РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2 739 909**(13) **C2**

(51) МПК
C03C 17/34 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
C03C 17/3411 (2020.02); C03C 17/3435 (2020.02); C03C 17/3441 (2020.02); C03C 17/366 (2020.02)

(21)(22) Заявка: **2017107176, 29.11.2011**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.11.2011

Дата регистрации:
29.12.2020

Приоритет(ы):
(30) Конвенционный приоритет:
06.12.2010 US 12/926,714
Номер и дата приоритета первоначальной заявки, из которой данная заявка выделена:
2013131005 06.12.2010

(43) Дата публикации заявки: **21.01.2019** Бюл. № 3

(45) Опубликовано: **29.12.2020** Бюл. № 1

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Большая Спасская, 25, строение 3, ООО "Юридическая фирма Городисский и Партнеры"

(72) Автор(ы):
ЛЕММЕР Жан-Марк (US),
МЕРФИ Нестор П. (US),
МАКЛИН Дэвид Д. (US),
БЛЭКЕР Ричард (US)

(73) Патентообладатель(и):
ГАРДИАН ГЛАСС, ЭлЭлСи (US)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2127231 C1, 10.03.1999. RU 2179537 C2, 20.02.2002. GB 2031756 A, 30.04.1980. US 6818309 B1, 16.11.2004. WO 2009149889 A1, 17.12.2009.**

(54) ПОКРЫТОЕ ИЗДЕЛИЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к изделиям, включающим противоконденсатные и/или энергосберегающие покрытия. Техническим результатом является снижение образования конденсата на поверхности изделия из стекла. Предложено покрытое изделие, содержащее стеклянную пластину, несущую покрытие, непосредственно или косвенно осажденное на ее первой основной поверхности. Причем покрытие включает в порядке, следуя от стеклянной пластины, по меньшей мере, следующие слои: первый диэлектрический слой, содержащий кремний, кислород и азот, имеющий показатель преломления 1,5-2,1, слой, содержащий ITO, имеющий толщину 75-175 нм, и второй диэлектрический слой, содержащий кремний и кислород, имеющий показатель преломления 1,5-2,1. При этом стеклянная пластина подвергнута термической обработке с размещенным на ней множеством слоев. Покрытие является внешним покрытием, выполненным с возможностью быть обращенным к внешней атмосфере. Пластина с множеством слоев на первой основной поверхности первой стеклянной пластины имеет коэффициент полусферического излучения, меньший или равный около 0,20, и поверхностное сопротивление, меньшее или равное около 20 Ом/квадрат после указанной термической обработки. 2 з.п. ф-лы, 8 ил.

RU 2739909 C2

RU 2739909 C2

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 739 909**(13) **C2**

(51) Int. Cl.
C03C 17/34 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC
C03C 17/3411 (2020.02); C03C 17/3435 (2020.02); C03C 17/3441 (2020.02); C03C 17/366 (2020.02)

(21)(22) Application: **2017107176, 29.11.2011**

(24) Effective date for property rights:
29.11.2011

Registration date:
29.12.2020

Priority:
(30) Convention priority:
06.12.2010 US 12/926,714
Number and date of priority of the initial application, from which the given application is allocated:
2013131005 06.12.2010

(43) Application published: **21.01.2019** Bull. № **3**

(45) Date of publication: **29.12.2020** Bull. № **1**

Mail address:
129090, Moskva, ul. Bolshaya Spasskaya, 25, stroenie 3, OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):
LEMMER Zhan-Mark (US),
MERFI Nestor P. (US),
MAKLIN Devid D. (US),
BLEKER Richard (US)

(73) Proprietor(s):
GARDIAN GLASS, ElElSi (US)

RU 2739909 C2

RU 2739909 C2

(54) COATED ARTICLE

(57) Abstract:

FIELD: glass industry.

SUBSTANCE: invention relates to articles including anti-condensate and/or energy-saving coatings. Disclosed is a coated article comprising a glass plate, a bearing coating directly or indirectly deposited on its first major surface. At that, the coating includes, in the order, following from the glass plate, at least the following layers: first dielectric layer, containing silicon, oxygen and nitrogen, having a refraction index of 1.5–2.1, a layer containing ITO having thickness of 75–175 nm, and a second dielectric layer containing silicon and oxygen, having a refraction index of 1.5–2.1. At that, glass plate is subjected to thermal treatment with multiple layers arranged on it. Coating is an outer coating configured to be facing the outer atmosphere. Plate with multiple layers on first main surface of first glass plate has a hemispherical radiation coefficient, less or equal to about 0.20, and surface resistance, less or equal to about 20 Ohm/square after said heat treatment.

