель может представлять собой серое стекло, пропускающее инфракрасное излучение, или серое черное стекло, пропускающее инфракрасное излучение.

[127] Промежуточный слой, обеспечивающий адгезию, обычно выбирают из поливинилацетата, поливинилбутираля, полиуретана, поли(сополимера этилена и винилацетата), поливинилхлорида, поли(сополимера винилхлорида и метакрилата), полиэтиленов, полиолефинов, сополимеров сложных эфиров этилена и акрилата, поли(сополимера этилена и бутилакрилата), силиконовых эластомеров, эпоксидных смол, сополимеров кислот или их смесей. Предпочтительно промежуточный слой может быть выбран из этиленвинилацетата, и/или поливинилбутираля, и/или полиэтилентерефталата, при условии, что они не оказывают негативного влияния на функционирование настоящей панели, пропускающей инфракрасное излучение.

[128] В некоторых случаях промежуточный слой может быть цветным промежуточным слоем, например серым или черным, при условии, что он позволяет пропускать инфракрасное излучение. Такой цветной промежуточный слой может обеспечивать превосходный внешний вид с точки зрения внешнего наблюдателя.

[129] 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.

[130] Первая и вторая подложки могут быть собраны на этапе ламинирования для плоских подложек или на этапе сгибания для изогнутых подложек, этот этап сгибания включает в себя этапы первый, сгибания панелей, и второй, ламинирования указанных согнутых стекол. Эти процессы известны в данной области и не будут описываться в настоящем документе. Можно также использовать специальные этапы ламинирования при комнатной температуре, так как они позволяют получить гибкие и вариативные формы, которые легко достижимы, например, холодное изгибание или смолистое изгибание,

которые подходят для кусков подложек и особенно стеклянных подложек, имеющих размеры < 1 или 2 м^2 .

[131] Таким образом, настоящая панель, пропускающая инфракрасное излучение, может быть монолитной панелью или многослойной панелью.

[132] Как правило, монолитная панель содержит внешнюю поверхность (P1) и внутреннюю поверхность (P2).

[133] Как правило, многослойная панель состоит из внешней панели, имеющей первую поверхность (P1) и вторую поверхность (P2'), и внутренней панели, имеющей первую поверхность (P3') и вторую поверхность (P4). Внешняя панель многослойного остекления представляет собой панель, находящуюся в контакте с внешней средой определенного пространства (транспортного средства или здания). Внутренняя панель представляет собой панель, находящуюся в контакте с внутренним пространством указанного определенного пространства. Две панели удерживаются в контакте наслаивающим листом или промежуточным слоем, служащим для обеспечения адгезии и контакта между двумя листами стекла. Промежуточный слой обеспечивает контакт между первой поверхностью внутренней панели (P3') и второй поверхностью наружной панели (P2').

[134] В некоторых вариантах осуществления, совместимых с предыдущими вторыми конкретными вариантами осуществления, первая поверхность второй подложки, пропускающей инфракрасное излучение, может быть предоставлена со вторым покрытием, противоотражающим относительно инфракрасного излучения, как описано выше.

[135] В таких случаях первое и второе покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, могут быть одинаковыми или разными.

[136] В случаях, когда панель, пропускающая инфракрасное излучение, представляет собой монолитную панель, пропускающую инфракрасное излучение, противоотражающее покрытие может, таким образом, присутствовать на одной или обеих поверхностях P1 и P2. В таких случаях необязательная нагревательная система может присутствовать на любой из поверхностей P1 или P2, под или над противоотражающим покрытием.

[137] В случаях, когда панель, пропускающая инфракрасное излучение, представляет собой многослойную панель, пропускающую инфракрасное излучение, противоотражающее покрытие может, таким образом, присутствовать на обеих поверхностях P1 и P4. В таких случаях необязательная нагревательная система может присутствовать на любой из поверхностей P1 или P4, под или над противоотражающим покрытием, или присутствовать на любой из поверхностей P2' или P3', в контакте с

промежуточным слоем или внутри промежуточного слоя. Ни на одной из поверхностей P2' или P3' нет противоотражающего покрытия.

[138] Таким образом, монолитная панель, пропускающая инфракрасное излучение, или многослойная панель, пропускающая инфракрасное излучение, может содержать первое покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, оптимизированное для пропускания на конкретной рабочей длине волны инфракрасного излучения и нейтрального цвета в отражении (в видимом диапазоне) на поверхности P1, тогда как второе покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, может быть оптимизировано только для пропускания на конкретной рабочей длине волны инфракрасного излучения, на поверхности P2 или P4. В других случаях может потребоваться, чтобы первое покрытие было оптимизировано для пропускания на конкретной рабочей длине волны инфракрасного излучения, для нейтрального цвета в отражении (в видимом диапазоне) и для стойкости к воздействию внешней среды на поверхности P1, тогда как второе противоотражающее покрытие может не требовать такой же стойкости на поверхности P2 или P4.

[139] Одним из преимуществ таких вариантов осуществления является то, что настоящее противоотражающее покрытие может быть разработано так, чтобы проявлять гибкость в отношении требуемых характеристик в конечном приложении. То есть оба противоотражающих покрытия могут быть разработаны оптимально с точки зрения эффективности и стоимости.

[140] На монолитные панели, пропускающие инфракрасное излучение, или ламинированные панели, пропускающие инфракрасное излучение, может быть нанесено замутняющее покрытие, например эмаль или краска. Такая эмаль или краска может быть нанесена на остекление трафаретной печатью, нанесения покрытия валиком, распылением, нанесения покрытия наливом, нанесением деколи или т.п., необязательно в присутствии маскирующих или определяющих форму/тень элементов, как это известно специалисту. Такая эмаль или краска может обеспечивать превосходный эстетический вид и быть подстроена под окружающую область панели, пропускающей инфракрасное излучение.

[141] В настоящем изобретении также предоставляется оптический узел, содержащий панель, пропускающую инфракрасное излучение, описанную в приведенных выше вариантах осуществления, и по меньшей мере одно из приемника, чувствительного к инфракрасному излучению, и источника инфракрасного света, при этом панель выполнена с возможностью передавать инфракрасный свет на датчик и/или от источника.

[142] В рамках настоящего изобретения приемник, чувствительный к инфракрасному излучению, и источник инфракрасного света предназначены для устройств, имеющих рабочие длины волны в диапазоне от 800 до 2000 нм.

[143] Приемник, чувствительный к инфракрасному излучению, может также называться принимающим инфракрасным оптическим датчиком, т.е. датчиком, который не излучает инфракрасный оптический сигнал, но способен принимать инфракрасный оптический сигнал. Типичным примером приемника, чувствительного к инфракрасному излучению, или принимающего инфракрасного оптического датчика, является фотокамера.

[144] Источник инфракрасного света может также называться излучающим инфракрасным оптическим датчиком, т.е. датчиком, который не принимает инфракрасный оптический сигнал, но способен излучать инфракрасный оптический сигнал.

[145] В некоторых вариантах осуществления оптический узел может содержать как приемник, чувствительный к инфракрасному излучению, так и источник инфракрасного света. Такой комбинированный приемник и источник можно назвать испускающим/принимающим инфракрасным оптическим датчиком.

[146] Такой испускающий/принимающий инфракрасный оптический датчик обычно означает датчик, сначала испускающий инфракрасный оптический сигнал от транспортного средства в направлении наружу от транспортного средства, а затем принимающий инфракрасный оптический сигнал, отраженный от некоторого препятствия снаружи транспортного средства. Лидар является типичным примером испускающего/принимающего оптического датчика ближнего инфракрасного диапазона.

[147] Таким образом, настоящий оптический узел может содержать панель, пропускающую инфракрасное излучение, как описанная выше, и испускающий/принимающий инфракрасный оптический датчик.

[148] Настоящий оптический узел смонтирован так, что приемник, чувствительный к инфракрасному излучению, и/или источник инфракрасного света, или испускающий/принимающий инфракрасный оптический датчик, предпочтительно расположены в корпусе, обращенные к внутренней поверхности (1i) панели, пропускающей инфракрасное излучение, согласно настоящему изобретению и содержащей противоположную внешнюю поверхность (1o), обращенную к окружающей среде.

[149] Таким образом, данная панель, пропускающая инфракрасное излучение, выполнена с возможностью пропускания инфракрасного света к приемнику и/или от источника в оптическом узле. Таким образом, настоящая панель, обеспеченная описанным выше

противоотражающем покрытием, может иметь улучшенное пропускание инфракрасного света, что позволяет оптимизировать работу приемника и/или источника на выбранной рабочей длине волны инфракрасного излучения. λ_{IR} .

