



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C03C 17/34 (2021.05); C03C 17/3435 (2021.05); C03C 17/3482 (2021.05); C03C 17/366 (2021.05)

(21)(22) Заявка: 2019126803, 21.02.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
21.02.2018Дата регистрации:  
08.09.2021

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
23.02.2017 US 15/440,065

(43) Дата публикации заявки: 23.03.2021 Бюл. № 9

(45) Опубликовано: 08.09.2021 Бюл. № 25

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 23.09.2019(86) Заявка РСТ:  
US 2018/018936 (21.02.2018)(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2018/156568 (30.08.2018)Адрес для переписки:  
129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, строение 3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры"

(72) Автор(ы):

БОЙС, Брент (US),  
ЛУ, Ивэй (US),  
ДИН, Говэнь (US),  
КЛАВЕРО, Сейзар (US),  
ШВАЙГЕРТ, Даниель (US),  
ЛЭ, Минх, Хуу (US)

(73) Патентообладатель(и):

ГАРДИАН ГЛАСС, ЭлЭлСи (US)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: WO 2015197969 A1, 30.12.2015. RU  
2579049 C2, 27.03.2016. WO 2013140061 A1,  
26.09.2013. US 2011262726 A1, 27.10.2011. US  
2016002100 A1, 07.01.2016.(54) ПОДДАЮЩЕЕСЯ ТЕРМООБРАБОТКЕ ИЗДЕЛИЕ С ПОКРЫТИЕМ, ИМЕЮЩЕЕ  
ОТРАЖАЮЩИЕ ИК-ИЗЛУЧЕНИЕ СЛОИ НА ОСНОВЕ НИТРИДА ТИТАНА И ИТО

(57) Реферат:

Изобретение относится к изделиям с покрытием, которые используют для остекления. Техническим результатом является расширение арсенала технических средств для остекления с низким значением солнечного фактора (SF) и теплопритока от солнечного излучения (SHGC). В частности, предложено изделие с покрытием, включающее в себя покрытие, поддерживаемое стеклянной подложкой. Причем покрытие содержит: первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной

подложке; первый отражающий инфракрасное (ИК) излучение слой, содержащий оксид индия-олова (ИТО), на стеклянной подложке, при этом первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, расположен между по меньшей мере стеклянной подложкой и первым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим ИТО; второй диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх первого отражающего ИК-излучение слоя, содержащего ИТО; второй отражающий ИК-

излучение слой, содержащий нитрид титана, на стеклянной подложке поверх первого и второго диэлектрических слоев, так что второй диэлектрический слой расположен между и в непосредственном контакте с первым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим ИТО, и вторым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим нитрид титана; третий диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере второго отражающего ИК-излучение слоя, содержащего нитрид титана. При этом первый отражающий ИК-излучение слой, содержащий ИТО, имеет толщину 250-450 Å, а второй отражающий ИК-излучение слой,

содержащий нитрид титана, имеет толщину 130-300 Å. Кроме того, покрытие имеет нормальный коэффициент излучения ( $E_n$ ) не более 0,30. А также изделие с покрытием имеет при измерении в монолите: коэффициент пропускания видимого света от около 15 до 80%, коэффициент отражения видимого света со стороны пленки не более 10%, коэффициент отражения видимого света со стороны стекла не более чем около 30%, значение  $a^*$  при отражении со стороны стекла от -10,0 до +1,6 и отношение пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG) по меньшей мере 1,10. 8 н.п. и 42 з.п. ф-лы, 1 ил., 6 табл.

RU 2 7 5 4 9 0 0 C 2

RU 2 7 5 4 9 0 0 C 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*C03C 17/34 (2021.05); C03C 17/3435 (2021.05); C03C 17/3482 (2021.05); C03C 17/366 (2021.05)*(21)(22) Application: **2019126803, 21.02.2018**(24) Effective date for property rights:  
**21.02.2018**Registration date:  
**08.09.2021**

Priority:

(30) Convention priority:  
**23.02.2017 US 15/440,065**(43) Application published: **23.03.2021 Bull. № 9**(45) Date of publication: **08.09.2021 Bull. № 25**(85) Commencement of national phase: **23.09.2019**(86) PCT application:  
**US 2018/018936 (21.02.2018)**(87) PCT publication:  
**WO 2018/156568 (30.08.2018)**

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B.Spasskaya, 25, stroenie 3,  
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij i  
Partnery"**

(72) Inventor(s):

**BOYCE, Brent (US),  
LU, Yiwei (US),  
DING, Guowen (US),  
CLAVERO, Cesar (US),  
SCHWEIGERT, Daniel (US),  
LE, Minh, Huu (US)**

(73) Proprietor(s):

**GUARDIAN GLASS, LLC (US)**(54) **HEAT-TREATABLE COATED PRODUCT WITH IR-REFLECTING LAYERS BASED ON TITANIUM NITRIDE AND ITO**

(57) Abstract:

FIELD: glazing.

SUBSTANCE: invention relates to coated products that are used for glazing. In particular, a coated product is proposed, including coating supported by glass substrate. Coating contains: the first dielectric layer containing silicon nitride on glass substrate; the first infrared (hereinafter – IR) reflecting layer containing indium tin oxide (ITO) on glass substrate, while the first dielectric layer containing silicon nitride is located between at least glass substrate and the first IR-reflecting layer containing ITO; the second dielectric layer containing silicon nitride on glass substrate on

top of the first IR-reflecting layer containing ITO; the second IR-reflecting layer containing titanium nitride on glass substrate on top of the first and second dielectric layers, so that the second dielectric layer is located between and in direct contact with the first IR-reflecting layer containing ITO and the second IR-reflecting layer containing titanium nitride; the third dielectric layer containing silicon nitride on glass substrate on top of at least the second IR-reflecting layer containing titanium nitride. In this case, the first IR-reflecting layer containing ITO has thickness of 250-450 Å, and the second IR-reflecting layer containing

titanium nitride has thickness of 130-300 Å. In addition, coating has normal radiation coefficient (En) of no more than 0.30. The coated product has when measured in monolith: visible light transmittance coefficient from about 15 to 80%, visible light reflection coefficient from the film side is not more than 10%, visible light reflection coefficient from the glass side is not more than about 30%, a\* value when reflected from the glass

side is from -10.0 to +1.6 and the ratio of light transmission to heat input from light to solar gain (LSG) is at least 1.10.

EFFECT: expansion of the arsenal of technical means for glazing with low value of solar factor (SF) and solar heat gain coefficient (SHGC).

50 cl, 1 dwg, 6 tbl

R U 2 7 5 4 9 0 0 C 2

R U 2 7 5 4 9 0 0 C 2

[0001] Настоящее изобретение относится к изделиям с покрытием, которые включают в себя два или более функциональных отражающих инфракрасное (ИК) излучение слоя, возможно вложенных по меньшей мере между диэлектрическими слоями, и/или способу их изготовления. В примерах осуществления по меньшей мере один из отражающих ИК-излучение слоев состоит из нитрида титана (например, TiN) или включает его в себя, а по меньшей мере другой из отражающих ИК-излучение слоев состоит из оксида индия и олова (ITO) или включает его в себя. Покрытие может быть выполнено с возможностью реализации изделиями с покрытием одного или более из: желательного отражения видимого цвета со стороны стекла, не проявляющего излишнюю красноту (например, цветовое(–ые) значение(–я)  $a^*$  при отражении со стороны стекла от  $-8$  до  $+1,6$ ); желательного низкого коэффициента теплопритока от солнечного излучения (SHGC); желательного пропускания видимого света ( $T_V$  или  $T_{vis}$ ); желательного низкого отражения видимого света со стороны пленки; термостабильности при необязательной термообработке (HT), такой как термическая закалка; желательной низкой нормальной излучательной способности ( $E_n$ ); и/или желательного высокого отношения пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG). Такие изделия с покрытием можно использовать применительно к монолитным окнам, оконным блокам–стеклопакетам из теплоизоляционного стекла, ламинированным окнам и/или другим подходящим областям применения.

## ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ И ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0002] Низкие значения солнечного фактора (SF) и теплопритока от солнечного излучения (SHGC) являются желательными в некоторых сферах применения, особенно в регионах с теплым климатом. Солнечный фактор (SF), вычисленный в соответствии со стандартом EN 410, относится к отношению между суммарной энергией, попадающей в комнату или т.п. через остекление, и энергией падающего солнечного излучения. Таким образом, следует понимать, что более низкие значения SF служат показателем хороших солнцезащитных свойств, препятствующих нежелательному нагреву комнат или т.п., защищаемых окнами/остеклением. Низкое значение SF является признаком изделия с покрытием (например, оконного блока–стеклопакета), выполненного с возможностью сохранения прохлады в комнате в летние месяцы при жарких условиях окружающей среды.

Таким образом, иногда существует потребность в низких значениях SF в жарких условиях. Кроме того, желательными являются высокие значения отношения пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG). LSG вычисляют следующим образом:  $T_{vis}/SHGC$ . Чем выше значение LSG, тем больше изделие с покрытием пропускает видимого света и тем меньше пропускает тепла. В то время как низкие значения SF и SHGC и высокие значения LSG иногда желательны для изделий с покрытием, таких как оконные блоки–стеклопакеты и/или

монолитные окна, достижение таких значений может происходить за счет снижения цветовых значений и/или значений отражения. В частности, традиционные попытки обеспечения низких значений SHGC часто приводили к получению нежелательно низких значений LSG и/или нежелательного видимого цвета покрытия. Часто желательно, но сложно обеспечить комбинации приемлемого пропускания видимого света ( $T_V$  или  $T_{vis}$ ), желательного цвета при отражении со стороны стекла (например, желательных цветовых значений  $a^*$  и  $b^*$  при отражении со стороны стекла), низкого уровня SHGC, желательно низкого уровня отражения видимого света со стороны пленки и высокого LSG для изделия с покрытием при использовании в окнах, особенно при наличии

потребности в использовании стеклянной подложки, которая не имеет сильного тонирования.