EFFECT: technical result is reduced formation of condensate on surface of article made from glass.

3 cl, 8 dwg

[0001] Настоящая заявка является частичным продолжением (CIP) Патентных заявок США №№12/923082, поданной 31 августа 2010 года, и 12/662894, последняя из которых является частичным продолжением (CIP) заявки 12/659196, поданной 26 февраля 2010 года, содержание каждой из которых тем самым включено в данное описание путем ссылки.

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

[0002] Определенные примерные варианты осуществления настоящего изобретения относятся к изделиям, включающим противоконденсатные и/или энергосберегающие (low-E) покрытия, и/или к способам их изготовления. Более конкретно, определенные примерные варианты осуществления настоящего изобретения относятся к изделиям, включающим противоконденсатные и/или энергосберегающие покрытия, которые открыты во внешнюю окружающую среду, и/или к способам их изготовления. В определенных примерных вариантах исполнения противоконденсатные и/или энергосберегающие покрытия могут сохранять работоспособность в условиях внешней окружающей среды, а также могут иметь низкий коэффициент полусферического излучения таким образом, что поверхность стекла с большей вероятностью удерживает тепло из внутренней области, тем самым сокращая (и иногда полностью устраняя) присутствие конденсата на ней. Изделия в определенных примерных вариантах исполнения могут представлять собой, например, застекленные крыши, окна или ветровые стекла транспортных средств, изолирующие стеклопакеты (IG), вакуумные изолирующие стеклопакеты (VIG), дверцы холодильников/морозильников и/или тому подобные.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ И СУЩНОСТЬ ПРИМЕРНЫХ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0003] Как известно, на застекленных крышах, дверцах холодильников/морозильников, окнах транспортных средств и прочих стеклянных изделиях конденсируется влага. Накопление конденсата на застекленных крышах ухудшает эстетическую привлекательность освещения. Подобным образом, накопление конденсата на дверцах холодильников/морозильников в супермаркетах или тому подобных иногда делает затруднительным для покупателей быстрое и простое определение продуктов, которые они разыскивают. А образование конденсата на автомобилях часто создает раздражающее неудобство по утрам, когда водитель зачастую должен счищать иней или лед, и/или приводить в действие стеклообогреватель транспортного средства, и/или дворники ветрового стекла, чтобы обеспечить безопасность вождения. Влага и туман на ветровом стекле часто создают подобное неудобство, хотя они также могут составлять потенциально более серьезные угрозы безопасности, когда водитель проезжает по холмистой местности, когда происходит внезапное понижение температуры и т.д.

[0004] В течение многих лет были разработаны разнообразные противоконденсатные продукты, чтобы разрешить эти и/или другие проблемы в самых разных вариантах применения. Например, смотри Патенты США №№6818309; 6606833; 6144017; 6052965; 4910088, полное содержание каждого из которых тем самым включено в данное описание путем ссылки. Как было упомянуто выше, в определенных подходах используют активные нагревательные элементы, чтобы сократить образование конденсата, например, как в стеклообогревателях транспортных средств, принудительно нагреваемых дверцах холодильников/морозильников и т.д. К сожалению, эти технические решения с активным вмешательством отнимают рабочее время для обслуживания транспортного средства и тем самым разрешают проблему, только когда она уже

возникла. В случае с дверцами холодильников/морозильников такие активные решения могут быть дорогостоящими и/или энергетически неэффективными.

[0005] Были предприняты некоторые попытки наносить тонкопленочное противоконденсатное покрытие на стекло. Эти попытки главным образом предусматривают пиролитическое осаждение покрытия из легированного фтором оксида олова (FTO) толщиной 4000-6000 ангстрем (400-600 нм) на наружную поверхность (например, поверхность 1) стекла, например, такого как застекленная крыша. Хотя способы пиролитического осаждения известны как формирующие «твердые покрытия», к сожалению, FTO довольно легко царапается, изменяет цвет с течением времени и страдает другими недостатками.

[0006] Таким образом, будет понятно, что в технологии существует потребность в изделиях, включающих улучшенные тонкопленочные противоконденсатные и/или энергосберегающие покрытия, и/или в способах их изготовления.

[0007] Один аспект определенных примерных вариантов исполнения относится к противоконденсатным и/или энергосберегающим покрытиям, которые пригодны для того, чтобы быть открытыми во внешнюю окружающую среду, и/или к способам их изготовления. Внешняя окружающая среда в определенных примерных ситуациях может находиться снаружи и/или внутри транспортного средства или строения (как противоположная, например, более защищенной зоне между смежными подложками).