[150] В случаях, когда первой поверхностью панели, пропускающей инфракрасное излучение, содержащей противоотражающее покрытие, является внутренняя поверхность (1i), называемая также P2 в монолитном исполнении или P4 в ламинированном, в соответствии с вышеизложенным, это означает, что противоотражающее покрытие не будет подвергаться воздействию внешней среды.

[151] В случаях, когда первой поверхностью панели, пропускающей инфракрасное излучение, содержащей противоотражающее покрытие, является внешняя поверхность (1o), также обозначаемая как P1 в соответствии с вышеизложенным, это означает, что противоотражающее покрытие может подвергаться воздействию внешней среды.

[152] В случаях, когда панель, пропускающая инфракрасное излучение, содержит противоотражающее покрытие с двух сторон (одинаковое или разное), одно противоотражающее покрытие будет обращено к внешней поверхности (1o), или P1, и может подвергаться воздействию внешней среды, а другое противоотражающее покрытие будет обращено к внутренней поверхности (1i), P2, при монолитном изготовлении или P4 при многослойном.

[153] Преимущество панели, пропускающей инфракрасное излучение, в соответствии с разными вариантами осуществления, описанными в настоящем документе, заключается в том, что она может быть спроектирована для соответствия требованиям различных приложений, в которых требуется высокое пропускание инфракрасного света, необязательно в сочетании с нейтральностью цвета и/или высокой стойкостью.

[154] В настоящем изобретении предоставлено покрытие для датчика, чувствительного к инфракрасному излучению, и/или источника инфракрасного света для инфракрасного света в диапазоне от 800 до 2000 нм, содержащее настоящую панель, пропускающую инфракрасное излучение.

[155] Также предусмотрено использование данной панели, пропускающей инфракрасное излучение, в качестве покрытия для инфракрасного датчика и/или источника инфракрасного света, или для испускающего/принимающего инфракрасного оптического датчика.

[156] Такой датчик обычно расположен за покрытием. Это покрытие защищает датчик от внешней среды. Оно может быть спроектировано только в виде покрытия, таким образом закрывая корпус, в котором размещен датчик. Или же оно может быть частью

интегрального элемента: например, датчик может быть размещен за элементом внутренней или внешней отделки, а следовательно покрытие является частью этого элемента внутренней или внешней отделки. Под элементом внутренней отделки транспортного средства понимают стеклянные или пластиковые формы, рамки и другие декоративные дополнительные элементы кузова и интерьера транспортного средства, такие как приборные панели, покрытия подушек безопасности, обшивки дверей, подлокотники, центральные консоли, обшивки стоек, планки отделки, направляющие ремней безопасности или ручки крыши. Внешний элемент отделки содержит бамперы, уплотнители окон/дверей, ниши колеса и фары. Изготовители применяют их для добавления эстетики, повышения функциональности и добавления гибкости конструкции транспортного средства. Конечно, покрытие является прозрачным для рабочей длины волны инфракрасного излучения датчика. Прозрачность покрытия для видимых длин волн не является обязательной.

[157] Предел обнаружения датчика очевидно связан с уровнем пропускания покрытия в рабочем диапазоне длин волн датчика. Поэтому необходимо повысить уровень пропускания покрытия в ближнем инфракрасном диапазоне длин волн.

[158] Таким образом, панель, пропускающая инфракрасное излучение, в соответствии с разными описанными в данном документе вариантами осуществления прекрасно подходит в качестве покрытия для такого датчика, поскольку она может быть спроектирована для того, чтобы оптимально пропускать инфракрасный свет посредством улучшения пропускания на конкретной рабочей длине волны, когда она содержит покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, состоящее из 2 или более последовательностей, содержащих слой материала с высоким показателем преломления под слоем с низким показателем преломления.

[159] Требование нейтральности цвета может быть отрегулировано в случаях, когда покрытие могло бы быть видимо внешнему наблюдателю, посредством использования панели, пропускающей инфракрасное излучение, содержащей покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, состоящее из 4 или более последовательностей, содержащих слой материала с высоким показателем преломления под слоем с низким показателем преломления.

[160] Требование стойкости может быть обеспечено тем, что самый верхний слой самый верхний слой из материала с низким показателем преломления содержит самый верхний слой SiZrO_x , имеющий показатель преломления $< 1,7$, когда датчик интегрирован в часть

транспортного средства, которая может подвергаться жестким внешним условиям, такую как бампер или другая открытая часть оборудования.

[161] В настоящем изобретении предоставлено LiDAR-устройство, содержащее покрытие, как описанное в настоящем документе.

[162] В настоящем изобретении, таким образом, также предоставлено применение панели, пропускающей инфракрасное излучение, в LIDAR.

[163] Настоящая панель позволяет использовать такой LIDAR без дополнительной прозрачной или непрозрачной панели транспортного средства, такой как лобовое стекло, задняя панель, боковая панель или стойки.

[164] Действительно, оптический узел, покрытие и LiDAR, обеспеченные настоящей панелью, пропускающей инфракрасное излучение, могут быть установлены на внешней стороне автомобильного транспортного средства, где они могут подвергаться воздействию агрессивной окружающей среды, подверженной дождю, граду, большим перепадам температур и ударам о различные объекты, включая гравий.

[165] Таким образом, настоящая панель, пропускающая инфракрасное излучение, может быть полезна в транспортных или архитектурных сферах применения, где может использоваться пропускание инфракрасного излучения. Применения в сфере архитектуры включают дисплеи, окна, двери, перегородки, панели душевых и т. п.

[166] Применения в сфере транспорта включают те транспортные средства, которые используются для транспортировки по дорогам, по воздуху, в и по воде, в частности автомобили, автобусы, поезда, суда, самолеты, космические корабли, космические станции, дроны и другие моторные транспортные средства. Под транспортным средством, таким образом, подразумевается пассажирский автомобиль, грузовик, легковой автомобиль, фургон, грузовик, мотоцикл, автобус, трамвай, поезд, самолет, вертолет, водное судно и т.п.

[167] В настоящем изобретении, таким образом, предоставлено транспортное средство, содержащее оптический узел или LiDAR в соответствии с вышеизложенным.

УСЛОВНЫЕ ПУНКТЫ

[168] Настоящее изобретение может быть описано следующими условными пунктами.

[169] Условный пункт 1: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, содержащая первую подложку, пропускающую инфракрасное излучение, имеющую первую поверхность и вторую поверхность, противоположную первой поверхности, и покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, на первой поверхности,

причем указанное покрытие содержит S последовательностей тонких слоев,

- при этом каждая последовательность содержит слой материала с высоким показателем преломления под слоем материала с низким показателем преломления,

- при этом $S \geq 2$,

характеризующаяся тем, что оптическая толщина e_{UL} на длине волны λ_{IR} принадлежащего указанному покрытию самого верхнего слоя материала с низким показателем преломления находится в диапазоне от

$$(\lambda_{IR} * 0,12) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,40),$$

при этом λ_{IR} представляет собой длину волны инфракрасного излучения, выбранную в диапазоне от 800 до 2000 нм.

[170] Условный пункт 2: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по условному п. 1, при этом $S \geq 2$ и при этом сумма оптических толщин на длине волны λ_{IR} слоев материала с высоким показателем преломления, Σe_H , покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, находится в диапазоне от $(\lambda_{IR} * 0,10) \leq \Sigma e_H \leq (\lambda_{IR} * 0,55)$.

[171] Условный пункт 3: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по условному п. 1, при этом $S = 2$ или 3 и при этом сумма оптических толщин на длине волны λ_{IR} слоев материала с высоким показателем преломления, Σe_H , покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, находится в диапазоне от $(\lambda_{IR} * 0,28) \leq \Sigma e_H \leq (\lambda_{IR} * 0,55)$, альтернативно от $(\lambda_{IR} * 0,35) \leq \Sigma e_H \leq (\lambda_{IR} * 0,50)$, альтернативно от $(\lambda_{IR} * 0,38) \leq \Sigma e_H \leq (\lambda_{IR} * 0,47)$.

[172] Условный пункт 4: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 3, при этом $S = 2$ или 3 , при этом отношение суммы оптических толщин Σe_L слоев, имеющих низкий показатель преломления, к видимой длине волны 550 нм, « $\Sigma e_L / 550$ нм», соответствует следующему уравнению, что касается выбранной рабочей длины волны инфракрасного излучения (λ_{IR}) – в процентных долях:

$$(0,0614 \times \lambda_{IR}) - K1 \leq \Sigma e_L / 550 \text{ нм} \leq (0,0614 \times \lambda_{IR}) - K2$$

с $K1 = 25\%$ и $K2 = -3\%$.