[0003] Значения SF (G-фактор; EN410-673 2011) и SHGC (NFRC-2001) вычисляют по всему спектру ( $T_{vis}$ ,  $R_g$  и  $R_f$ ) и обычно измеряют спектрофотометром, таким как Perkin Elmer 1050. Измерения SF проводят на монолитном стекле с покрытием, и вычисленные значения можно применять к монолитным, стеклопакетным и многослойным вариантам применения.

[0004] В данной области техники известны покрытия с низкой излучательной способностью на основе серебра для окон. Однако серебро не является особо прочным и может быть легко подвержено действию коррозии, например, при воздействии влаги. Таким образом, покрытия с низкой излучательной способностью на основе серебра нежелательны для монолитных областей применения, таких как монолитные окна, и, как правило, применяются в оконных блоках-стеклопакетах, включающих множество стеклянных панелей, из-за проблем долговечности покрытий с низкой излучательной способностью на основе серебра.

[0005] Покрытия для контроля солнечного излучения известны в данной области. Например, в данной области известны покрытия для контроля солнечного излучения, содержащие стопку слоев стекло/ $Si_3N_4$ /NiCr/ $Si_3N_4$ /NiCr/ $Si_3N_4$ , где слой NiCr может быть нитридированным. Например, см. патентный документ США 2012/0177899, который включен в настоящий документ путем ссылки. Несмотря на то что стопки слоев, представленные в патентном документе США № 2012/0177899, обеспечивают приемлемый контроль солнечного излучения и представляют собой в целом хорошие покрытия, имеющие недостатки в определенных отношениях. Значения  $a^*$  при отражении со стороны стекла ( $a^*$  при  $R_G Y$ ) в примерах 1, 4 и 5 в пунктах 0025-0026 документа США '899 составляют -17,8, -15,95 и +2,22 соответственно, а значения отражения видимого света со стороны стекла ( $R_G Y$ ) в примерах 1 и 4 составляют 36% и 36,87% соответственно. Примеры 1 и 4 в документе США '899 являются нежелательными, поскольку значения отражения видимого света со стороны стекла ( $R_G Y$ ) являются слишком высокими, равными 36% и 36,87% соответственно, и поскольку значения  $a^*$  при отражении со стороны стекла являются слишком отрицательными, равными -17,8 и -15,95 соответственно. И при снижении  $R_G Y$  до 15,82% в примере 5 это приводит к получению слишком красного цветового значения  $a^*$  при отражении со стороны стекла в примере 5 со значением +2,22. Таким образом, покрытия, описанные в документе США '899, не позволяют получать комбинацию приемлемых значений отражения видимого света со стороны стекла и цветовых значений  $a^*$  при отражении.

[0006] В определенных известных покрытиях для контроля солнечного излучения в качестве отражающих ИК-излучение слоев используют NbN, NbZr или NbZrN. Например, см. патентный документ США 2012/0177899 и патент США № 8,286,395. Однако авторы настоящего изобретения неожиданно обнаружили, что покрытия для контроля солнечного излучения, в которых в отражающих ИК-излучение слоях используют исключительно эти материалы NBN, NbZr или NbZrN, имеют недостатки с точки зрения нормальной излучательной способности ( $E_n$ ) для данной толщины слоя(-ев), отражающего(-их) ИК-излучение. Для данной толщины слоя(-ев), отражающего(-их) ИК-излучение, авторы настоящего изобретения обнаружили, что такие покрытия имеют нежелательно высокие значения нормальной излучательной способности ( $E_n$ ), нежелательно высокие значения SHGC; и/или нежелательно низкие значения LSG.

[0007] В соответствии с примерами осуществления настоящего изобретения покрытие желательно выполнено с обеспечением в нем комбинации приемлемого пропускания видимого света ( $T_Y$  или  $T_{vis}$ ), желательного цвета при отражении со стороны стекла (например, желательных цветовых значений  $a^*$  и/или  $b^*$  при отражении), желательного низкого отражения видимого света со стороны пленки, низкой эмиссионной/излучательной способности, низкого SHGC и высокого LSG для изделия с покрытием при использовании в окнах.

[0008] В определенных примерах осуществления настоящего изобретения для определенных областей применения, таких как применение в монолитных окнах, желательно использовать окраску, не проявляющую существенной красноты при отражении со стороны стекла. Другими словами, в определенных областях применения, таких как монолитные окна, желательно, чтобы цветовые значения  $a^*$  при отражении со стороны стекла были либо отрицательными, либо не превышающими +1,6 или +1,0 (значения  $a^*$  при отражении со стороны стекла, превышающие +1,6, обладают нежелательной краснотой). Такие значения  $a^*$  при отражении особенно желательны, например, в контексте значений  $a^*$  при отражении со стороны стекла ( $R_{G[или\ снаружи] Y}$ ).

[0009] Определенные варианты осуществления настоящего изобретения относятся к изделиям с покрытием, которые включают в себя два или более функциональных отражающих инфракрасное (ИК) излучение слоя, которые могут быть вложены по меньшей мере между прозрачными диэлектрическими слоями, и/или способу их изготовления. Диэлектрические слои могут состоять из нитрида кремния или т.п. или включать его в себя. В определенных примерах осуществления по меньшей мере один из отражающих ИК-излучение слоев состоит из нитрида титана (например, TiN) или включает его в себя, а по меньшей мере другой из отражающих ИК-излучение слоев состоит из оксида индия и олова (ITO) или включает его в себя. Неожиданно было обнаружено, что использование этих разных материалов для разных отражающих ИК-излучение слоев (например, в противоположность использованию TiN для обоих отражающих ИК-излучение слоев) в указанном покрытии для контроля солнечного излучения неожиданно приводит к улучшению оптических свойств, таких как улучшенные значения  $a^*$  при отражении со стороны стекла и/или высокие значения LSG, которые часто являются желательными характеристиками при применении в окнах, а также желательное низкое отражение видимого света со стороны пленки, а формирование отражающего ИК-излучение слоя, состоящего из ITO или включающего его в себя, обеспечивает более легкий подгон изделия с покрытием под желательные значения пропускания видимого света, тогда как отражающий ИК-излучение слой, состоящий из TiN или включающий его в себя, обеспечивает сохранение значения нормальной излучающей способности, SF и/или SHGC на достаточно низком уровне. Покрытие в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения может быть выполнено с возможностью реализации изделиями с покрытиями до и/или после любой необязательной термообработки, такой как термическая закалка, одного или более из: желательного отражения видимого цвета со стороны стекла, не проявляющего излишнюю красноту (например, цветовое(–ые) значение(–я)  $a^*$  при отражении от –8 до +1,6); желательного низкого коэффициента теплопритока от солнечного излучения (SHGC); желательного пропускания видимого света ( $T_Y$  или  $T_{vis}$ ); желательного низкого отражения видимого света со стороны пленки; термостабильности при необязательной термообработке (НТ), такой как термическая закалка; желательной низкой нормальной

эмиссионной/излучательной способности ( $E_n$ ); и/или желательного высокого отношения пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG). Следует отметить, что SHGC может составлять до 80% для стекла без покрытия. Чем выше значение LSG, тем выше энергосбережение. Такие изделия с покрытием можно использовать применительно к монолитным окнам, оконным блокам–стеклопакетам из теплоизоляционного стекла, ламинированным окнам и/или другим подходящим областям применения.

[0010] В примере осуществления настоящего изобретения обеспечено изделие с покрытием, включающее в себя покрытие, нанесенное на стеклянную подложку, причем покрытие содержит: первый отражающий инфракрасное (ИК) излучение слой, содержащий ИТО, на стеклянной подложке; первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере первого отражающего ИК–излучение слоя, содержащего ИТО; второй отражающий ИК–излучение слой, содержащий нитрид титана, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере первого диэлектрического слоя, содержащего нитрид кремния, так что первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, расположен между по меньшей мере первым отражающим ИК–излучение слоем, содержащим ИТО, и вторым отражающим ИК–излучение слоем, содержащим нитрид титана; второй диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере второго отражающего ИК–излучение слоя, содержащего нитрид титана; причем покрытие не содержит отражающего ИК–излучение слоя на основе серебра; где покрытие имеет значение нормальной излучательной способности ( $E_n$ ) не более 0,30; и при этом изделие с покрытием имеет: пропускание видимого света около 15–80%, отражение видимого света со стороны пленки не более 10%, отражение видимого света со стороны стекла не более около 30%, значение  $a^*$  при отражении со стороны стекла от –10,0 до +1,6 и отношение пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG) по меньшей мере 1,10.