[0008] Еще один аспект определенных примерных вариантов исполнения относится к противоконденсатным и/или энергосберегающим покрытиям, которые имеют низкое поверхностное сопротивление слоя и низкий коэффициент полусферического излучения таким образом, что поверхность стекла с большей вероятностью удерживает тепло из внутренней зоны, тем самым сокращая (и иногда полностью устраняя) присутствие конденсата на ней.

[0009] Еще один дополнительный аспект определенных примерных вариантов исполнения относится к покрытым изделиям, имеющим противоконденсатное и/или энергосберегающее покрытие, сформированное на наружной поверхности, и одно или более энергосберегающих покрытий, сформированных на одной или более соответствующих внутренних поверхностях изделия. В определенных примерных вариантах исполнения противоконденсатное покрытие может быть подвергнуто термической закалке (например, при температуре по меньшей мере 580 градусов Цельсия в течение по меньшей мере около 2 минут, более предпочтительно по меньшей мере около 5 минут) или отжигу (например, при более низкой температуре, чем требуется для закалки).

[0010] Изделия в определенных примерных вариантах исполнения могут представлять собой, например, застекленные крыши, окна или ветровые стекла транспортных средств, изолирующие стеклопакеты (IG), вакуумные изолирующие стеклопакеты (VIG), дверцы холодильников/морозильников и/или тому подобное.

[0011] Определенные примерные варианты осуществления настоящего изобретения относятся к застекленной крыше, включающей: первую и вторую по существу параллельные, отстоящие на расстоянии друг от друга стеклянные пластины; множество распорок, размещенных для содействия поддержанию первой и второй пластин по существу в параллельном взаимном расположении с разнесением на расстояние друг от друга; краевое уплотнение, совместно герметизирующее первую и вторую пластины; и противоконденсатное покрытие, созданное на наружной поверхности первой пластины, обращенной к окружающей среде, внешней относительно застекленной крыши, причем противоконденсатное покрытие включает следующие слои, считая от

первой пластины: слой, включающий нитрид кремния и/или оксинитрид кремния, слой, включающий прозрачный проводящий оксид (TCO), слой, включающий нитрид кремния, и слой, включающий по меньшей мере один из оксида циркония, нитрида циркония, оксида алюминия и нитрида алюминия, причем противоконденсатное покрытие имеет коэффициент полусферического излучения менее 0,23, и поверхностное сопротивление слоя менее 30 Ом/квадрат. В определенных примерных вариантах осуществления настоящего изобретения TCO может состоять из ITO (оксида индия-олова) или включать его или ему подобный.

[0012] Определенные примерные варианты осуществления настоящего изобретения относятся к застекленной крыше. Создают первую и вторую по существу параллельные, отстоящие на расстоянии друг от друга стеклянные пластины. Размещают множество распорок для содействия поддержанию первой и второй пластин по существу в параллельном взаимном расположении с разнесением на расстояние друг от друга. Краевое уплотнение содействует совместной герметизации первой и второй пластин. Создают противоконденсатное покрытие на наружной поверхности первой пластины, обращенной к окружающей среде, внешней относительно застекленной крыши. Противоконденсатное покрытие включает следующие тонкопленочные слои, осажденные в следующем порядке, считая от первой пластины: кремнийсодержащий барьерный слой, первый кремнийсодержащий контактный слой, слой, включающий прозрачный проводящий оксид (TCO), второй кремнийсодержащий контактный слой, и слой оксида циркония. Противоконденсатное покрытие имеет коэффициент полусферического излучения менее 0,23 и поверхностное сопротивление слоя менее 30 Ом/квадрат.

[0013] Определенные примерные варианты осуществления настоящего изобретения относятся к покрытому изделию, включающему: покрытие, поддерживаемое пластиной, причем покрытие представляет собой противоконденсатное покрытие, включающее следующие слои, считая от первой пластины: слой, включающий нитрид кремния и/или оксинитрид кремния, слой, включающий прозрачный проводящий оксид (TCO), слой, включающий нитрид кремния, и слой, включающий по меньшей мере один или более из оксида циркония, нитрида циркония, оксида алюминия и нитрида алюминия, причем противоконденсатное покрытие размещают на наружной поверхности пластины таким образом, что противоконденсатное покрытие открыто во внешнюю окружающую среду, и противоконденсатное покрытие имеет коэффициент полусферического излучения менее 0,23 и поверхностное сопротивление слоя менее 30 Ом/квадрат.