[173] Условный пункт 5: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по условному п. 4, при этом $K1 = 25\%$.

[174] Условный пункт 6: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по условному п. 4, при этом $K2 = -3\%$.

[175] Условный пункт 7: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 4, при этом $S = 2$ или 3 и оптическая толщина e_{UL} на длине волны

λ_{IR} самого верхнего слоя, имеющего низкий показатель преломления, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, находится в диапазоне от $(\lambda_{IR} * 0,15) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,33)$, предпочтительно от $(\lambda_{IR} * 0,20) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,32)$, или от $(\lambda_{IR} * 0,22) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,29)$, или от $(\lambda_{IR} * 0,24) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,27)$.

[176] Условный пункт 8: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 4, при этом $S = 2$ или 3 и оптическая толщина e_{UH} на длине волны λ_{IR} самого верхнего слоя, имеющего высокий показатель преломления, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, находится в диапазоне от $(\lambda_{IR} * 0,25) \leq e_{UH} \leq (\lambda_{IR} * 0,50)$, предпочтительно от $(\lambda_{IR} * 0,31) \leq e_{UH} \leq (\lambda_{IR} * 0,42)$.

[177] Условный пункт 9: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 4, при этом $S = 2$ или 3 и оптическая толщина e_{LA} на длине волны λ_{IR} самого нижнего слоя, имеющего низкий показатель преломления, LA, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, составляет $e_{LA} \leq (\lambda_{IR} * 0,13)$, предпочтительно от $(\lambda_{IR} * 0,04) \leq e_{LA} \leq (\lambda_{IR} * 0,07)$.

[178] Условный пункт 10: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 4, при этом $S = 2$ или 3 и оптическая толщина e_{HA} на длине волны λ_{IR} самого нижнего слоя, имеющего высокий показатель преломления, HA, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, составляет $e_{HA} \leq (\lambda_{IR} * 0,15)$, предпочтительно от $(\lambda_{IR} * 0,02) \leq e_{HA} \leq (\lambda_{IR} * 0,11)$, более предпочтительно от $(\lambda_{IR} * 0,03) \leq e_{HA} \leq (\lambda_{IR} * 0,10)$.

[179] Условный пункт 11: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по условному п. 1 или п. 2, при этом $S = 4$ и при этом сумма оптических толщин на длине волны λ_{IR} слоев материала с высоким показателем преломления, Σe_H , покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, находится в диапазоне от $(\lambda_{IR} * 0,10) \leq \Sigma e_H \leq (\lambda_{IR} * 0,45)$, альтернативно от $(\lambda_{IR} * 0,10) \leq \Sigma e_H \leq (\lambda_{IR} * 0,35)$.

[180] Условный пункт 12: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов 1, 2 или 11, при этом $S \geq 4$ и оптическая толщина e'_{UH} самого верхнего слоя, имеющего высокий показатель преломления, UH, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, находится в диапазоне от 15 до 110 нм, предпочтительно от 15 до 105 нм, более предпочтительно от 20 до 100 нм.

[181] Условный пункт 13: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов 1, 2, 11 или 12, при этом $S \geq 4$ и оптическая толщина e_{UL} самого верхнего слоя, имеющего низкий показатель преломления, UL, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, также может находиться в

диапазоне $(\lambda_{IR} * 0,15) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,37)$, предпочтительно от $(\lambda_{IR} * 0,19) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,33)$.

[182] Условный пункт 14: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов 1, 2, с 11 по 13, при этом $S = 4$, а также и отношение суммы оптических толщин слоев материала с высоким показателем преломления, $\Sigma e_H (= e_{HA} + e_{HB} + e_{HC} + e_{HD})$, к выбранной λ_{IR} – отношение « $(\Sigma e_H / \lambda_{IR})$ »,

и

отношение суммы оптических толщин слоев материала с низким показателем преломления, за исключением самого верхнего слоя, $\Sigma e_L - e_{LD} (= e_{LA} + e_{LB} + e_{LC})$, к выбранной λ_{IR} – отношение « $(\Sigma e_L - e_{LD}) / \lambda_{IR}$ »,

соответствуют следующим уравнениям, касающимся выбранной рабочей длины волны инфракрасного излучения (λ_{IR}) – в процентных долях:

$$(-0,0017 \times \lambda_{IR}) + K3 \leq \Sigma e_H / \lambda_{IR} \leq (-0,0017 \times \lambda_{IR}) + K4,$$

с минимальным значением, установленным на $\Sigma e_H / \lambda_{IR} \geq 5\%$,

и

$$(-0,0017 \times \lambda_{IR}) + K3 \leq (\Sigma e_L - e_{LD}) / \lambda_{IR} \leq (-0,0017 \times \lambda_{IR}) + K4$$

с минимальным значением, установленным на $(\Sigma e_L - e_{LD}) / \lambda_{IR} \geq 5\%$,

и с $K3 = 30\%$ и $K4 = 50\%$.

[183] Условный пункт 15: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по условному п. 14, при этом $K3 = 32\%$, альтернативно 34% .

[184] Условный пункт 16: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по условному п. 14, при этом $K4 = 48\%$, альтернативно 47% .

[185] Условный пункт 17: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов 1, 2, с 11 по 14, при этом $S \geq 4$ или $S = 4$ и оптическая толщина e'_{HA} самого нижнего слоя, имеющего высокий показатель преломления, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, находится в диапазоне от 15 до 38 нм, предпочтительно от 17 до 35 нм.

[186] Условный пункт 18: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов 1, 2, с 11 по 14, или 17, при этом, $S \geq 4$ или $S = 4$ и оптическая толщина e'_{LA} самого нижнего слоя, имеющего низкий показатель преломления, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, находится в диапазоне 55 до 100 нм, предпочтительно от 60 до 95 нм.

[187] Условный пункт 19: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 18, при этом слои с высоким показателем преломления

независимо выбраны из по меньшей мере одного из оксидов Zn, Sn, Ti, Nb, Zr, Hf, Ta, Ni, In, Al, Si, Ce, W, Mo, Sb, La и Bi и их смесей или нитридов Si, Al, Zr, B, Y, Ce и La и их смесей, или из селенида цинка, сульфида цинка или фторида цинка и их смесей.

[188] Условный пункт 20: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 19, при этом слои с высоким показателем преломления независимо 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.

[189] Условный пункт 21: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 20, при этом слои с низким показателем преломления независимо выбраны из оксида кремния, оксинитрида кремния, оксикарбида кремния, оксида алюминия, смешанного оксида кремния и алюминия, смешанного оксида циркония и кремния, легированного алюминием оксида кремния, легированного бором оксида кремния, фторида магния, оксида магния, фторида алюминия, фторида иттрия или их смесей.

[190] Условный пункт 22: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 21, при этом слои с низким показателем преломления 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, легированного бором оксида кремния или их смесей.

[191] Условный пункт 23: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 22, при этом самый верхний слой, имеющий низкий показатель преломления, содержит по меньшей мере один подслой из смешанного оксида кремния и циркония.

[192] Условный пункт 24: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по условному п. 23, при этом по меньшей мере один подслой из смешанного оксида кремния и циркония является самым верхним подслоем самого верхнего слоя, имеющего низкий показатель преломления.

[193] Условный пункт 25: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 24, дополнительно содержащая прозрачную нагревательную систему.

[194] Условный пункт 26: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по условному п. 25, где нагревательная система предоставлена на первой поверхности панели, пропускающей инфракрасное излучение, над или под противоотражающим покрытием, или на второй поверхности панели, пропускающей инфракрасное излучение.

[195] Условный пункт 27: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 26, дополнительно содержащая второе покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, на второй поверхности, противоположной первой поверхности.

[196] Условный пункт 28: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 27, дополнительно содержащая промежуточный слой и вторую подложку, пропускающую инфракрасное излучение, имеющую первую поверхность и вторую поверхность, противоположную первой поверхности, ламинированную своей второй поверхностью на вторую поверхность первой подложки, пропускающей инфракрасное излучение, посредством указанного промежуточного слоя.

[197] Условный пункт 29: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 28, при этом первая и/или вторая подложка, пропускающая инфракрасное излучение, независимо выбрана из стекла, полиметилметакрилата (PMMA), поликарбоната (PC), поливинилхлорида (PVC), полиэтилена (PE), полибутилена (PB) или смесей и композитов из двух или более из полиметилметакрилата (PMMA), поликарбоната (PC), поливинилхлорида (PVC), полиэтилена (PE), полибутилена (PB).

[198] Условный пункт 30: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 29, при этом толщина первой и/или второй подложки, пропускающей инфракрасное излучение, независимо находится 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, альтернативно от 0,5 до 4 мм.