[0011] В примере осуществления настоящего изобретения обеспечено изделие с покрытием, включающее в себя покрытие, нанесенное на стеклянную подложку, причем покрытие содержит: первый отражающий инфракрасное (ИК) излучение слой, содержащий ИТО, на стеклянной подложке; первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере первого отражающего ИК–излучение слоя, содержащего ИТО; второй отражающий ИК–излучение слой, содержащий нитрид титана, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере первого диэлектрического слоя, содержащего нитрид кремния, так что первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, расположен между по меньшей мере первым отражающим ИК–излучение слоем, содержащим ИТО, и вторым отражающим ИК–излучение слоем, содержащим нитрид титана; второй диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере второго отражающего ИК–излучение слоя, содержащего нитрид титана; причем покрытие не содержит отражающего ИК–излучение слоя на основе серебра; где покрытие имеет значение нормальной излучательной способности ( $E_n$ ) не более 0,30; и при этом изделие с покрытием имеет: пропускание видимого света около 15–80% и отношение пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG) по меньшей мере 1,15.

[0012] В определенных примерах осуществления настоящего изобретения обеспечено изделие с покрытием, включающее в себя покрытие, нанесенное на стеклянную



подложку, причем покрытие содержит: первый отражающий инфракрасное (ИК) излучение слой, содержащий ИТО, на стеклянной подложке; первый диэлектрический слой на стеклянной подложке, расположенный поверх первого отражающего ИК-излучение слоя, содержащего ИТО, и непосредственно контактирующий с ним;

5 второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид металла, на стеклянной подложке, поверх первого диэлектрического слоя и непосредственно контактирующий с ним, так что первый диэлектрический слой расположен между первым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим ИТО, и вторым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим нитрид металла, и непосредственно контактирует с ними; второй

10 диэлектрический слой на стеклянной подложке, расположенный поверх второго отражающего ИК-излучение слоя, содержащего нитрид металла, и непосредственно контактирующий с ним; причем покрытие не содержит отражающего ИК-излучение слоя на основе серебра; и причем изделие с покрытием имеет пропускание видимого света около 15–80%. В некоторых примерах нитрид металла может представлять собой

15 нитрид титана, циркония, ниобия и т.п. В некоторых примерах один или более диэлектрических слоев могут представлять собой нитрид кремния или включать его.

[0013] Таким образом, настоящее изобретение охватывает монолитные оконные блоки, оконные блоки-стеклопакеты, ламинированные оконные блоки и любое другое изделие, включающее в себя стеклянную подложку, имеющую покрытие,

20 соответствующее формуле изобретения. Следует отметить, что монолитные измерения могут быть выполнены путем отделения подложки с нанесенным покрытием от оконного блока-стеклопакета и/или ламинированного оконного блока с последующим выполнением измерений в монолите. Следует также отметить, что для данного покрытия значения SF и SHGC будут значительно выше для монолитного оконного блока, чем

25 для оконного блока-стеклопакета в случае одного и того же изделия с покрытием.

#### СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

[0014] На Фиг. 1 представлен частичный вид в поперечном разрезе монолитного изделия с покрытием (с термообработкой или без нее) в соответствии с примером осуществления настоящего изобретения.

#### 30 ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ПРИМЕРОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0015] Ниже более конкретно рассматриваются сопроводительные чертежи, причем на нескольких изображениях одинаковые номера позиций обозначают одинаковые детали.

35 [0016] Покрытие 8 выполнено с обеспечением в нем комбинации приемлемого пропускания видимого света ( $T_V$  или  $T_{vis}$ ), желательного цвета при отражении со стороны стекла (например, желательных цветовых значений  $a^*$  и  $b^*$  при отражении), низкого отражения видимого света со стороны пленки, низкого SHGC и высокого LSG для изделия с покрытием, предназначенного для использования в окнах или т.п. При

40 увеличении пропускания видимого света по мере уменьшения толщины отражающего (–их) ИК-излучение слоя(–ев) увеличиваются также такие параметры, как SHGC, а  $E_n$  уменьшается, и это связано с желательным пропусканием у данного изделия с покрытием в данной области применения. Примеры областей применения включают в себя

45 конструкционные окна, окна жилых помещений, монолитные окна, автомобильные окна и/или окна-стеклопакеты.

[0017] Определенные варианты осуществления настоящего изобретения относятся к изделиям с покрытием, имеющим покрытие 8 на стеклянной подложке 1, причем покрытие включает в себя два или более функциональных отражающих инфракрасное

(ИК) излучение слоя 3 и 5, которые могут быть вложены по меньшей мере между прозрачными диэлектрическими слоями 2, 4, 6, 7, и/или способом их изготовления. Некоторые из прозрачных диэлектрических слоев, таких как диэлектрический(–е) слой (–и) 2 и/или 7, являются необязательными и не должны быть предусмотрены в некоторых примерах осуществления. Диэлектрические слои 2, 4 и 6 предпочтительно являются аморфными, предпочтительно имеют  $k \leq 0,1$ , и могут представлять собой или включать нитрид кремния, оксинитрид кремния, станнат цинка, оксид олова и т.п. Прозрачное диэлектрическое внешнее покрытие 7, состоящее из оксида циркония или любого другого подходящего материала или включающее его в себя, является необязательным. В определенных примерах осуществления по меньшей мере один из отражающих ИК–излучение слоев состоит из нитрида титана (например, TiN) или включает его в себя, а по меньшей мере другой из отражающих ИК–излучение слоев состоит из ИТО или включает его в себя. В варианте осуществления на Фиг. 1 верхний отражающий ИК–излучение слой 5 состоит из нитрида титана (например, TiN) или включает его в себя, а нижний отражающий ИК–излучение слой 3 состоит из ИТО или включает его в себя. Неожиданно было обнаружено, что использование этих разных материалов для разных отражающих ИК–излучение слоев 3 и 5 (например, в противоположность использованию TiN для обоих отражающих ИК–излучение слоев 3 и 5) в покрытии для контроля солнечного излучения неожиданно приводит к улучшению оптических свойств, таких как улучшенные значения  $a^*$  при отражении со стороны стекла и/или увеличенные значения LSG, которые часто являются желательными характеристиками при применении в окнах, а формирование отражающего ИК–излучение слоя 3, состоящего из ИТО или включающего его в себя, обеспечивает более легкий подгон изделия с покрытием под желательные значения пропускания видимого света и высокие значения LSG, тогда как отражающий ИК–излучение слой, состоящий из TiN 5 или включающий его в себя, обеспечивает желательно низкие значения нормальной излучающей способности и/или SHGC для данной толщины отражающего ИК–излучение материала. Покрытие 8 в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения может быть выполнено с возможностью реализации изделиями с покрытиями до и/или после любой необязательной термообработки, такой как термическая закалка, одного или более из: желательного отражения видимого цвета со стороны стекла, не проявляющего излишнюю красноту (например, цветовое(–ые) значение(–я)  $a^*$  при отражении от –8 до +1,6); желательного низкого коэффициента теплопритока от солнечного излучения (SHGC); желательного пропускания видимого света ( $T_U$  или  $T_{vis}$ ); низкого отражения со стороны пленки; термостабильности при необязательной термообработке (НТ), такой как термическая закалка; желательного низкого значения  $E_n$ ; и/или желательного высокого отношения пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG). В примерах осуществления настоящего изобретения покрытие 8 не содержит отражающего ИК–излучение слоя на основе Ag или Au.

[0018] В определенных примерах осуществления настоящего изобретения для определенных областей применения, таких как применение в монолитных окнах, желательно использовать окраску, не проявляющую существенной красноты при отражении со стороны стекла. Другими словами, в определенных областях применения, таких как монолитные окна, желательно, чтобы цветовые значения  $a^*$  при отражении со стороны стекла были либо отрицательными, либо не превышающими +1,6 (значения  $a^*$  при отражении со стороны стекла, превышающие +1,6, обладают нежелательной краснотой). Такие значения  $a^*$  при отражении со стороны стекла не проявляют излишнюю красноту и желательны в контексте значений  $a^*$  при отражении со стороны

стекла ( $R_G Y$ ).

[0019] Изделия с покрытием в определенных примерах осуществления настоящего изобретения могут быть необязательно подвергнуты термической обработке и предпочтительно являются выполненными с возможностью их термообработки.

Используемые в настоящем документе термины «термообработка» и «термическая обработка» означают нагревание изделия до температуры, достаточной для обеспечения термической закалки, термического сгибания и/или термического упрочнения содержащего стекло изделия. Это определение включает в себя, например, нагревание изделия с покрытием в печи или тигле при температуре по меньшей мере около 580 градусов Цельсия, более предпочтительно по меньшей мере около 600 градусов Цельсия, в течение достаточного периода времени для обеспечения закалки, сгибания и/или термического упрочнения. В определенных случаях НТ может происходить в течение по меньшей мере около 4 или 5 минут. Изделие с покрытием можно подвергать или можно не подвергать термообработке в различных вариантах осуществления настоящего изобретения. Вместо НТ при  $>600^{\circ}\text{C}$  (например, закалка) данное покрытие также может достигать желаемых рабочих характеристик, например, за счет осуществления НТ при температуре до 350 градусов Цельсия. После НТ при 350 градусах Цельсия, например, стекло не является закаленным и может быть обрезано до желаемого размера.