[0014] Определенные примерные варианты осуществления настоящего изобретения относятся к покрытому изделию, включающему покрытие, поддерживаемое пластиной. Покрытие представляет собой противоконденсатное покрытие, включающее следующие тонкопленочные слои, осажденные в следующем порядке, считая от первой пластины: кремнийсодержащий барьерный слой, первый кремнийсодержащий контактный слой, слой, включающий прозрачный проводящий оксид (TCO), второй кремнийсодержащий контактный слой, и слой оксида циркония. Противоконденсатное покрытие размещают на наружной поверхности пластины таким образом, что противоконденсатное покрытие обращено к внешней окружающей среде. Противоконденсатное покрытие имеет коэффициент полусферического излучения менее 0,23 и поверхностное сопротивление слоя менее 30 Ом/квадрат.

[0015] Согласно определенным примерным вариантам исполнения, внешняя окружающая среда находится внутри строения или транспортного средства. Согласно определенным примерным вариантам исполнения, внешняя окружающая среда

представляет собой наружную окружающую среду. Согласно определенным примерным вариантам исполнения, энергосберегающее покрытие создают на пластине, противоположной противоконденсатному покрытию.

[0016] В определенных примерных вариантах исполнения покрытое изделие может быть встроено в застекленную крышу, окно, изолирующий стеклопакет (IG), вакуумный изолирующий стеклопакет (VIG), дверцу холодильника/морозильника, и/или окно или ветровое стекло транспортного средства. Противоконденсатное покрытие может быть создано, например, на первой поверхности и/или четвертой поверхности IG- или VIG-стеклопакетов.

[0017] В определенных примерных вариантах исполнения представлен способ изготовления изолирующего стеклопакета (IGU). Создают первую стеклянную пластину. На первой основной поверхности первой стеклянной пластины, непосредственно или косвенно, размещают множество слоев, причем множество слоев включает в порядке, считая от первой стеклянной пластины: первый слой, включающий оксинитрид кремния, имеющий показатель преломления 1,5-2,1, слой, включающий ITO, имеющий показатель преломления 1,7-2,1, и второй слой, включающий оксинитрид кремния, имеющий показатель преломления 1,5-2,1. Первую стеклянную пластину с размещенным на ней множеством слоев подвергают термической обработке. Размещают вторую стеклянную пластину по существу в параллельном взаимном расположении, находящуюся на расстоянии от первой стеклянной пластины таким образом, что первая основная поверхность первой стеклянной пластины обращена в сторону, противоположную второй стеклянной пластине. Первую и вторую стеклянные пластины герметизируют в соединении друг с другом.

[0018] Согласно определенным примерным вариантам исполнения, первый и второй слой, включающий оксинитрид кремния, имеют показатели преломления 1,7-1,8, и/или слой, включающий ITO, имеет показатель преломления 1,8-1,93.

[0019] Согласно определенным примерным вариантам исполнения, указанная термическая обработка включает лазерный отжиг, воздействие NIR-SWIR излучения (в длинноволновой-коротковолновой инфракрасной области спектра) и/или нагревание в печи.

[0020] В определенных примерных вариантах исполнения представлен способ изготовления изолирующего стеклопакета (IGU). Создают первую стеклянную пластину. На первой основной поверхности первой стеклянной пластины, непосредственно или косвенно, размещают множество слоев, причем множество слоев включают в порядке, считая от первой стеклянной пластины: первый слой, включающий оксинитрид кремния, слой, включающий ITO, и второй слой, включающий оксинитрид кремния. Первую стеклянную пластину с размещенным на ней множеством слоев подвергают термической обработке. Размещают вторую стеклянную пластину по существу в параллельном взаимном расположении, находящуюся на расстоянии от первой стеклянной пластины таким образом, что первая основная поверхность первой стеклянной пластины обращена в сторону, противоположную второй стеклянной пластине. После указанной термической обработки первая пластина с множеством слоев на первой основной поверхности первой стеклянной пластины имеет коэффициент полусферического излучения, меньший или равный примерно 0,20, и поверхностное сопротивление слоя, меньшее или равное около 20 Ом/квадрат.