[199] Условный пункт 31: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по условному п. 29, при этом стекло представляет собой «стекло, пропускающее инфракрасное излучение», имеющее коэффициент поглощения меньше чем 15 м^{-1} в диапазоне длин волн от 750 до 1650 нм.

[200] Условный пункт 33: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 30, при этом первая и/или вторая подложки, пропускающие инфракрасное излучение, представляют собой «стекло, пропускающее инфракрасное

излучение», имеющее коэффициент поглощения меньше чем 15 м^{-1} в диапазоне длин волн от 750 до 1650 нм.

[201] Условный пункт 34: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 28 по 32, при этом первая поверхность второй подложки, пропускающей инфракрасное излучение, снабжена вторым покрытием, противоотражающим относительно инфракрасного излучения.

[202] Условный пункт 35: Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по условному п. 27 или п. 33, при этом первое и второе покрытия, противоотражающие относительно инфракрасного излучения, являются одинаковыми или разными.

[203] Условный пункт 36: Оптический узел, содержащий панель, пропускающую инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 34 и приемник, чувствительный к инфракрасному излучению, и/или источник инфракрасного света, при этом панель выполнена с возможностью передавать инфракрасный свет на датчик и/или от источника.

[204] Условный пункт 37: Оптический узел по условному п. 35, при этом приемник, чувствительный к инфракрасному излучению, и/или источник инфракрасного света представляет собой излучающий/принимающий инфракрасный оптический датчик.

[205] Условный пункт 38: Оптический узел по любому из условных п. 35 или п. 36, при этом панель, пропускающая инфракрасное излучение, представляет собой покрытие приемника, чувствительного к инфракрасному излучению, и/или источника инфракрасного света.

[206] Условный пункт 39: Покрытие для датчика, чувствительного к инфракрасному излучению, и/или источника инфракрасного света для инфракрасного света в диапазоне от 800 до 2000 нм, содержащее панель, пропускающую инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 34.

[207] Условный пункт 40: LiDAR-устройство, содержащее покрытие по условному п. 38.

[208] Условный пункт 41: LiDAR-устройство по условному п. 39, где панель, пропускающая инфракрасное излучение, снабжена замутняющим покрытием.

[209] Условный пункт 42: Транспортное средство, содержащее оптический узел по любому из условных пунктов с 35 по 37.

[210] Условный пункт 43: Транспортное средство, содержащее LiDAR по любому из условных пунктов с 39 по 40.

[211] Условный пункт 44: Применение панели, пропускающей инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 34 в качестве покрытия для инфракрасного датчика и/или источника инфракрасного света.

[212] Условный пункт 45: Применение панели, пропускающей инфракрасное излучение, по любому из условных пунктов с 1 по 34 в LiDAR-устройстве.

ПРИМЕРЫ

[213] Панели, пропускающие инфракрасное излучение, содержащие подложку, пропускающую инфракрасное излучение, имеющую первую поверхность и вторую поверхность, противоположную первой поверхности, и покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, на первой поверхности были предоставлены, как описано ниже, и оценены по их оптическим параметрам с учетом конкретных условий по свету и с учетом их способности пропускать инфракрасное излучение.

[214] Подложкой, пропускающей инфракрасное излучение, в настоящих примерах было стекло, пропускающее инфракрасное излучение, (флоат-стекло с низким содержанием железа и хрома), прозрачное, толщиной 1,6 мм, тщательно очищенное перед нанесением любого покрытия.

[215] 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^*) – в видимом диапазоне.

[216] Все оптические толщины рассматриваются с указанием показателя преломления материала на рабочей длине волны инфракрасного диапазона. Поэтому толщины, указанные в таблицах ниже, если не указано иное, являются геометрическими толщинами, при этом геометрическая толщина = оптическая толщина / показатель преломления на заданной длине волны.

[217] Материалы:

- TZO: Оксид титана / Оксид циркония в соотношении 55/45 вес. %, имеющий высокий показатель преломления 2,19 (на 550 нм);
- SiO₂: Оксид кремния, проявляющий низкий показатель преломления 1,46 (на 550 нм);
- SiZrO: Оксид кремния / Оксид циркония в соотношении 65/35 вес. %, имеющий низкий показателем преломления 1,57 (на 550 нм)

[218] Для выбранных материалов, используемых в данном документе, предусматриваются другие показатели преломления.

	n @ 550 нм	n @ 905 нм	n @ 1064 нм	n @ 1310 нм	n @ 1550 нм
Материалы с низким показателем преломления					
MgF ₂	1,423	1,419	1,418	1,417	1,418
Al ₂ O ₃	1,771	1,757	1,754	1,750	1,746
SiO ₂	1,470	1,467	1,466	1,466	1,465
SiZrO _x	1,561	1,542	1,540	1,538	1,537

Материалы с высоким показателем преломления					
TiO ₂	2,481	2,376	2,362	2,350	2,344
Si ₃ N ₄	2,031	2,005	2,001	1,998	1,998
Nb ₂ O ₅	2,381	2,276	2,260	2,246	2,239
TZO	2,378	2,300	2,292	2,280	2,278

[219] Химическую и механическую стабильность оценивают по следующим методикам испытаний, хорошо известным специалистам в данной области.

[220] Химическая стойкость в рамках настоящего изобретения включает методы испытания Кливленда, испытания в климатической камере и испытания в соляном тумане.

Испытание Кливленда

[221] Испытание Кливленда проводится в соответствии со стандартом ISO 6270-1:1998 в течение по меньшей мере 2 дней, альтернативно 5 дней, альтернативно 10 дней, альтернативно 15 дней.

Испытание в климатической камере (CC)

[222] Испытание заключается в том, что образцы помещают в камеру, заполненную атмосферой H₂O, и подвергают температурным циклам продолжительностью 2 часа, в течение которых температура изменяется от 45°C до 55°C с возвратом к 45°C, в течение по меньшей мере 2 дней, альтернативно 5 дней, альтернативно 10 дней, альтернативно 21 дня. CC ВВ представляет собой испытание, проводимое перед термообработкой панели (перед обжигом), а CC АВ представляет собой испытание, проводимое после термообработки панели (после обжига)

Испытание в солевом тумане (NSST)

[223] Данное испытание заключается в том, что в камере, поддерживаемой при 35°C, образец подвергают воздействию соляного тумана, образующегося при распылении водного раствора, содержащего 50 г/л хлорида натрия (подробное описание данного испытания приведено в международном стандарте ISO 9227-1990), в течение по меньшей мере 5 дней, альтернативно меньшей мере 10 дней, альтернативно меньшей мере 21 дня.

[224] Механическая стойкость в рамках настоящего изобретения включает в себя методы испытаний «Автоматическое влажное истирание» и «Испытание сухой щеткой», до и после термической обработки.

Автоматическое испытание на влажное истирание (AWRT)

[225] Поршень, покрытый влажной хлопчатобумажной тканью, которая поддерживается во влажном состоянии, вводят в контакт с оцениваемым слоем и перемещают вперед и

назад по его поверхности. Поршень имеет вес для приложения силы 33 Н к штифту, имеющему диаметр 17 мм. Трение хлопка по поверхности с покрытием повреждает (удаляет) слой после определенного количества циклов. Испытание используется для определения предела, при котором слой обесцвечивается (частичное удаление слоя) и на нем появляются царапины. Испытание проводили в течение 10, 50, 100, 250, 500 и 1000 циклов в различных отдельных местах на образце. Образец наблюдали под искусственным небом для определения того, является ли видимым обесцвечивание или наличие царапин образца при отражении. Результат AWRT указывает количество циклов, приводящих к отсутствию или очень незначительному ухудшению свойств (невидимые невооруженному глазу при равномерном освещении искусственного неба на расстоянии 80 см от образца).

Тест сухой щеткой

[226] Испытание сухой щеткой (DBT) проводят в соответствии со стандартом ASTM D2486-00 (метод испытания «А»), альтернативно в течение по меньшей мере 250 циклов, альтернативно в течение по меньшей мере 500 циклов. Это испытание может также проводиться на образцах после того, как они были подвергнуты термической обработке (которая в настоящем документе обозначена как «обжиг»).