[0020] На Фиг. 1 представлен вид в поперечном разрезе изделия с покрытием в соответствии с примером осуществления настоящего изобретения. В варианте осуществления, показанном на Фиг. 1, покрытие 8 для контроля солнечного излучения включает в себя два отражающих ИК-излучение слоя 3 и 5 и прозрачные диэлектрические слои 2, 4, 6 и 7. Изделие с покрытием включает в себя по меньшей мере стеклянную подложку 1 (например, прозрачную, зеленую, бронзовую, серую, синюю или сине-зеленую стеклянную подложку толщиной от около 1,0 до 12,0 мм, более предпочтительно 4–8 мм, например толщина стеклянной подложки составляет 6 мм), прозрачные диэлектрические слои 2, 4, 6 (например, состоящие из нитрида кремния [например,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ], оксинитрида кремния, нитрида циркония или какого-либо другого подходящего диэлектрика или включающие их в себя) и отражающие ИК-излучение слои 3, 5. Верхний отражающий ИК-излучение слой 5 состоит из нитрида титана (например,  $\text{TiN}$ , предпочтительно стехиометрического или по существу стехиометрического типа) или включает его в себя, а нижний отражающий ИК-излучение слой 3 состоит из проводящего ИТО или включает его в себя. Верхний отражающий ИК-излучение слой 5 в определенных примерах осуществления настоящего изобретения состоит из  $\text{TiN}_x$  или включает его в себя, причем  $x$  предпочтительно составляет от 0,8 до 1,2, более предпочтительно от 0,9 до 1,1, например составляет около 1,0. Эти значения « $x$ » обеспечивают улучшенные/сниженные значения излучающей способности по сравнению, например, со случаем слишком маленького значения « $x$ ». Было обнаружено, что нитрид титана является очень прочным по сравнению, например, с серебром и более устойчив к коррозии, вызванной влагой, по сравнению, например, с серебром. Неожиданно было обнаружено, что использование этих разных материалов для разных отражающих ИК-излучение слоев 3 и 5 (например, в противоположность использованию  $\text{TiN}$  для обоих отражающих ИК-излучение слоев 3 и 5) в данном покрытии для контроля солнечного излучения дает неожиданные результаты, как объяснено в настоящем документе. Несмотря на то что отражающий ИК-излучение слой 5 в определенных случаях может включать в себя некоторое небольшое количество кислорода, этот слой 5 предпочтительно по существу не содержит кислорода, например не более 8%

кислорода, более предпочтительно не более около 5% кислорода и наиболее предпочтительно не более около 3% или 2% кислорода в определенных вариантах осуществления (атомные %). Хотя в предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения отражающий ИК–излучение слой 5 представляет собой нитрид титана или включает его в себя, в альтернативных вариантах осуществления настоящего изобретения верхний отражающий ИК–излучение слой 5 может состоять из нитрида другого металла, такого как нитрид циркония и/или нитрид ниобия. Изделие с покрытием может необязательно включать в себя прозрачный диэлектрический внешний слой 7, состоящий из защитного материала, такого как оксид циркония (например,  $ZrO_2$ ) или оксинитрид кремния, или включающий его в себя. В определенных примерах осуществления между контактирующими слоями 6 и 7 в верхней части стопки слоев необязательно может быть размещен диэлектрический слой, состоящий из оксинитрида кремния и/или оксинитрида циркония с любой подходящей стехиометрией или включающий его в себя. В определенных примерах осуществления настоящего изобретения покрытие 8 не содержит никакого металлического блокирующего или отражающего ИК–излучение слоя на основе Ag или Au. В определенных примерах осуществления настоящего изобретения отражающие ИК–излучение слои 3 и 5 отражают по меньшей мере часть ИК–излучения и не контактируют с любым другим отражающим ИК–излучение слоем из металла или на основе металла. В определенных примерах осуществления каждый из слоев может включать в себя другие материалы, такие как допирующие вещества. Разумеется, следует понимать, что могут быть также обеспечены и другие слои или определенные слои могут быть опущены, а в определенных альтернативных вариантах осуществления настоящего изобретения можно использовать иные материалы. Например, в некоторых альтернативных вариантах осуществления настоящего изобретения над ИТО можно добавить другой слой 5 нитрида металла.

[0021] Все покрытие 8 с Фиг. 1 в определенных примерах осуществления включает в себя по меньшей мере показанные слои, причем слои 2 и 7, в частности, являются необязательными. Следует отметить, что термины «оксид» и «нитрид» при использовании в настоящем документе включают в себя различные стехиометрические формы. Например, термин «нитрид кремния» (для одного или более слоев 2, 4, 6) включает в себя стехиометрический  $Si_3N_4$ , а также нестехиометрический нитрид кремния, и эти слои могут быть допированы другим(–и) материалом(–ами), таким как Al и/или O. Показанные слои в различных вариантах осуществления настоящего изобретения можно наносить на стеклянную подложку 1 с помощью магнетронного распыления, любого другого типа распыления или с помощью любой другой подходящей методики. Следует отметить, что в стопке, показанной Фиг. 1, может (могут) быть предусмотрен (–ы) другой(–ие) слой (слои), например между слоями 2 и 3, или между слоями 3 и 4, или между подложкой 1 и слоем 2, или т.п. По существу другой(–ие) слой (слои) также может (могут) быть предусмотрен(–ы) в других местах покрытия. Таким образом, хотя покрытие 8 или его слои находится(–ятся) «на» подложке 1 или «поддерживается» ей (прямо или косвенно), между ними может (могут) быть предусмотрен(–ы) другой(–ие) слой (слои). Таким образом, например, система 8 слоев и ее слои, показанные на Фиг. 1, считаются находящимися «на» подложке 1, даже если между ними может (могут) быть предусмотрен(–ы) другой(–ие) слой (слои) (т.е. термины «на» и «поддерживается» в настоящем документе не ограничены прямым контактом). Однако в предпочтительных вариантах осуществления возможны прямые контакты, как показано на Фиг. 1.

[0022] В определенных примерах осуществления настоящего изобретения каждый из диэлектрических слоев 2, 4, 6 в предпочтительных вариантах осуществления настоящего

изобретения может иметь показатель преломления  $n$  от 1,7 до 2,5 (при 550 нм), более предпочтительно в определенных вариантах осуществления от 1,8 до 2,2, а наиболее предпочтительно от около 2,0 до 2,06. В определенных примерах осуществления настоящего изобретения один, два, три или каждый из этих слоев 2, 4, 6 могут состоять из нитрида кремния и/или оксинитрида кремния или включать его в себя. В тех вариантах осуществления настоящего изобретения, в которых слои 2, 4, 6 содержат нитрид кремния (например,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) или оксинитрид кремния, к мишеням ионного распыления, включающим в себя Si и используемым для формирования этих слоев, можно примешивать или не примешивать 1–20 мас.% (например, 8%) алюминия или нержавеющей стали (например, SS № 316), причем приблизительно такое количество затем появляется в сформированных таким образом слоях. Даже при наличии этого количества алюминия и/или нержавеющей стали такие слои по-прежнему считаются диэлектрическими слоями. В определенных примерах осуществления каждый из отражающих ИК–излучение слоев 3 и 5 выполнен между соответствующими нитридными слоями (например, слоями на основе нитрида кремния 2, 4, 6) для уменьшения или предотвращения повреждения отражающих ИК–излучение слоев во время возможной термообработки (например, термической закалки, термического сгибания и/или термического упрочнения), тем самым обеспечивая достижение предсказуемого цвета под множеством углов обзора после термообработки. Хотя на Фиг. 1 представлено изделие с покрытием в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения в монолитной форме, изделия с покрытием в соответствии с другими вариантами осуществления настоящего изобретения могут содержать оконные блоки–стеклопакеты (стеклопакет) и т.п.

[0023] Кроме того, в варианте осуществления на Фиг. 1 можно использовать различные значения толщины в соответствии с одной или более из потребностей, описанных в настоящем документе. В соответствии с определенными примерами осуществления настоящего изобретения примеры толщины (в ангстремах) и материалов для соответствующих слоев в варианте осуществления на Фиг. 1 на стеклянной подложке 1 являются такими, как описано ниже в определенных примерах осуществления, для обеспечения желаемого пропускания, цвета при отражении со стороны стекла и отражения видимого света в комбинации с желательным(–и) низким(–и) значением (–ями) SHGC и желательным высоким значением LSG (слои перечислены в порядке от стеклянной подложки 1).

Таблица 1 (значения толщины в варианте осуществления с Фиг. 1)

| Слой  | Пример диапазона (Å) | Предпочтительно (Å) | Пример (Å) |
|---|----------------------|---------------------|------------|
| Нитрид кремния (слой 2)                           | 20–500 Å             | 40–200 Å            | 50 Å       |
| ИК–отражатель (например, ITO) (слой 3)            | 100–1 000 Å          | 250–450 Å           | 330 Å      |
| Нитрид кремния (слой 4)                           | 20–1100 Å            | 25–400 Å            | 300 Å      |
| ИК–отражатель (например, TiN) (слой 5)            | 50–450 Å             | 130–300 Å           | 200 Å      |
| Нитрид кремния (слой 6)                           | 20–800 Å             | 300–550 Å           | 450 Å      |
| Внешний слой (например, $\text{ZrO}_2$ ) (слой 7) | 10–150 Å             | 20–40 Å             | 30 Å       |

[0024] Таблица 1 выше относится, например, к вариантам осуществления, в которых покрытие 8 выполнено с возможностью реализации изделиями с покрытием до и/или после любой необязательной термической обработки, такой как термическая закалка, одного, двух, трех, четырех, пяти, шести или всех семи из: желательного отражения видимого цвета со стороны стекла, например цвета при отражении, не проявляющего

излишнюю красноту (например, цветовое(–ые) значение(–я)  $a^*$  при отражении от –8 до +1,6); желательного низкого значения SHGC; желательного пропускания видимого света; низкого отражения видимого света со стороны пленки, термостабильности при необязательной НТ, такой как термическая закалка; желательного низкого значения  $E_n$ ; и/или желательного высокого значения LSG. В определенных примерах осуществления нижний отражающий ИК–излучение слой 5 может быть физически толще, чем верхний отражающий ИК–излучение слой по меньшей мере на 50 ангстрем (Å), более предпочтительно по меньшей мере на 100 Å. В определенных примерах осуществления настоящего изобретения верхний диэлектрический слой 6 физически толще, чем центральный диэлектрический слой 4 по меньшей мере на 50 ангстрем (Å), более предпочтительно по меньшей мере на 100 Å, а иногда по меньшей мере на 150 Å.