[0021] В определенных примерных вариантах исполнения представлен изолирующий стеклопакет (IGU). IGU включает первую стеклянную пластину. На первую основную поверхность первой стеклянной пластины методом вакуумного напыления осаждают,

непосредственно или косвенно, множество слоев, причем множество слоев включают в порядке, считая от первой стеклянной пластины: первый слой, включающий оксинитрид кремния, имеющий показатель преломления 1,5-2,1, слой, включающий ITO, имеющий показатель преломления 1,7-2,1, и второй слой, включающий оксинитрид кремния, имеющий показатель преломления 1,5-2,1. Размещают вторую стеклянную пластину по существу в параллельном взаимном расположении, находящуюся на расстоянии от первой стеклянной пластины, в собранном состоянии с первой основной поверхностью первой стеклянной пластины, обращенной в сторону, противоположную второй стеклянной пластине. Краевое уплотнение скрепляет и герметизирует первую и вторую стеклянные пластины друг с другом. Первую стеклянную пластину с размещенным на ней множеством слоев подвергают термической обработке. После указанной термической обработки первая пластина с множеством слоев на первой основной поверхности первой стеклянной пластины имеет коэффициент полусферического излучения, меньший или равный примерно 0,20, и поверхностное сопротивление слоя, меньшее или равное около 20 Ом/квадрат.

[0022] Описываемые здесь признаки, аспекты, преимущества и примерные варианты исполнения могут быть скомбинированы для реализации прочих дополнительных вариантов исполнения.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0023] Эти и другие признаки и преимущества могут быть лучше и полнее поняты с обращением к нижеследующему подробному описанию примерных иллюстративных вариантов исполнения в сочетании с чертежами, на которых:

[0024] Фиг.1 представляет покрытое изделие, включающее противоконденсатное покрытие, в соответствии с одним примерным вариантом исполнения;

[0025] Фиг.2 представляет изолирующий стеклопакет, включающий противоконденсатное покрытие (например, по любому варианту осуществления настоящего изобретения, такому как вариант исполнения согласно фиг.1 и/или фиг.6), размещенное на самой наружной поверхности, обращенной к внешней атмосфере, в соответствии с одним примерным вариантом исполнения;

[0026] Фиг.3 представляет изолирующий стеклопакет, включающий противоконденсатное покрытие (например, по любому варианту осуществления настоящего изобретения, такому как вариант исполнения согласно фиг.1 и/или фиг.6), размещенное на самой внутренней поверхности, обращенной к внутренней окружающей среде, в соответствии с одним примерным вариантом исполнения;

[0027] Фиг.4 представляет изолирующий стеклопакет, включающий противоконденсатное покрытие (например, по любому варианту осуществления настоящего изобретения, такому как вариант исполнения согласно фиг.1 и/или фиг.6), размещенное на самой наружной и самой внутренней поверхностях изолирующего стеклопакета, в соответствии с одним примерным вариантом исполнения;

[0028] Фиг.5 представляет график, иллюстрирующий эффективность действия примерного варианта исполнения данного противоконденсатного изделия, и стеклянной пластины без покрытия, при изменении температуры, влажности и точки росы на протяжении 18-часового периода времени;

[0029] Фиг.6 представляет покрытое изделие, включающее противоконденсатное покрытие, в соответствии с одним примерным вариантом осуществления настоящего изобретения;

[0030] Фиг.7 представляет покрытое изделие, включающее противоконденсатное покрытие, в соответствии с одним примерным вариантом исполнения; и

[0031] Фиг.8 схематически представляет вид системы, включающей инфракрасный (IR) нагреватель, в соответствии с определенными примерными вариантами исполнения.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ПРИМЕРНЫХ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0032] Обратимся теперь более конкретно к сопроводительным чертежам, в которых сходные номера позиций обозначают подобные детали в нескольких видах.

[0033] Определенные примерные варианты осуществления настоящего изобретения относятся к тонкопленочным противоконденсатным покрытиям, которые открыты в окружающую среду. В определенных примерных вариантах исполнения такие покрытия имеют низкий коэффициент полусферического излучения, что содействует тому, что поверхность стекла удерживает тепло, поступающее с внутренней стороны. Например, в застекленной крыше и/или в других примерных вариантах применения для окон в строениях, поверхность стекла удерживает большее количество тепла изнутри строения. В примерных вариантах применения для транспортных средств ветровое стекло удерживает больше тепла изнутри транспортного средства. Это способствует сокращению (и иногда даже предотвращению) начального образования конденсата. Как было упомянуто выше, такие противоконденсатные покрытия могут быть созданы на поверхности (или многочисленных поверхностях), обращенных к окружающей среде в определенных примерных ситуациях. Как таковые, противоконденсатные покрытия в определенных примерных вариантах исполнения могут быть настолько прочными, чтобы быть способными выдерживать такие условия.