[227] Результаты по каждому из описанных выше испытаний получают путем визуальной оценки образцов в сравнении с определенной шкалой эталонных образцов. Шкалы для испытаний в климатической камере Кливленда и в солевом тумане основаны на внутренней шкале от 0 до 5, причем 0 соответствует стандартному образцу, имеющему критический износ (такой как пиксели, глубокие точки, растяжки и т.д.). Значение 5 соответствует идеальной или практически идеальной поверхности, не имеющей признаков износа. Промежуточные значения (вплоть до 0,25 единицы) соответствуют образцам внутренней шкалы с разными уровнями износа, ранжированным в порядке уровня износа. Приемлемые значения составляют от 3 до 5. Вторая внутренняя шкала задана для испытаний DBT и AWRT в диапазоне от 0 до 10, с приемлемыми значениями от 6 до 10. Одно значение, как правило, является средним значением по меньшей мере 3 образцов для одного эксперимента. Сравнительные примеры в таблицах ниже были получены вместе с примерами согласно настоящему изобретению в качестве внутреннего подтверждения процедуры для каждого «цикла» эксперимента.

[228] Условия обжига предполагают размещение образца в конвекционную печь при температуре 670 °С на 4–5 минут.

[229] Параметры измерений были следующими:

а) Источник света D65, 2°:

- T_v (%) = уровень пропускания в видимом диапазоне

- R_c (%) = уровень отражения стороны покрытия в видимом диапазоне

б) Источник света D65, 10°:

- $R_c a^*$ = цветовой показатель a^* , отражение со стороны покрытия в видимом диапазоне, падение света под углом 8°

- $R_c b^*$ = цветовой показатель b^* , отражение со стороны покрытия в видимом диапазоне, падение света под углом 8°

- $R_{c60} a^*$ = цветовой показатель a^* , отражение со стороны покрытия в видимом диапазоне, падение света под углом 60°

- $R_{c60} b^*$ = цветовой показатель b^* , отражение со стороны покрытия в видимом диапазоне, падение света под углом 60°

с) Пропускание инфракрасного излучения на разных заданных рабочих длинах волн λ_{IR} , при этом свет имеет угол падения $0^\circ = T$ при λ_{IR} (%) и угол падения $60^\circ = T_{60}$ при λ_{IR} (%)

[230] Результаты в целом показывают, что:

- пропускание инфракрасного света увеличивается по сравнению со стеклом, пропускающим инфракрасное излучение, без покрытия
- при $S = 4$ цвет является нейтральным: $-4 < a^* < 1$ и $-5 < b^* < 1$ в отражении со стороны покрытия как при 0° , так и при 60° (как определено выше)

[231] Эти результаты свидетельствуют о пригодности панели, пропускающей инфракрасное излучение, для оптимизированного пропускания инфракрасного света.

ПРИМЕРЫ 1–5

[232] Противоотражающие покрытия примеров 1–5 были приготовлены с $S = 2$, осаждены на 1,6 мм стеклянную подложку, пропускающую инфракрасное излучение, как указано в таблице 1, с измеренными значениями.

[233] Осаждение производили методами магнетронного распыления.

[234] Для целей сравнения приведены также показатели стекла без покрытия.

ТАБЛИЦА 1

Материал (Геометрическая толщина в нм)	Стекло	Пример 1	Пример 2	Пример 3	Пример 4	Пример 5

$\lambda_{\text{M}} \text{ (нм)}$		905	1310	1550	1064	1064
LB2 - SiZrOx	-	10	10	10	10	10
LB1 – SiO ₂	-	147	220	266	168	141
HB - TZO	-	154	212	211	176	195
LA – SiO ₂	-	42	51	67	39	26
HA - TZO	-	21	42	67	31	15
Подложка						
Σ_{H} (на основе значений оптической толщины)						
λ_{M}^*		0,44	0,44	0,41	0,44	0,45
РЕЗУЛЬТАТЫ						
Tv	91,0	84,5	67,9	62,4	75,2	80,7
Rc	8,1	12,9	29,3	33,8	22,0	16,8
Rc a*	-0,2	8,8	24,3	15,3	-37,4	-1,5
Rc b*	-0,5	-39,0	-3,1	-6,2	-3,9	-3,0
Rc60 a*	-0,2	8,3	-15,3	6,5	6,9	-2,6
Rc60 b*	-0,3	-22,1	12,7	12,8	-29,0	-6,1
T при 905 нм %	92,0	<u>94,5</u>	84,2	77,9	94,6	93,9
T при 1064 нм %	92,1	94,9	92,5	74,6	<u>95,1</u>	<u>94,9</u>
T при 1310 нм %	92,1	90,3	<u>95,0</u>	93,2	94,6	93,3
T при 1550 нм %	92,1	83,5	95,1	<u>95,3</u>	89,8	85,9
T60 при 905 нм %	84,5	<u>87,7</u>	84,9	70,9	87,3	86,0
T60 при 1064 нм %	84,6	85,3	87,7	82,4	<u>87,7</u>	<u>87,6</u>
T60 при 1310 нм %	84,6	77,3	<u>87,7</u>	87,7	83,5	80,6
T60 при 1550 нм %	84,6	72,5	85,6	<u>87,5</u>	76,7	73,4

[235] Значения указывают на то, что противоотражающее покрытие улучшает пропускание инфракрасного излучения на конкретной рабочей длине волны, для которой оно предназначено, и необязательно даже за пределами строгой рабочей длины волны для некоторых. Это может оказаться преимущественным для создания одного покрытия, пригодного для различных применений или приложений.

[236] Пример 1 предусматривает противоотражающее покрытие для рабочей длины волны 905 нм, в котором пропускание инфракрасного излучения увеличивается с 92% (стекло без покрытия) до 94,5% при падающем под углом 0° свете и с 84,5% до 87,7% при падающем под углом 60° свете. Такой выигрыш в пропускании инфракрасного света считается значительным для цели конечных применений покрытий.

[237] Подобные увеличения наблюдаются и для примера 2 при $\lambda_{IR} = 1310$ нм, примере 3 при $\lambda_{IR} = 1550$ нм и примерах 4 и 5 при $\lambda_{IR} = 1064$ нм.

[238] Примеры 4 и 5 демонстрируют различные цвета в отражении, такие как фиолетовый или зеленоватый, которые не могут считаться нейтральными, как определено в настоящем документе.

[239] Примеры с 1 по 5 демонстрируют значительно улучшенную химическую и механическую стойкость по сравнению с теми же покрытиями без самого верхнего слоя SiZrO_x .

ПРИМЕРЫ 6–9

[240] Противоотражающие покрытия примеров 6–9 были приготовлены с $S = 4$, осаждены на 1,6 мм стеклянную подложку, пропускающую инфракрасное излучение, как указано в таблице 2, с измеренными значениями.

[241] Осаждение производили методами магнетронного распыления.

[242] Для целей сравнения приведены также показатели стекла без покрытия.

ТАБЛИЦА 2

Материал (Геометрическая толщина в нм)	Стекло	Пример 6	Пример 7	Пример 8	Пример 9
λ_{IR} (нм)		905	1064	1310	1550
LD2 - SiZrO_x	-	10	10	10	10
LD1 - SiO_2	-	112	178	220	330
HD - TZO	-	10	24	20	10
LC - SiO_2	-	47	33	57	39
HC - TZO	-	38	51	36	27
LB - SiO_2	-	28	33	43	37
HB - TZO	-	39	31	31	27
LA - SiO_2	-	47	60	60	60

НА - TZO	-	14	10	10	10
Подложка					
РЕЗУЛЬТАТЫ					
Tv	91,0	89,6	87,6	86,5	88,3
Rc	8,1	8,2	9,9	10,8	8,5
Rc a*	-0,2	-0,3	0,6	-1,5	-0,2
Rc b*	-0,5	-2,5	-2,9	-3,2	-3,3
Rc60 a*	-0,2	0,3	-1,6	-1,6	-0,3
Rc60 b*	-0,3	-2,9	-1,1	-4,3	-4,1
T при 905 нм %	92,0	<u>94,1</u>	91,5	90,1	88,2
T при 1064 нм %	92,1	95,3	<u>94,1</u>	90,3	83,5
T при 1310 нм %	92,1	91,3	94,7	<u>94,5</u>	87,5
T при 1550 нм %	92,1	86,9	91,2	95,2	<u>93,4</u>
T60 при 905 нм %	84,5	<u>87,1</u>	86,5	83,2	77,2
T60 при 1064 нм %	84,6	84,6	<u>87,3</u>	85,9	79,4
T60 при 1310 нм %	84,6	79,5	83,2	<u>87,2</u>	85,9
T60 при 1550 нм %	84,6	77,1	79,3	84,4	<u>87,6</u>

[243] Значения указывают на то, что противоотражающее покрытие улучшает пропускание инфракрасного излучения на конкретной рабочей длине волны, для которой оно предназначено, и необязательно даже за пределами строгой рабочей длины волны для некоторых. Это может оказаться преимущественным для создания одного покрытия, пригодного для различных применений или приложений.