[0025] До и/или после любой необязательной термообработки (НТ), например термической закалки, в определенных примерах осуществления настоящего изобретения изделия с покрытием в соответствии с вариантом осуществления, показанным на Фиг. 1, имеют цветовые/оптические характеристики, указанные в таблице 2 (измерены в монолите). Следует отметить, что подстрочный символ G означает отражение со стороны стекла, подстрочный символ T означает пропускание, а подстрочный символ F – отражение со стороны пленки. Как известно в данной области, «со стороны стекла» (G) означает при взгляде со стороны стекла (в противоположность стороне слоя/пленки) изделия с покрытием. «Со стороны пленки» (F) означает при взгляде со стороны пленки на изделие, на котором сформировано покрытие. Характеристики, представленные ниже в таблице 2, находятся в соответствии с требованиями Illuminant C, 2 уровня наблюдения и применимы к описанным в настоящем документе изделиям с покрытием, которые подвергались тепловой обработке и/или не подвергались тепловой обработке. Цвет при отражении со стороны стекла может быть таким, что изделия с покрытием приобретают нейтральный цвет, сине–зеленый цвет или желто–зеленый цвет в различных примерах осуществления настоящего изобретения.

#### [0026]

Таблица 2. Цветовые/оптические характеристики (вариант осуществления, показанный на Фиг. 1, монолит)

|                              | Общий вариант  | Предпочтительно | Наиболее предпочтительно |
|------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------|
| $T_{vis}$ (TY)               | 15–80%         | 20–70%          | 30–60% (40–60%)          |
| $a^*_T$                      | от –10 до +5   | от –8 до +2     | от –6 до 0               |
| $b^*_T$                      | от –15 до +7   | от –10 до +3    | от –9 до 0               |
| $R_{GY}$ (со стороны стекла) | $\leq 30\%$    | $\leq 25\%$     | $\leq 20\%$              |
| $a^*_G$                      | от –10 до +1,6 | от –8 до +1,6   | от –6 до +1              |
| $b^*_G$                      | от –25 до +9   | от –9 до +4     | от –8 до +1              |
| $R_{FY}$ (со стороны пленки) | $\leq 10\%$    | $\leq 8\%$      | $\leq 5\%$               |
| $a^*_F$                      | от –9 до +9    | от –6 до +7     | от –3 до +5              |
| $b^*_F$                      | от –14 до +9   | от –9 до +4     | от –8 до 0               |
| $E_n$                        | $\leq 0,30$    | $\leq 0,25$     | $\leq 0,22$              |
| SHGC                         | $\leq 0,52$    | $\leq 0,45$     | $\leq 0,42$              |
| LSG                          | $\geq 1,10$    | $\geq 1,15$     | $\geq 1,22$              |

[0027] Исключительно в качестве примера ниже показан пример 1, представляющий различные примеры осуществления настоящего изобретения, а также сравнительные примеры (CE) 1–5.

## ПРИМЕРЫ

[0028] Сравнительные примеры (СЕ) 1–4 и примеры 1–2 представляли собой стопки слоев, нанесенных распылением (как все примеры), сформированные на прозрачных стеклянных подложках толщиной 4 мм. СЕ 5 представлял собой стопки слоев, сформированные на зеленой стеклянной подложке толщиной 4 мм. Оптические измерения представляют собой монолитные измерения. Оптические данные для СЕ 1–5 и примеров 1–2 соответствуют осветителю типа С и наблюдателю с углом обзора 2 градуса. Слои нитрида кремния допировали с использованием около 8% Al. Слои TiN были приблизительно стехиометрическими. Толщина слоев указана в ангстремах (Å). Обозначение «L» в таблице 4 ниже означает «слой» (например, L2 означает «слой 2», показанный на Фиг. 1, L3 означает «слой 3», показанный на Фиг. 1, и так далее). Ниже будет показано, что использование ИТО в слое 3 в примерах 1–2 дает неожиданно улучшенные оптические свойства по сравнению с использованием TiN или NiCr в слое 3 в СЕ 1–5.

Таблица 3. Стопки слоев по сравнительным примерам (СЕ) 1–5

| Пример | L2<br>(Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> ) | L3<br>(NiCr) | Или | L3<br>(TiN) | L4<br>(Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> ) | L5<br>(TiN) | L6<br>(Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> ) | L7<br>(ZrO <sub>2</sub> ) |
|--------|---|--------------|-----|-------------|---|-------------|---|---------------------------|
| СЕ 1   | 220                                     | Н/П          |     | 240         | 670                                     | 310         | 10                                      | 40                        |
| СЕ2    | 140                                     | Н/П          |     | 200         | 590                                     | 240         | 30                                      | 40                        |
| СЕ3    | 40                                      | Н/П          |     | 180         | 350                                     | 120         | 30                                      | 40                        |
| СЕ4    | 50                                      | 68           |     | Н/П         | 723                                     | 268         | 171                                     | 30                        |
| СЕ5    | 50                                      | 66           |     | Н/П         | 714                                     | 261         | 206                                     | 30                        |

[0029] Характеристики, измеренные в монолите после термической закалки (НТ) для СЕ, были следующими.

Таблица 4. Измеренные в монолите оптические характеристики (СЕ 1–5)

| Параметр                                       | СЕ 1  | СЕ 2  | СЕ 3  | СЕ 4  | СЕ 5  |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| T <sub>видим</sub> (ТУ) (пропускание)          | 18,6% | 24,2% | 35,3% | 23,1% | 21,8% |
| L* <sub>T</sub>                                | 50,2  | 56,3  | 66,0  | 55,2  | 53,8  |
| a* <sub>T</sub>                                | –7,2  | –7,0  | –5,5  | –3,15 | –5,86 |
| b* <sub>T</sub>                                | –4,3  | –1,5  | –0,8  | –8,27 | –7,97 |
| R <sub>G</sub> Y (отраж. со стороны стекла, %) | 9,5%  | 9,2%  | 13,0% | 12,0% | 9,6%  |
| L* <sub>G</sub>                                | 36,9  | 36,4  | 42,8  | 41,2  | 37,1  |
| a* <sub>G</sub>                                | –3,2  | –2,8  | –0,3  | –0,8  | –1,45 |
| b* <sub>G</sub>                                | –3,5  | 0,4   | –5,7  | –1,8  | –2,1  |
| R <sub>F</sub> Y (отраж. со стороны пленки, %) | 25,2% | 19,1% | 10,8% | 14,1% | 11,2% |
| L* <sub>F</sub>                                | 57,3  | 50,8  | 39,2  | 44,4  | 39,9  |
| a* <sub>F</sub>                                | 5,3   | 4,7   | 7,0   | 0,6   | –0,3  |
| b* <sub>F</sub>                                | –8,3  | –6,1  | –5,4  | –4,9  | –4,1  |
| E <sub>n</sub>                                 | 0,18  | 0,25  | 0,36  | 0,25  | 0,25  |
| SHGC (NFRC–2001)                               | 0,21  | 0,24  | 0,31  | 0,28  | 0,27  |
| LSG  | 0,80  | 1,01  | 1,14  | 0,83  | 0,81  |

[0030] Примеры 1–2 в соответствии с примерами настоящего изобретения имели следующую стопку слоев. Толщина слоев указана в ангстремах (Å).

Таблица 5. Стопка слоев по примерам 1–2

| Пример  | L3(ИТО) | L4(Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> ) | L5(TiN) | L6(Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> ) | L7(Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> ) |
|---------|---------|-------------------------------------|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Прим. 1 | 330     | 300                                 | 200     | 450                                 | Н/П                                 |
| Прим. 2 | 330     | 20                                  | 180     | 350                                 | 40                                  |

[0031] Характеристики, измеренные в монолите после (НТ) для примеров 1–2, были следующими.