[0034] Фиг.1 представляет покрытое изделие, включающее противоконденсатное покрытие в соответствии с одним примерным вариантом исполнения. Примерный вариант исполнения согласно фиг.1 включает стеклянную пластину 1, несущую многослойное тонкопленочное противоконденсатное покрытие 3. Противоконденсатное покрытие 3 имеет низкий коэффициент полусферического излучения. В определенных примерных вариантах исполнения коэффициент полусферического излучения составляет менее 0,25, более предпочтительно менее 0,23, еще более предпочтительно менее 0,2, и иногда даже менее 1,0-1,5. Это достигается созданием тонкого, прозрачного, проводящего оксидного слоя 5 (TCO) таким образом, что обеспечивается преимущественно низкое поверхностное сопротивление слоя. В примере согласно фиг.1 слой 5 TCO составлен оксидом индия-олова (ITO). Поверхностное сопротивление слоя на уровне 10-30 Ом/квадрат, как правило, будет достаточным для достижения желательных значений коэффициента полусферического излучения. Описываемые здесь определенные примерные варианты исполнения обеспечивают поверхностное сопротивление слоя 13-27 Ом/квадрат, причем в приведенном ниже примере достигнуто значение поверхностного сопротивления слоя 17 Ом/квадрат. В определенных примерных ситуациях можно выбрать TCO 5 таким образом, что поверхностное сопротивление слоя падает до уровня не более 5 Ом/квадрат, хотя такого низкого значения не требуется во всех вариантах осуществления настоящего изобретения. фиг.6 иллюстрирует покрытое изделие, включающее подобные слои, за исключением того, что в варианте исполнения согласно фиг.6 слои 11 и 13 не присутствуют. В варианте исполнения согласно фиг.6 слой 9b, содержащий оксинитрид кремния, может представлять собой как кремнийсодержащий барьерный слой, так и нижний контактный слой, и сделан состоящим из комбинации слоев 9b и 11 в варианте исполнения согласно фиг.1. В вариантах исполнения согласно фиг.1 и фиг.6 верхний покровный слой 7 может состоять из оксида циркония, оксида алюминия, нитрида алюминия и/или оксинитрида алюминия, или включать их в примерных вариантах осуществления настоящего

изобретения. В определенных примерных вариантах исполнения слои 9a, 9b и 11, состоящие из нитрида кремния и/или оксинитрида кремния или включающие их, могут быть легированы алюминием (например, от около 0,5 до 5% Al), как это известно в технологии, чтобы мишень была проводящей во время вакуумного напыления слоя.

[0035] Со ссылкой на фиг.1 и 6 слой 5 TCO защищают от воздействия окружающей среды слоем 7 из оксида циркония. Между слоем 5 TCO и пластиной 1 может быть предусмотрен кремнийсодержащий барьерный слой 11, также чтобы содействовать защите слоя 5 TCO, например, от миграции натрия. В примере согласно фиг.1 кремнийсодержащий барьерный слой 11 представляет собой нитрид кремния, и барьерный слой 11 из нитрида кремния создан смежным со слоем 13 из оксида титана. Барьерный слой 11 из нитрида кремния и слой 13 из оксида титана содействуют оптическим характеристикам всего изделия. Будет понятно, что многослойная пакетная система со значениями «низкое/высокое/низкое» может быть использована для улучшения оптических характеристик конечного продукта в определенных примерных ситуациях. В определенных примерных вариантах исполнения барьерный слой 11 из нитрида кремния может быть окислен, например, так, чтобы слой был из оксинитрида кремния. Другими словами, в определенных примерных вариантах исполнения слой 11 может состоять, например, из оксинитрида кремния или включать его. В определенных примерных вариантах исполнения барьерный слой, включающий нитрид кремния (например, Si_3N_4 или с другими подходящими стехиометрическими соотношениями), может заменять кремнийсодержащий барьерный слой 11 и слой 13 из оксида титана в примере согласно фиг.1.

[0036] Дополнительные кремнийсодержащие слои 9a и 9b могут быть размещены сэндвичеобразно со слоем 5 TCO. Как показано в примере согласно фиг.1, верхний кремнийсодержащий слой 9a представляет собой слой из нитрида кремния, тогда как нижний кремнийсодержащий слой 9b представляет собой слой из оксинитрида кремния. Будет понятно, что в различных вариантах осуществления настоящего изобретения может быть использована любая подходящая комбинация кремния с кислородом и/или азотом.

[0037] Нижеследующая таблица представляет примерные физические толщины и диапазоны толщин для примерного варианта исполнения согласно фиг.1.