[244] Пример 6 предусматривает противоотражающее покрытие для рабочей длины волны 905 нм, в котором пропускание инфракрасного излучения увеличивается с 92% (стекло без покрытия) до 94,1% при падающем под углом 0° свете и с 84,5% до 87,1% при падающем под углом 60° свете. Покрытие также эффективно для улучшения пропускания инфракрасного света на рабочей длине волны 1064 нм, что свидетельствует о преимуществе настоящего покрытия в том, что оно件годно для нескольких длин волн.

[245] Подобные увеличения наблюдаются и для примера 7 при $\lambda_{\text{IR}} = 1064$ нм, примера 8 при $\lambda_{\text{IR}} = 1310$ нм и примера 9 при $\lambda_{\text{IR}} = 1550$ нм. Покрытия демонстрируют эффективное

пропускание света на заданной рабочей длине волны, но также и на соседней рабочей длине волны, демонстрируя гибкость для конечных приложений и применений.

[246] Такой выигрыш в пропускании инфракрасного света считается значительным для цели конечных применений покрытий. Также заметен противоотражающий эффект (со стороны покрытия) в том, что R_s остается $< 11\%$.

[247] Примеры с 6 по 9 демонстрируют нейтральный цвет со значениями a^* от -1,5 до 0,6 и значениями b^* от -3,3 до -2,5, в пределах диапазонов, определенных для настоящего изобретения.

[248] Примеры с 6 по 9 демонстрируют значительно улучшенную химическую и механическую стойкость по сравнению с теми же покрытиями без самого верхнего слоя $SiZrO_x$.

[249] Все примеры с 1 по 10 получили оценку 5 баллов по шкалам для теста Кливленда после 15 дней, для теста в климатической камере после 21 дня, для теста NSST после 21 дня. Все примеры с 1 по 10 получили 10 баллов по шкале для AWRT при 1000 циклах до и после обжига, а также для испытания сухой щеткой при 1000 циклах до и после обжига.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПРИМЕРЫ 1–3

[250] Противоотражающие покрытия сравнительных примеров 1-3, не входящие в объем настоящего изобретения, были приготовлены с $S = 4$, осаждены на 1,6 мм стеклянную подложку, пропускающую инфракрасное излучение, как указано в табл. 3, со значениями, которые были измерены.

[251] Осаждение производили методами магнетронного распыления.

[252] Для целей сравнения приведены также показатели стекла без покрытия.

ТАБЛИЦА 3

Материал (Геометрическая толщина в нм)	Стекло	СЕ 1	СЕ 2
λ_{IR} (нм)		905	905
LD – SiO_2	-	10	13
HD - TZO	-	6	7
LC – SiO_2	-	172	179
HC - TZO	-	40	39
LB – SiO_2	-	219	180

НВ - TZO	-	17	15
LA – SiO ₂	-	171	201
НА - TZO	-	16	21
Подложка			
РЕЗУЛЬТАТЫ			
Tv	91,0	72,6	63,6
Rc	8,1	24,5	34,0
Rc a*	-0,2	27,5	21,0
Rc b*	-0,5	-6,8	22,3
Rc60 a*	-0,2	-33,7	-20,8
Rc60 b*	-0,3	3,3	21,5
T при 905 нм %	92,0	89,6	<u>93,7</u>
T при 1064 нм %	92,1	91,8	94,7
T при 1310 нм %	92,1	90,5	90,7
T при 1550 нм %	92,1	90,3	87,1
T60 при 905 нм %	84,5	83,9	<u>86,5</u>
T60 при 1064 нм %	84,6	82,9	83,5
T60 при 1310 нм %	84,6	82,7	79,7
T60 при 1550 нм %	84,6	84,1	80,7

[253] Сравнительный пример 1 предусматривает противоотражающее покрытие для рабочей длины волны 905 нм с оптической толщиной e_{UL} на длине волны $\lambda_{IR} = 905$ нм самого верхнего слоя $< \lambda_{IR} * 0,12$ (то есть оптическая толщина $905 * 0,12 = 108,6$ нм и, следовательно, для слоя SiO₂ равна геометрической толщине $108,6 / 1,467 = 74$ нм), а пропускание инфракрасного излучения фактически снижается с 92% (стекло без покрытия) до 89,6% при свете, падающем под 0°, и с 84,5% до 83,9% при свете, падающем под 60°. Такое покрытие не спроектировано оптимально для конкретной рабочей длины волны.

[254] Сравнительный пример 2 предусматривает противоотражающее покрытие для рабочей длины волны 905 нм с оптической толщиной e_{UL} на длине волны $\lambda_{IR} = 905$ нм самого верхнего слоя $< \lambda_{IR} * 0,12$, где пропускание инфракрасного излучения улучшено с 92% (стекло без покрытия) до 93,7% при свете, падающем под 0°, и с 84,5% до 86,5% при свете, падающем под 60°. Однако цвета в пропускании делают это покрытие непригодным для применения в условиях, когда оно может быть замечено сторонним наблюдателем.

[255] Долговечность сравнительных примеров 1 и 2 оказалась крайне низкой, что делает это покрытие непригодным для применения в условиях, когда оно будет контактировать с внешней средой. Действительно, сравнительные примеры 1 и 2 получили 2 и 3,5 балла по шкале для теста Кливленда после 15 дней, 1 и 2 балла для теста в климатической камере после 21 дня, 3 и 2,5 балла для теста NSST после 21 дня. Сравнительные примеры 1 и 2 получили 1,5 и 4,5 балла по шкале для AWRT при 1000 циклах до обжига и 1 и 3,5 балла после обжига.

ПРИМЕР 10

[256] Противоотражающее покрытие примера 10 было приготовлено с $S = 2$, нанесено на 1,6 мм стеклянную подложку, пропускающую инфракрасное излучение, как указано в табл. 4, с измеренными значениями. Слои с высоким показателем преломления состоят из нескольких подслоев с высоким показателем преломления.

[257] Осаждение производили методами магнетронного распыления.

[258] Для целей сравнения приведены также показатели стекла без покрытия.

ТАБЛИЦА 4

Материал (Геометрическая толщина в нм)	Стекло	Пример 10
λ_{IR} (нм)		905
LB2 – SiZrOx	-	30
LB1 – MgF ₂	-	140
HB - TiO ₂	-	153
LA2 – SiO ₂	-	5
LA1 – MgF ₂	-	30
HA2 – TZO	-	14
HA1 – Si ₃ N ₄	-	10
Подложка		
Σ_{EH} (на основе значений оптической толщины)		
λ_{IR}^*		0,46
РЕЗУЛЬТАТЫ		
T _v	91,0	78,0
R _c	8,1	21,0

Rc a*	-0,2	-2,7
Rc b*	-0,5	-18,3
Rc60 a*	-0,2	-10,5
Rc60 b*	-0,3	-14,5
T при 905 нм %	92,0	<u>93,1</u>
T при 1064 нм %	92,1	<u>93,6</u>
T при 1310 нм %	92,1	89,6
T при 1550 нм %	92,1	82,9
T60 при 905 нм %	84,5	<u>87,9</u>
T60 при 1064 нм %	84,6	<u>85,6</u>
T60 при 1310 нм %	84,6	76,7
T60 при 1550 нм %	84,6	71,6

[259] Значения показывают, что противотражающее покрытие улучшает пропускание инфракрасного излучения на конкретной рабочей длине волны, для которой оно предназначено, а именно 905 нм, и необязательно даже за пределами строгой рабочей длины волны, а именно до 1064 нм. Это может оказаться преимущественным для создания одного покрытия, пригодного для различных применений или приложений.

[260] Пример 10 предусматривает противотражающее покрытие для рабочей длины волны 905 нм, в котором пропускание инфракрасного излучения увеличивается с 92% (стекло без покрытия) до 93,1% при падающем под углом 0° свете и с 84,5% до 87,9% при падающем под углом 60° свете. Такой выигрыш в пропускании инфракрасного света считается значительным для цели конечных применений покрытий.

ПРИМЕРЫ 11–15

[261] Противотражающие покрытия примеров 11–15 были приготовлены с $S = 4$, осаждены на 1,6 мм стеклянную подложку, пропускающую инфракрасное излучение, как указано в таблице 5, с измеренными значениями. Слои могут состоять из нескольких подслоев с высоким или низким показателями преломления соответственно.

[262] Осаждение производили методами магнетронного распыления.

[263] Для целей сравнения приведены также показатели стекла без покрытия.