Таблица 6. Измеренные в монолите оптические характеристики (примеры 1–2)

|    |  |          |          |
|----|--|----------|----------|
| 5  | Параметр                               | Пример 1 | Пример 2 |
|    | $T_{\text{видим}}$ (ТУ) (пропускание)  | 51,97%   | 54,4%    |
|    | $a^*_T$                                | –3,14    | –3,2     |
|    | $b^*_T$                                | –2,81    | –3,9     |
|    | $R_{GY}$ (отраж. со стороны стекла, %) | 19,9%    | 16,0%    |
| 10 | $a^*_G$                                | –4,0     | –2,1     |
|    | $b^*_G$                                | –0,9     | 0,0      |
|    | $R_{FY}$ (отраж. со стороны пленки, %) | 2,2%     | 2,6%     |
|    | $a^*_F$                                | +3,35    | +5,6     |
|    | $b^*_F$                                | –4,71    | +1,8     |
| 15 | $E_n$                                  | 0,20     | 0,22     |
|    | SHGC (NFRC–2001)                       | 0,41     | 0,42     |
|    | LSG                                    | 1,25     | 1,30     |

[0032] Преимущество использования ИТО и  $TiN_x$  для отражающих ИК–излучение слоев вместо использования  $TiN_x$  для обоих отражающих ИК–излучение слоев

20 заключается в улучшенной тепловой эффективности, такой как улучшенные значения  $E_n$  и/или LSG. Это показано в таблицах выше. Как видно из сравнения CE 1–5 (таблицы 3–4) с примерами 1–2 (таблицы 5–6), использование в слое 3 ИТО в примерах 1–2 (вместо  $TiN$  или  $NiCr$  в CE 1–5) дает неожиданные результаты. Например, значения LSG в CE 1, 4 и 5 были значительно меньше 1,0, что нежелательно. В то время как значения LSG  
25 в CE 2 и 3 были более приемлемыми, но все еще низкими – на уровне 1,01 и 1,14, эти CE 2 и 3 вместе с другими CE имели нежелательно высокое отражение со стороны пленки: 10,8% или выше. И CE3 обладал нежелательно высокой нормальной эмиссионной/излучательной способностью ( $E_n$ ), равной 0,36, что означает, что недостаточное  
30 количество ИК–излучения блокируется покрытием. Таким образом, например, все CES имели нежелательно высокие значения отражения со стороны пленки, и большинство из них имели нежелательно низкие значения LSG. Ни один сравнительный пример (CE) не имеет достаточно низкой нормальной эмиссионной/излучательной способности ( $E_n$ ) в сочетании с желательным низким отражением видимого света со стороны пленки и  
35 желательным высоким LSG.

[0033] Использование ИТО для слоя 3 в примере 1 (вместо  $TiN$  или  $NiCr$  в CE 1–5) неожиданно уменьшило значения отражения видимого света со стороны пленки до более приемлемых и эстетически приятных 2,2% и 2,6% и неожиданно увеличило значение LSG до 1,25 и 1,30, что означает значительную экономию энергии. Более того,  
40 использование  $TiN$  для слоя 5 и ИТО для слоя 3 позволило сохранить нормальную излучательную способность ( $E_n$ ) в приемлемом диапазоне не более 0,30, более предпочтительно не более 0,25, а наиболее предпочтительно не более 0,22.

[0034] В примере осуществления настоящего изобретения обеспечено изделие с покрытием, включающее в себя покрытие, нанесенное на стеклянную подложку, причем  
45 покрытие содержит: первый отражающий инфракрасное (ИК) излучение слой, содержащий ИТО, на стеклянной подложке; первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере первого отражающего ИК–излучение слоя, содержащего ИТО; второй отражающий



ИК–излучение слой, содержащий нитрид титана, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере первого диэлектрического слоя, содержащего нитрид кремния, так что первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, расположен между по меньшей мере первым отражающим ИК–излучение слоем, содержащим ИТО, и вторым отражающим ИК–излучение слоем, содержащим нитрид титана; второй диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере второго отражающего ИК–излучение слоя, содержащего нитрид титана; причем покрытие не содержит отражающего ИК–излучение слоя на основе серебра; где покрытие имеет значение нормальной излучательной способности ( $E_n$ ) не более 0,30; и при этом изделие с покрытием имеет: пропускание видимого света около 15–80%, отражение видимого света со стороны пленки не более 10%, отражение видимого света со стороны стекла не более около 30%, значение  $a^*$  при отражении со стороны стекла от –10,0 до +1,6 и отношение пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG) по меньшей мере 1,10.

[0035] В изделии с покрытием по непосредственно предшествующему пункту покрытие в некоторых примерах содержит только два отражающих ИК–излучение слоя.

[0036] В изделии с покрытием по любому из двух предшествующих пунктов первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, может размещаться между первым и вторым отражающими ИК–излучение слоями и непосредственно контактировать с ними.

[0037] В изделии с покрытием по любому из трех предшествующих пунктов второй отражающий ИК–излучение слой, содержащий нитрид титана, может содержать  $TiN_x$ , где  $x$  составляет от 0,8 до 1,2, более предпочтительно от 0,9 до 1,1.

[0038] В изделии с покрытием по любому из предшествующих четырех пунктов второй отражающий ИК–излучение слой может содержать 0–8% кислорода (атомный %), более предпочтительно 0–5% кислорода (атомный %).

[0039] В изделии с покрытием по любому из предшествующих пяти пунктов покрытие может дополнительно содержать другой диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния или оксинитрид кремния, размещенный между стеклянной подложкой и первым отражающим ИК–излучение слоем и контактирующий с ними.

[0040] В изделии с покрытием по любому из предшествующих шести пунктов второй отражающий ИК–излучение слой может состоять по существу из нитрида титана.

[0041] В изделии с покрытием, описанном в любом из предшествующих семи пунктов, покрытие может дополнительно содержать внешнее покрытие, содержащее оксид циркония.

[0042] В изделии с покрытием по любому из предыдущих восьми пунктов изделие с покрытием может иметь пропускание видимого света около 20–70% и/или отношение пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG) по меньшей мере 1,15.

[0043] В изделии с покрытием по любому из предыдущих девяти пунктов изделие с покрытием может иметь отношение пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG) по меньшей мере 1,22.

[0044] Изделие с покрытием по любому из предшествующих десяти пунктов, причем изделие с покрытием может иметь отражение видимого света со стороны пленки не более 8%, более предпочтительно не более 5%.

[0045] В изделии с покрытием по любому из предшествующих одиннадцати пунктов стеклянная подложка может представлять собой прозрачную стеклянную подложку.

[0046] Изделие с покрытием по любому из предшествующих двенадцати пунктов,

причем изделие с покрытием может иметь значение  $a^*$  при отражении со стороны стекла от  $-8$  до  $+1,0$  и/или значение  $a^*$  при отражении со стороны пленки от  $-9$  до  $+9$ .

[0047] В изделии с покрытием по любому из предшествующих тринадцати пунктов один или более из диэлектрических слоев, содержащих нитрид кремния, могут дополнительно содержать кислород и/или могут быть допированы алюминием.

[0048] Изделие с покрытием по любому из предшествующих четырнадцати пунктов, причем изделие с покрытием может представлять собой монолитное окно.

[0049] Изделие с покрытием по любому из предшествующих пятнадцати пунктов, причем изделие с покрытием при измерении в монолите может иметь значение SHGC не более 0,52, более предпочтительно не более 0,45, и наиболее предпочтительно не более 0,42.

[0050] В изделии с покрытием по любому из предшествующих шестнадцати пунктов первый отражающий ИК–излучение слой, содержащий ИТО, может иметь толщину  $100\text{--}1000\text{ \AA}$ , и/или второй отражающий ИК–излучение слой, содержащий нитрид титана, может иметь толщину  $50\text{--}450\text{ \AA}$ .

[0051] В изделии с покрытием по любому из предшествующих семнадцати пунктов первый отражающий ИК–излучение слой, содержащий ИТО, может иметь толщину  $250\text{--}450\text{ \AA}$ , и/или второй отражающий ИК–излучение слой, содержащий нитрид титана, может иметь толщину  $130\text{--}300\text{ \AA}$ .

[0052] В примере осуществления настоящего изобретения обеспечено изделие с покрытием, включающее в себя покрытие, нанесенное на стеклянную подложку, причем покрытие содержит: первый отражающий инфракрасное (ИК) излучение слой, содержащий ИТО, на стеклянной подложке; первый диэлектрический слой на стеклянной подложке, расположенный поверх первого отражающего ИК–излучение слоя, содержащего ИТО, и непосредственно контактирующий с ним; второй отражающий ИК–излучение слой, содержащий нитрид металла, на стеклянной подложке, поверх первого диэлектрического слоя и непосредственно контактирующий с ним, так что первый диэлектрический слой расположен между первым отражающим ИК–излучение слоем, содержащим ИТО, и вторым отражающим ИК–излучение слоем, содержащим нитрид металла, и непосредственно контактирует с ними; второй диэлектрический слой на стеклянной подложке, расположенный поверх второго отражающего ИК–излучение слоя, содержащего нитрид металла, и непосредственно контактирующий с ним; причем покрытие не содержит отражающего ИК–излучение слоя на основе серебра; и причем изделие с покрытием имеет пропускание видимого света около  $15\text{--}80\%$ .

[0053] В изделии с покрытием по непосредственно предшествующему пункту покрытие может иметь значение нормальной излучательной способности ( $E_n$ ) не более 0,30, более предпочтительно не более 0,25, и наиболее предпочтительно не более 0,22.

[0054] В изделии с покрытием по любому из предшествующих двух пунктов нитрид металла может представлять собой нитрид титана.

[0055] В изделии с покрытием по любому из предшествующих трех пунктов первый и/или второй диэлектрический слой может содержать нитрид кремния.

[0056] В изделии с покрытием по любому из предшествующих четырех пунктов изделие с покрытием может иметь отражение видимого света со стороны пленки не более 10%, отражение видимого света со стороны стекла не более около 30%, значение  $a^*$  при отражении со стороны стекла от  $-10,0$  до  $+1,6$  и отношение пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG) по меньшей мере 1,10.

[0057] В изделии с покрытием по любому из предшествующих пяти пунктов второй отражающий ИК–излучение слой может содержать  $0\text{--}8\%$  кислорода (атомный %), более

предпочтительно 0–5% кислорода (атомный %).

[0058] В изделии с покрытием по любому из предшествующих шести пунктов покрытие может дополнительно содержать другой диэлектрический слой, который может содержать нитрид кремния и/или оксинитрид кремния, размещенный между стеклянной

подложкой и первым отражающим ИК–излучение слоем и контактирующий с ними.