	Примерный диапазон толщин (нм)	Примерная толщина (нм)
ZrOx (7)	2-15	7
Sinx (9a)	10-50	30
ito (5)	75-175	130
sioxny (9b)	10-50	35
Tiox (13)	2-10	3,5
sinx (11)	10-20	13

[0038] Толщины слоев 9b, 5, 9a и 7 в варианте исполнения согласно фиг.6 подобны этим, и вышеприведенная таблица также применима к этим слоям. Однако в варианте исполнения согласно фиг.6 слой 9b на основе нитрида кремния и/или оксинитрида кремния может быть более толстым, например, от около 10-200 нм толщины, более предпочтительно от около 10-100 нм толщины. Как указано выше, вместо ITO, или в дополнение к нему, могут быть использованы прочие TCO. Например, определенные примерные варианты исполнения могут предусматривать сэндвичеобразный пакет ITO/Ag/ITO. Определенные примерные варианты исполнения могут включать оксид цинка, легированный алюминием оксид цинка (AZO), оксид алюминия с проводимостью p-типа, легированный или нелегированный Ag, FTO и/или тому подобные. Когда Ag

вводят в многослойную пакетную систему в качестве TCO, слои, включающие Ni и/или Cr, могут быть размещены непосредственно смежными (контактирующими) с Ag. В определенных примерных вариантах исполнения каждый слой в многослойной пакетной системе может быть получен вакуумным осаждением. В определенных примерных вариантах исполнения один или более слоев могут быть осаждены с использованием различных способов. Например, когда вводят легированный фтором оксид олова (FTO) в качестве слоя 5 TCO, он может быть выполнен пиролитическим осаждением (например, с использованием способа сжигания прекурсоров в открытой атмосфере или химическим осаждением из паровой фазы (CVD)).

[0039] В определенных примерных вариантах исполнения непосредственно над оксидом циркония и в контакте с ним может быть создан слой из алмазоподобного углерода (DLC). В определенных примерных ситуациях это может содействовать созданию более устойчивого к внешним воздействиям покрытия с гидрофильной природой. Гидрофильные покрытия, как правило, имеют краевой угол смачивания, меньший или равный 10 градусам. Полученный вакуумным напылением оксид циркония склонен иметь краевой угол смачивания менее чем около 20 градусов. Однако формирование DLC поверх оксида циркония содействует его смачиваемости и создает более твердый слой. Будучи подвергнутым закалке, например, многослойный пакет «оксид циркония/DLC» достигает величины краевого угла смачивания, меньшего или равного около 15 градусам. Таким образом, может быть получено устойчивое к внешним воздействиям покрытие с гидрофильной природой. Следует отметить, что этот слой может быть создан на стадиях, на которых формируют слой из нитрида циркония с последующим слоем из DLC, который, при закалке, будет образовывать слой из оксида циркония с последующим слоем из DLC. Например, смотри патентный документ Заявителя с № 12/320664, который описывает пригодное для термической обработки покрытое изделие, включающее DLC и/или цирконий в его покрытии. Полное содержание этой заявки тем самым включено в данное описание посредством ссылки.

[0040] В дополнение или в качестве альтернативы, в определенных примерных вариантах исполнения поверх оксида циркония может быть создано тонкое гидрофильное и/или фотокаталитическое покрытие. Такой слой может включать анатаз TiO_2, BiO, BiZr, BiSn, SnO и/или любой другой подходящий материал. Такой слой также может содействовать смачиваемости, и/или придавать изделию свойства самоочистки.

[0041] В определенных примерных вариантах исполнения защитный слой 7 из оксида циркония может быть заменен оксидом алюминия и/или оксинитридом алюминия. В дополнение, в определенных примерных вариантах исполнения слой 7 может быть первоначально осажден в многослойной форме таким образом, чтобы включать первый слой, состоящий из нитрида циркония или включающий его, непосредственно на слой 9a, содержащий нитрид кремния, и второй слой, состоящий из алмазоподобного углерода (DLC) или включающий его. Затем, когда желательна термическая обработка (например, термическая закалка, выполняемая при температуре(-ах) по меньшей мере около 580 градусов Цельсия), покрытое изделие подвергают термической обработке, и вышележащий DLC-содержащий слой выгорает во время термической обработки, и содержащий нитрид циркония слой преобразуется в оксид циркония, тем самым приводя к термически обработанному покрытому изделию, имеющему термически обработанный многослойный пакет, где слой 7 состоит из оксида циркония или включает его (например, смотри фиг.1 и 6).