ТАБЛИЦА 5

Материал (Геометрическая	Стекло	Пример 11	Пример 12	Пример 13	Пример 14	Пример 14
-----------------------------	--------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

ТОЛЩИНА В НМ)						
λ_{IR} (нм)		905	905	1064	1310	1550
LD2 - SiZrOx	-	10	50	30	6	150
LD1	-	SiO ₂ : 122	MgF ₂ : 93	SiO ₂ : 146	MgF ₂ : 235	SiO ₂ : 159
HD2	-	-	-	TZO : 7	-	-
HD1	-	TZO : 10	Nb ₂ O ₅ : 40	Si ₃ N ₄ : 12	Nb ₂ O ₅ : 15	TZO : 10
LC2	-	-	-	Al ₂ O ₃ : 37	-	-
LC1	-	SiO ₂ : 44	MgF ₂ : 40	SiO ₂ : 13	MgF ₂ : 53	SiO ₂ : 45
HC2	-	-	-	TZO : 25	-	-
HC1	-	TZO : 42	TiO ₂ : 36	Si ₃ N ₄ : 19	Nb ₂ O ₅ : 35	TZO : 31
LB2	-	-	-	Al ₂ O ₃ : 22	-	-
LB1	-	SiO ₂ : 32	MgF ₂ : 34	SiO ₂ : 10	Al ₂ O ₃ : 40	SiO ₂ : 38
HB2	-	-	-	TZO : 12	-	-
HB1	-	Nb ₂ O ₅ : 35	Nb ₂ O ₅ : 30	Si ₃ N ₄ : 25	Nb ₂ O ₅ : 31	TZO : 26
LA2	-	-	-	Al ₂ O ₃ : 25	-	-
LA1	-	MgF ₂ : 49	MgF ₂ : 49	SiO ₂ : 31	SiO ₂ : 45	SiO ₂ : 58
HA2		-	-	-	Nb ₂ O ₅ : 4	-
HA1	-	Nb ₂ O ₅ : 14	TiO ₂ : 9	Si ₃ N ₄ : 11	TZO : 6	Si ₃ N ₄ : 12
Подложка						
Σ_{H} (на основе значений оптической толщины)						
λ_{IR} *		0,26	0,29	0,20	0,16	0,12
РЕЗУЛЬТАТЫ						
Tv	91,0	91,4	88,3	88,1	90,3	89,1

Rc	8,1	6,6	9,8	10,0	8,6	8,3
Rc a*	-0,2	-1,4	-1,7	-1,7	-2,0	0,0
Rc b*	-0,5	-1,5	-4,9	-4,1	-2,9	-0,5
Rc60 a*	-0,2	-2,3	-1,2	-1,8	-2,2	0,2
Rc60 b*	-0,3	-4,9	-3,6	-4,4	-3,8	-1,5
T при 905 нм %	92,0	<u>94,2</u>	<u>94,6</u>	91,2	86,3	83,3
T при 1064 нм %	92,1	<u>95,5</u>	<u>95,4</u>	<u>94,3</u>	87,3	80,6
T при 1310 нм %	92,1	91,7	91,7	<u>94,9</u>	<u>93,7</u>	87,9
T при 1550 нм %	92,1	86,8	87,6	91,3	<u>95,0</u>	<u>94,1</u>
T60 при 905 нм %	84,5	<u>87,4</u>	<u>87,4</u>	<u>86,7</u>	81,7	74,9
T60 при 1064 нм %	84,6	<u>85,2</u>	84,7	<u>87,7</u>	<u>86,1</u>	78,9
T60 при 1310 нм %	84,6	79,5	80,0	83,6	<u>87,7</u>	<u>86,3</u>
T60 при 1550 нм %	84,6	76,5	77,7	80,0	84,4	<u>87,4</u>

[264] Значения указывают на то, что противоотражающее покрытие улучшает пропускание инфракрасного излучения на конкретной рабочей длине волны, для которой оно предназначено, и необязательно даже за пределами строгой рабочей длины волны для некоторых. Это может оказаться преимущественным для создания одного покрытия, пригодного для различных применений или приложений.

[265] Пример 11 предусматривает противоотражающее покрытие для рабочей длины волны 905 нм, в котором пропускание инфракрасного излучения увеличивается с 92% (стекло без покрытия) до 94,2% при падающем под углом 0° свете и с 84,5% до 87,4% при падающем под углом 60° свете. Покрытие также эффективно для улучшения пропускания инфракрасного света на рабочей длине волны 1064 нм, что свидетельствует о преимуществе настоящего покрытия в том, что оно пригодного для нескольких длин волн.

[266] Подобные увеличения наблюдаются для примера 12 при $\lambda_{\text{IR}} = 905$ нм, примера 13 при $\lambda_{\text{IR}} = 1064$ нм, примера 14 при $\lambda_{\text{IR}} = 1310$ нм, примера 15 при $\lambda_{\text{IR}} = 1550$ нм. Покрытия демонстрируют эффективное пропускание света на заданной рабочей длине волны, но также и на соседней рабочей длине волны, демонстрируя гибкость для конечных приложений и применений.

[267] Такой выигрыш в пропускании инфракрасного света считается значительным для цели конечных применений покрытий.

[268] Примеры 11–15 демонстрируют нейтральный цвет со значениями a^* от -2,0 до 0,0 и значениями b^* от -4,9 до -0,5, в пределах диапазонов, определенных для настоящего изобретения.

[269] Примеры 11–15 демонстрируют значительно более высокую химическую и механическую стойкость по сравнению с теми же покрытиями без верхнего слоя SiZrOx .

[270] Подобные покрытия могут быть получены с использованием других слоев, имеющих высокий показатель преломления, таких как смешанный оксид титана и циркония, нитрид кремния, смешанный нитрид кремния и титана, смешанный нитрид кремния и циркония, смешанный нитрид кремния и гафния, нитрид циркония, оксид циркония, легированный кремнием оксид циркония, смешанный нитрид циркония и бора, смешанный оксид цинка и олова, оксид ниобия, легированный алюминием оксид цинка, и/или другие слои, имеющие низкий показатель преломления, такие как оксид кремния, оксинитрид кремния, оксикарбид кремния, оксид алюминия, смешанный оксид алюминия и кремния, смешанный оксид циркония и кремния, легированный алюминием оксид кремния, легированный бором оксид кремния.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, содержащая первую подложку, пропускающую инфракрасное излучение, имеющую первую поверхность и вторую поверхность, противоположную первой поверхности, и покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, на первой поверхности,

причем указанное покрытие содержит S последовательностей тонких слоев,

 - при этом каждая последовательность содержит слой материала с высоким показателем преломления под слоем материала с низким показателем преломления,
 - при этом $S \geq 2$,

отличающаяся тем, что оптическая толщина e_{UL} на длине волны λ_{IR} принадлежащего указанному покрытию самого верхнего слоя материала с низким показателем преломления находится в диапазоне от

$$(\lambda_{IR} * 0,12) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,40),$$

при этом λ_{IR} представляет собой длину волны инфракрасного излучения, выбранную в диапазоне от 800 до 2000 нм.

2. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по п. 1, отличающаяся тем, что $S \geq 2$ и при этом сумма оптических толщин на длине волны λ_{IR} слоев материала с высоким показателем преломления, Σe_H , покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, находится в диапазоне от $(\lambda_{IR} * 0,10) \leq \Sigma e_H \leq (\lambda_{IR} * 0,55)$.

3. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по п. 1 или п. 2, отличающаяся тем, что $S = 2$ или 3, при этом отношение суммы оптических толщин, Σe_L , слоев, имеющих низкий показатель преломления, к длине волны видимого излучения 550 нм, « $\Sigma e_L / 550$ нм», соответствует следующему уравнению, касающемуся выбранной рабочей длины волны инфракрасного излучения (λ_{IR}) – в процентных долях:

$$(0,0614 \times \lambda_{IR}) - K1 \leq \Sigma e_L / 550 \text{ нм} \leq (0,0614 \times \lambda_{IR}) - K2$$

с $K1 = 25\%$ и $K2 = -3\%$.

4. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–3, отличающаяся тем, что $S = 2$ или 3 , а оптическая толщина e_{UL} на длине волны λ_{IR} самого верхнего слоя, имеющего низкий показатель преломления, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, находится в диапазоне от $(\lambda_{IR} * 0,15) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,33)$.
5. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–3, отличающаяся тем, что $S = 2$ или 3 , а оптическая толщина e_{UH} на длине волны λ_{IR} самого верхнего слоя, имеющего высокий показатель преломления, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, находится в диапазоне от $(\lambda_{IR} * 0,25) \leq e_{UH} \leq (\lambda_{IR} * 0,50)$.
6. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–3, отличающаяся тем, что $S = 2$ или 3 , а оптическая толщина e_{LA} на длине волны λ_{IR} самого нижнего слоя, имеющего низкий показатель преломления, LA, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, составляет $e_{LA} \leq (\lambda_{IR} * 0,13)$.
7. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–3, отличающаяся тем, что $S = 2$ или 3 , а оптическая толщина e_{HA} на длине волны λ_{IR} самого нижнего слоя, имеющего высокий показатель преломления, HA, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, составляет $e_{HA} \leq (\lambda_{IR} * 0,15)$.
8. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по п. 1 или п. 2, отличающаяся тем, что $S \geq 4$ и оптическая толщина e'_{UH} самого верхнего слоя, имеющего высокий показатель преломления, UH, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, находится в диапазоне от 15 до 110 нм.
9. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1, 2 или 8, отличающаяся тем, что $S \geq 4$ и оптическая толщина e_{UL} самого верхнего слоя, имеющего низкий показатель преломления, UL, покрытия, противоотражающего

относительно инфракрасного излучения, также может быть в диапазоне от $(\lambda_{IR} * 0,15) \leq e_{UL} \leq (\lambda_{IR} * 0,37)$.

10. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1, 2, 8 или 9, отличающаяся тем, что $S = 4$, а также и отношение суммы оптических толщин слоев материала с высоким показателем преломления, $\Sigma e_H (= e_{HA} + e_{HB} + e_{HC} + e_{HD})$, к выбранной λ_{IR} – отношение « $(\Sigma e_H / \lambda_{IR})$ »,

и

отношение суммы оптических толщин слоев материала с низким показателем преломления, за исключением самого верхнего слоя, $\Sigma e_L - e_{LD} (= e_{LA} + e_{LB} + e_{LC})$, к выбранной λ_{IR} – отношение « $(\Sigma e_L - e_{LD}) / \lambda_{IR}$ »,

соответствуют следующим уравнениям, касающимся выбранной рабочей длины волны инфракрасного излучения (λ_{IR}) – в процентных долях:

$$(-0,0017 \times \lambda_{IR}) + K3 \leq \Sigma e_H / \lambda_{IR} \leq (-0,0017 \times \lambda_{IR}) + K4,$$

с минимальным значением, установленным на $\Sigma e_H / \lambda_{IR} \geq 5\%$,

и

$$(-0,0017 \times \lambda_{IR}) + K3 \leq (\Sigma e_L - e_{LD}) / \lambda_{IR} \leq (-0,0017 \times \lambda_{IR}) + K4$$

с минимальным значением, установленном на $(\Sigma e_L - e_{LD}) / \lambda_{IR} \geq 5\%$

и с $K3 = 30\%$ и $K4 = 50\%$.

11. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1, 2, 8–10, отличающаяся тем, что, $S \geq 4$ или $S = 4$, а оптическая толщина e'_{HA} самого нижнего слоя, имеющего высокий показатель преломления, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, находится в диапазоне от 15 до 38 нм.

12. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1, 2, 8–11, отличающаяся тем, что, $S \geq 4$ или $S = 4$, а оптическая толщина e'_{LA} самого нижнего слоя, имеющего низкий показатель преломления, покрытия, противоотражающего относительно инфракрасного излучения, находится в диапазоне от 55 до 100 нм.

13. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–12, отличающаяся тем, что слои с высоким показателем преломления независимо выбраны из по меньшей мере одного из оксидов Zn, Sn, Ti, Nb, Zr, Hf, Ta, Ni, In, Al,

Si, Ce, W, Mo, Sb, La и Bi и их смесей или нитридов Si, Al, Zr, B, Y, Ce и La и их смесей, или из селенида цинка, сульфида цинка или фторида цинка и их смеси.

14. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–13, отличающаяся тем, что слои с высоким показателем преломления независимо 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.
15. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–14, отличающаяся тем, что слои с низким показателем преломления независимо выбраны из оксида кремния, оксинитрида кремния, оксикарбида кремния, оксида алюминия, смешанного оксида алюминия и кремния, смешанного оксида циркония и кремния, легированного алюминием оксида кремния, легированного бором оксида кремния, фторида магния, оксида магния, фторида алюминия, фторида иттрия или их смесей.
16. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–15, отличающаяся тем, что слои с низким показателем преломления независимо выбраны из оксида кремния, оксинитрида кремния, оксикарбида кремния, оксида алюминия, смешанного оксида алюминия и кремния, смешанного оксида циркония и кремния, легированного алюминием оксида цинка, легированного алюминием оксида кремния, легированного бором оксида кремния или их смесей.
17. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–16, отличающаяся тем, что самый верхний слой, имеющий низкий показатель преломления, содержит по меньшей мере один подслой из смешанного оксида циркония и кремния.
18. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по п. 17, отличающаяся тем, что по меньшей мере один подслой из смешанного оксида циркония и кремния

является самым верхним подслоем самого верхнего слоя, имеющего низкий показатель преломления.

19. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–18, отличающаяся тем, что дополнительно содержит прозрачную нагревательную систему.
20. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по п. 19, отличающаяся тем, что нагревательная система предоставлена на первой поверхности панели, пропускающей инфракрасное излучение, над или под противоотражающим покрытием, или на второй поверхности панели, пропускающей инфракрасное излучение.
21. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–20, отличающаяся тем, что дополнительно содержит второе покрытие, противоотражающее относительно инфракрасного излучения, на второй поверхности, противоположной первой поверхности.
22. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–20, отличающаяся тем, что дополнительно содержит промежуточный слой и вторую подложку, пропускающую инфракрасное излучение, имеющую первую поверхность и вторую поверхность, противоположную первой поверхности, ламинированную своей второй поверхностью на вторую поверхность первой подложки, пропускающей инфракрасное излучение, посредством указанного промежуточного слоя.
23. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–22, отличающаяся тем, что первая и/или вторая подложка, пропускающая инфракрасное излучение, независимо выбрана из стекла, полиметилметакрилата (PMMA), поликарбоната (PC), поливинилхлорида (PVC), полиэтилена (PE), полибутилена (PB) или смесей и композитов из двух или более из полиметилметакрилата (PMMA), поликарбоната (PC), поливинилхлорида (PVC), полиэтилена (PE), полибутилена (PB).

24. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–23, отличающаяся тем, что толщина первой и/или второй подложки, пропускающей инфракрасное излучение, независимо находится 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, альтернативно от 0,5 до 4 мм.
25. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–24, отличающаяся тем, что стекло представляет собой «стекло, пропускающее инфракрасное излучение», имеющее коэффициент поглощения меньше чем 15 м^{-1} в диапазоне длин волн от 750 до 1650 нм.
26. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–25, отличающаяся тем, что первая и/или вторая подложки, пропускающие инфракрасное излучение, представляют собой «стекло, пропускающее инфракрасное излучение», имеющее коэффициент поглощения меньше чем 15 м^{-1} в диапазоне длин волн от 750 до 1650 нм.
27. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по любому из пп. 22–26, отличающаяся тем, что первая поверхность второй подложки, пропускающей инфракрасное излучение, снабжена вторым покрытием, противоотражающим относительно инфракрасного излучения.
28. Панель, пропускающая инфракрасное излучение, по п. 21 или п. 27, отличающаяся тем, что первое и второе покрытия, противоотражающие относительно инфракрасного излучения, являются одинаковыми или разными.
29. Оптический узел, содержащий панель, пропускающую инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–28, и приемник, чувствительный к инфракрасному излучению, и/или источник инфракрасного света, при этом панель выполнена с возможностью передавать инфракрасный свет на датчик и/или от источника.

30. Оптический узел по п. 29, отличающийся тем, что приемник, чувствительный к инфракрасному излучению, и/или источник инфракрасного света представляет собой излучающий/принимающий инфракрасный оптический датчик.
31. Оптический узел по любому из п. 29 или п. 30, отличающийся тем, что панель, пропускающая инфракрасное излучение, представляет собой покрытие приемника, чувствительного к инфракрасному излучению, и/или источника инфракрасного света.
32. Покрытие для датчика, чувствительного к инфракрасному излучению, и/или источника инфракрасного света для инфракрасного света в диапазоне от 800 до 2000 нм, содержащее панель, пропускающую инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–28.
33. LiDAR-устройство, содержащее покрытие по п. 32.
34. LiDAR-устройство по п. 33, отличающееся тем, что панель, пропускающая инфракрасное излучение, снабжена замутняющим покрытием.
35. Транспортное средство, содержащее оптический узел по любому из пп. 29–31.
36. Транспортное средство, содержащее LiDAR по любому из пп. 33–34.
37. Применение панели, пропускающей инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–28, в качестве покрытия для инфракрасного датчика и/или источника инфракрасного света.
38. Применение панели, пропускающей инфракрасное излучение, по любому из пп. 1–28 в LiDAR-устройстве.