[0059] В изделии с покрытием, описанном в любом из предшествующих семи пунктов, покрытие может дополнительно содержать внешнее покрытие, содержащее оксид циркония.

[0060] В изделии с покрытием по любому из предыдущих восьми пунктов изделие с покрытием может иметь пропускание видимого света около 20–70% и/или отношение пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG) по меньшей мере 1,15.

[0061] В изделии с покрытием по любому из предыдущих девяти пунктов изделие с покрытием может иметь отношение пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG) по меньшей мере 1,22.

[0062] Изделие с покрытием по любому из предшествующих десяти пунктов, причем изделие с покрытием может иметь отражение видимого света со стороны пленки не более 8%, более предпочтительно не более 5%.

[0063] В изделии с покрытием по любому из предшествующих одиннадцати пунктов стеклянная подложка может представлять собой прозрачную стеклянную подложку.

[0064] Изделие с покрытием по любому из предшествующих двенадцати пунктов, причем изделие с покрытием может иметь значение  $a^*$  при отражении со стороны стекла от –8 до +1,0 и/или значение  $a^*$  при отражении со стороны пленки от –9 до +9.

[0065] После приведенного выше описания специалисту в данной области будут понятны и другие особенности, модификации и усовершенствования. Следовательно, такие другие особенности, модификации и усовершенствования считаются частью настоящего изобретения, объем которой определяется следующими пунктами формулы изобретения.

#### (57) Формула изобретения

1. Изделие с покрытием, включающее в себя покрытие, поддерживаемое стеклянной подложкой, причем покрытие содержит:

первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке;

первый отражающий инфракрасное (ИК) излучение слой, содержащий оксид индия-олова (ИТО), на стеклянной подложке, при этом первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, расположен между по меньшей мере стеклянной подложкой и первым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим ИТО;

второй диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере первого отражающего ИК-излучение слоя, содержащего ИТО;

второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере первого и второго диэлектрических слоев, содержащих нитрид кремния, так что второй диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, расположен между и в непосредственном контакте с первым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим ИТО, и вторым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим нитрид титана;

третий диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере второго отражающего ИК-излучение слоя, содержащего нитрид титана;

при этом первый отражающий ИК-излучение слой, содержащий ИТО, имеет толщину 250-450 Å, а второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, имеет толщину 130-300 Å;

при этом покрытие не содержит отражающего ИК-излучение слоя на основе серебра, а содержит только два отражающих ИК-излучение слоя;

при этом покрытие имеет нормальный коэффициент излучения ( $E_n$ ) не более 0,30; и при этом изделие с покрытием имеет при измерении в монолите: коэффициент пропускания видимого света от около 15 до 80%, коэффициент отражения видимого света со стороны пленки не более 10%, коэффициент отражения видимого света со стороны стекла не более чем около 30%, значение  $a^*$  при отражении со стороны стекла от -10,0 до +1,6 и отношение пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG) по меньшей мере 1,10.

2. Изделие с покрытием по п. 1, в котором второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, содержит  $TiN_x$ , где  $x$  составляет от 0,8 до 1,2.

3. Изделие с покрытием по любому предшествующему пункту, в котором второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, содержит  $TiN_x$ , где  $x$  составляет от 0,9 до 1,1.

4. Изделие с покрытием по любому предшествующему пункту, в котором второй отражающий ИК-излучение слой содержит 0-8% кислорода (атомный %).

5. Изделие с покрытием по любому предшествующему пункту, в котором второй отражающий ИК-излучение слой содержит 0-5% кислорода (атомный %).

6. Изделие с покрытием по любому предшествующему пункту, в котором первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, непосредственно контактирует со стеклянной подложкой и первым отражающим ИК-излучение слоем.

7. Изделие с покрытием по п. 6, в котором первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, дополнительно содержит кислород.

8. Изделие с покрытием по любому предшествующему пункту, в котором второй отражающий ИК-излучение слой состоит по существу из нитрида титана.

9. Изделие с покрытием по любому предшествующему пункту, в котором покрытие дополнительно содержит внешний слой, содержащий оксид циркония.

10. Изделие с покрытием по любому предшествующему пункту, при этом изделие с покрытием имеет коэффициент пропускания видимого света от около 20 до 70% и отношение пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG) по меньшей мере 1,15.

11. Изделие с покрытием по любому предшествующему пункту, при этом изделие с покрытием имеет отношение пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG) по меньшей мере 1,22.

12. Изделие с покрытием по любому предшествующему пункту, при этом изделие с покрытием имеет коэффициент отражения видимого света со стороны пленки не более 8%.

13. Изделие с покрытием по любому предшествующему пункту, при этом изделие с покрытием имеет коэффициент отражения видимого света со стороны пленки не более 5%.

14. Изделие с покрытием по любому предшествующему пункту, в котором стеклянная подложка представляет собой подложку из бесцветного стекла.

15. Изделие с покрытием по любому предшествующему пункту, при этом изделие с покрытием имеет значение  $a^*$  при отражении со стороны стекла от -8 до +1,0 и значение  $a^*$  при отражении со стороны пленки от -9 до +9.

16. Изделие с покрытием по любому предшествующему пункту, в котором каждый из первого, второго и третьего диэлектрических слоев, содержащих нитрид кремния, допирован алюминием.

17. Изделие с покрытием по любому предшествующему пункту, при этом изделие с покрытием представляет собой монолитное окно.

18. Изделие с покрытием по любому предшествующему пункту, при этом изделие с покрытием имеет значение коэффициента теплопритока от солнечного излучения (SHGC) не более 0,52 при измерении в монолите.

19. Изделие с покрытием по любому предшествующему пункту, при этом изделие с покрытием имеет значение SHGC не более 0,45 при измерении в монолите.

20. Изделие с покрытием, включающее в себя покрытие, поддерживаемое стеклянной подложкой, причем покрытие содержит:

первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке; первый отражающий инфракрасное (ИК) излучение слой, содержащий ИТО, на стеклянной подложке, при этом первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, расположен между по меньшей мере стеклянной подложкой и первым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим ИТО;

второй диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере первого отражающего ИК-излучение слоя, содержащего ИТО;

второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере первого и второго диэлектрических слоев, содержащих нитрид кремния, так что второй диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, расположен между по меньшей мере первым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим ИТО, и вторым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим нитрид титана;

третий диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере второго отражающего ИК-излучение слоя, содержащего нитрид титана;

при этом первый отражающий ИК-излучение слой, содержащий ИТО, имеет толщину 250-450 Å, а второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, имеет толщину 130-300 Å;

при этом покрытие не содержит отражающего ИК-излучение слоя на основе серебра, а содержит только два отражающих ИК-излучение слоя;

при этом покрытие имеет нормальный коэффициент излучения ( $E_n$ ) не более 0,30;

и при этом изделие с покрытием имеет коэффициент пропускания видимого света от около 15 до 80% и отношение пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG) по меньшей мере 1,15 при измерении в монолите.

21. Изделие с покрытием, включающее в себя покрытие, поддерживаемое стеклянной подложкой, причем покрытие содержит:

первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке; первый отражающий инфракрасное (ИК) излучение слой, содержащий ИТО, на стеклянной подложке, при этом первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, расположен между по меньшей мере стеклянной подложкой и первым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим ИТО;

второй диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере первого отражающего ИК-излучение слоя, содержащего ИТО;

второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере первого и второго диэлектрических слоев,

содержащих нитрид кремния, так что второй диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, расположен между и в непосредственном контакте с первым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим ИТО, и вторым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим нитрид титана;

5 третий диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере второго отражающего ИК-излучение слоя, содержащего нитрид титана;

при этом покрытие не содержит отражающего ИК-излучение слоя на основе серебра, а содержит только два отражающих ИК-излучение слоя;

10 при этом первый отражающий ИК-излучение слой, содержащий ИТО, имеет толщину 250-450 Å, а второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, имеет толщину 130-300 Å; и

при этом изделие с покрытием при измерении в монолите имеет: коэффициент пропускания видимого света от около 15 до 80%, коэффициент отражения видимого  
15 света со стороны пленки не более 10%, коэффициент отражения видимого света со стороны стекла не более чем около 30%, значение  $a^*$  при отражении со стороны стекла от -10,0 до +1,6 и отношение пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG) по меньшей мере 1,10.

22. Изделие с покрытием по п. 21, в котором второй отражающий ИК-излучение  
20 слой, содержащий нитрид титана, содержит  $TiN_x$ , где  $x$  составляет от 0,8 до 1,2.

23. Изделие с покрытием по п. 21 или 22, в котором второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, содержит  $TiN_x$ , где  $x$  составляет от 0,9 до 1,1.

24. Изделие с покрытием по любому из пп. 21-23, в котором второй отражающий  
25 ИК-излучение слой содержит 0-8% кислорода (атомный %).

25. Изделие с покрытием по любому из пп. 21-24, в котором второй отражающий ИК-излучение слой содержит 0-5% кислорода (атомный %).

26. Изделие с покрытием по любому из пп. 21-25, в котором первый диэлектрический  
30 слой, содержащий нитрид кремния, непосредственно контактирует со стеклянной подложкой и первым отражающим ИК-излучение слоем.

27. Изделие с покрытием по п. 26, в котором первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, дополнительно содержит кислород.

28. Изделие с покрытием по любому из пп. 21-27, в котором второй отражающий  
35 ИК-излучение слой состоит по существу из нитрида титана.

29. Изделие с покрытием по любому из пп. 21-28, в котором покрытие дополнительно содержит внешний слой, содержащий оксид циркония.

30. Изделие с покрытием по любому из пп. 21-29, при этом изделие с покрытием  
40 имеет коэффициент пропускания видимого света от около 20 до 70% и отношение пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG) по меньшей мере 1,15.

31. Изделие с покрытием по любому из пп. 21-30, при этом изделие с покрытием имеет коэффициент отражения видимого света со стороны пленки не более 5%.

32. Изделие с покрытием по любому из пп. 21-31, в котором стеклянная подложка  
45 представляет собой подложку из бесцветного стекла.

33. Изделие с покрытием по любому из пп. 21-32, при этом изделие с покрытием представляет собой монолитное окно.

34. Изделие с покрытием, включающее в себя покрытие, поддерживаемое стеклянной подложкой, причем покрытие содержит:

первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке;  
 первый отражающий инфракрасное (ИК) излучение слой, содержащий ИТО, на  
 стеклянной подложке, при этом первый диэлектрический слой, содержащий нитрид  
 кремния, расположен между по меньшей мере стеклянной подложкой и первым  
 5 отражающим ИК-излучение слоем, содержащим ИТО;

второй диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке  
 поверх по меньшей мере первого отражающего ИК-излучение слоя, содержащего ИТО;

второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, на стеклянной  
 подложке поверх по меньшей мере первого и второго диэлектрических слоев,  
 10 содержащих нитрид кремния, так что второй диэлектрический слой, содержащий нитрид  
 кремния, расположен между по меньшей мере первым отражающим ИК-излучение  
 слоем, содержащим ИТО, и вторым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим  
 нитрид титана;

третий диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке  
 15 поверх по меньшей мере второго отражающего ИК-излучение слоя, содержащего  
 нитрид титана;

при этом покрытие не содержит отражающего ИК-излучение слоя на основе серебра,  
 а содержит только два отражающих ИК-излучение слоя;

при этом покрытие имеет нормальный коэффициент излучения ( $E_n$ ) не более 0,30;

20 при этом первый отражающий ИК-излучение слой, содержащий ИТО, имеет толщину  
 250-450 Å, а второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, имеет  
 толщину 130-300 Å; и

при этом изделие с покрытием имеет коэффициент пропускания видимого света от  
 около 15 до 80% при измерении в монолите.

25 35. Изделие с покрытием, включающее в себя покрытие, поддерживаемое стеклянной  
 подложкой, причем покрытие содержит:

первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке;

первый отражающий инфракрасное (ИК) излучение слой, содержащий ИТО, на  
 стеклянной подложке, при этом первый диэлектрический слой, содержащий нитрид  
 30 кремния, расположен между по меньшей мере стеклянной подложкой и первым  
 отражающим ИК-излучение слоем, содержащим ИТО;

второй диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке  
 поверх по меньшей мере первого отражающего ИК-излучение слоя, содержащего ИТО;

второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, на стеклянной  
 35 подложке поверх по меньшей мере первого и второго диэлектрических слоев,  
 содержащих нитрид кремния, так что второй диэлектрический слой, содержащий нитрид  
 кремния, расположен между по меньшей мере первым отражающим ИК-излучение  
 слоем, содержащим ИТО, и вторым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим  
 нитрид титана;

40 третий диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке  
 поверх по меньшей мере второго отражающего ИК-излучение слоя, содержащего  
 нитрид титана;

при этом покрытие не содержит отражающего ИК-излучение слоя на основе серебра,  
 а содержит только два отражающих ИК-излучение слоя;

45 при этом первый отражающий ИК-излучение слой, содержащий ИТО, имеет толщину  
 250-450 Å, а второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, имеет  
 толщину 130-300 Å; и

при этом изделие с покрытием имеет коэффициент пропускания видимого света от

около 15 до 80% и отношение пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG) по меньшей мере 1,15 при измерении в монолите.

36. Изделие с покрытием, включающее в себя покрытие, поддерживаемое стеклянной подложкой, причем покрытие содержит:

5 первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке; первый отражающий инфракрасное (ИК) излучение слой, содержащий ИТО, на стеклянной подложке, при этом первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, расположен между по меньшей мере стеклянной подложкой и первым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим ИТО;

10 второй диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере первого отражающего ИК-излучение слоя, содержащего ИТО; второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере первого и второго диэлектрических слоев, содержащих нитрид кремния, так что второй диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, расположен между по меньшей мере первым отражающим ИК-излучение  
15 слоем, содержащим ИТО, и вторым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим нитрид титана;

третий диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере второго отражающего ИК-излучение слоя, содержащего  
20 нитрид титана;

при этом покрытие не содержит отражающего ИК-излучение слоя на основе серебра, а содержит только два отражающих ИК-излучение слоя;

при этом первый отражающий ИК-излучение слой, содержащий ИТО, имеет толщину 250-450 Å, а второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, имеет  
25 толщину 130-300 Å; и

при этом изделие с покрытием при измерении в монолите имеет: коэффициент пропускания видимого света от около 15 до 80%, коэффициент отражения видимого света со стороны пленки не более 10%, коэффициент отражения видимого света со стороны стекла не более чем около 30%, значение  $a^*$  при отражении со стороны стекла  
30 от -10,0 до +1,6 и отношение пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG) по меньшей мере 1,10.

37. Изделие с покрытием по п. 36, в котором второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, содержит  $TiN_x$ , где  $x$  составляет от 0,8 до 1,2.

38. Изделие с покрытием по п. 36 или 37, в котором второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, содержит  $TiN_x$ , где  $x$  составляет от 0,9 до 1,1.

39. Изделие с покрытием по любому из пп. 36-38, в котором второй отражающий ИК-излучение слой содержит 0-8% кислорода (атомный %).

40. Изделие с покрытием по любому из пп. 36-39, в котором второй отражающий ИК-излучение слой содержит 0-5% кислорода (атомный %).

41. Изделие с покрытием по любому из пп. 36-40, в котором первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, непосредственно контактирует со стеклянной подложкой и первым отражающим ИК-излучение слоем.

42. Изделие с покрытием по п. 41, в котором первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, дополнительно содержит кислород.

43. Изделие с покрытием по любому из пп. 36-42, в котором второй отражающий ИК-излучение слой состоит по существу из нитрида титана.

44. Изделие с покрытием по любому из пп. 36-43, в котором покрытие дополнительно



содержит внешний слой, содержащий оксид циркония.

45. Изделие с покрытием по любому из пп. 36-44, при этом изделие с покрытием имеет коэффициент пропускания видимого света от около 20 до 70% и отношение пропускания света к теплопритоку от солнечного излучения (LSG) по меньшей мере 1,15.

46. Изделие с покрытием по любому из пп. 36-45, при этом изделие с покрытием имеет коэффициент отражения видимого света со стороны пленки не более 5%.

47. Изделие с покрытием по любому из пп. 36-46, в котором стеклянная подложка представляет собой подложку из бесцветного стекла.

48. Изделие с покрытием по любому из пп. 36-47, при этом изделие с покрытием представляет собой монолитное окно.

49. Изделие с покрытием, включающее в себя покрытие, поддерживаемое стеклянной подложкой, причем покрытие содержит:

первый отражающий инфракрасное (ИК) излучение слой, содержащий ИТО, поддерживаемый стеклянной подложкой;

диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере первого отражающего ИК-излучение слоя, содержащего ИТО;

второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере диэлектрического слоя, содержащего нитрид кремния, так что диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, расположен между по меньшей мере первым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим ИТО, и вторым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим нитрид титана;

другой диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере второго отражающего ИК-излучение слоя, содержащего нитрид титана;

при этом покрытие не содержит отражающего ИК-излучение слоя на основе серебра, а содержит только два отражающих ИК-излучение слоя;

при этом покрытие имеет нормальный коэффициент излучения ( $E_n$ ) не более 0,30;

и при этом первый отражающий ИК-излучение слой, содержащий ИТО, имеет толщину 250-450 Å, а второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, имеет толщину 130-300 Å.

50. Изделие с покрытием, включающее в себя покрытие, поддерживаемое стеклянной подложкой, причем покрытие содержит:

первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке;

первый отражающий инфракрасное (ИК) излучение слой, содержащий ИТО, на стеклянной подложке, при этом первый диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, расположен между по меньшей мере стеклянной подложкой и первым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим ИТО;

второй диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере первого отражающего ИК-излучение слоя, содержащего ИТО;

второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере первого и второго диэлектрических слоев, содержащих нитрид кремния, так что второй диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, расположен между по меньшей мере первым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим ИТО, и вторым отражающим ИК-излучение слоем, содержащим нитрид титана;

третий диэлектрический слой, содержащий нитрид кремния, на стеклянной подложке поверх по меньшей мере второго отражающего ИК-излучение слоя, содержащего

нитрид титана;

при этом покрытие не содержит отражающего ИК-излучение слоя на основе серебра, а содержит только два отражающих ИК-излучение слоя;

при этом первый отражающий ИК-излучение слой, содержащий ИТО, имеет толщину 250-450 Å, а второй отражающий ИК-излучение слой, содержащий нитрид титана, имеет толщину 130-300 Å; и

при этом изделие с покрытием имеет коэффициент пропускания видимого света от около 15 до 80% при измерении в монолите.

10

15

20

25

30

35

40

45

Фиг. 1