[0042] Хотя это не показано в примерах согласно фиг.1 или фиг.6, на стеклянной пластине, противоположно противоконденсатному покрытию 3, может быть создано

энергосберегающее покрытие на основе серебра. Например, энергосберегающее покрытие на основе серебра может представлять собой любое из энергосберегающих покрытий, описанных в Заявках с серийными №№12/385234; 12/385802; 12/461792; 12/591611; и 12/654594, полное содержание которых тем самым включено в данное описание посредством ссылки. Конечно, в связи с различными вариантами осуществления настоящего изобретения также могут быть использованы другие энергосберегающие покрытия, имеющиеся в продаже на рынке от заявителя настоящего изобретения, и/или прочие энергосберегающие покрытия. Когда покрытое изделие подвергают закалке, оно может быть пропущено через закалочную печь «лицом вниз». Другими словами, когда покрытое изделие подвергают закалке, противоконденсатное покрытие может быть обращено к роликам рольганга.

[0043] В определенных примерных вариантах исполнения коэффициент пропускания видимого света может быть высоким, когда нанесено противоконденсатное покрытие. Например, в определенных примерных вариантах исполнения коэффициент пропускания видимого света предпочтительно будет составлять по меньшей мере около 50%, более предпочтительно по меньшей мере около 60%, еще более предпочтительно по меньшей мере около 65%. В определенных примерных вариантах исполнения коэффициент пропускания видимого света может составлять 70%, 80%, или даже выше.

[0044] Покрытое изделие, показанное на фиг.1 или фиг.6, может быть вмонтировано в изолирующий стеклопакет (IG). Например, фиг.2 представляет изолирующий стеклопакет, включающий противоконденсатное покрытие, размещенное на самой наружной поверхности, обращенной к внешней атмосфере, в соответствии с одним примерным вариантом исполнения. Изолирующий стеклопакет (IG) в примере согласно фиг.2 включает первую и вторую по существу параллельные стеклянные пластины 1 и 21, расположенные на расстоянии друг от друга. Эти пластины определяют промежуток, или зазор, 22 между ними. Первая и вторая пластины 1 и 21 загерметизированы с использованием краевого уплотнения 23, и многочисленные стойки 25 помогают сохранять дистанцию между первой и второй пластинами 1 и 21. Первая пластина 1 несет на себе противоконденсатное покрытие 3. Как будет понятно из примерного варианта исполнения согласно фиг.2, противоконденсатное покрытие 3 открыто во внешнюю окружающую среду. Это является отклонением от общепринятой практики, где энергосберегающие покрытия, как правило, защищены от внешней окружающей среды. Конфигурация согласно фиг.2 становится возможной благодаря прочности противоконденсатного покрытия 3.

[0045] Хотя это не показано на фиг.2, подобно описанному выше, энергосберегающее покрытие (например, энергосберегающее покрытие на основе серебра) может быть создано на внутренней поверхности одной из первой и второй пластин 1 и 21. Другими словами, хотя это не показано на фиг.2, энергосберегающее покрытие может быть создано на поверхности 2 или поверхности 3 изолирующего стеклопакета (IG), показанного на фиг.2.

[0046] Когда примерный вариант исполнения согласно фиг.2 представлен в связи с вариантом применения в застекленной крыше, например, наружная пластина 1 может быть подвергнута закалке, и внутренняя пластина 21 может быть ламинирована, например, в целях безопасности. Это может быть справедливо для других продуктов ряда изолирующих стеклопакетов (IG), а также в зависимости от желательного применения. В дополнение, будет понятно, что конструкция изолирующего стеклопакета (IG), показанная в примере согласно фиг.2, может быть использована в связи с вариантами применения в общих вертикальных и общих горизонтальных ориентациях.

Другими словами, конструкция изолирующего стеклопакета (IG), показанная в примере согласно фиг.2, может быть использована в дверцах холодильников/морозильников, которые являются либо в основном вертикальными, либо в основном горизонтальными.

[0047] В определенных примерных вариантах исполнения промежуток, или зазор, 22 между первой и второй пластинами 1 и 21 может быть вакуумирован и/или заполнен инертным газом (например, таким как аргон), и краевое уплотнение 23 может обеспечивать герметизацию, например, при формировании вакуумного изолирующего стеклопакета (VIG).

[0048] Фиг.2 показывает изолирующий стеклопакет (IG), имеющий две стеклянные пластины. Однако описываемые здесь примерные противоконденсатные покрытия могут быть использованы в связи с изделиями, которые содержат первую, вторую и третью по существу параллельные и расположенные на расстоянии друг от друга стеклянные пластины (также иногда называемые «стеклопакетами с тройным остеклением»). Противоконденсатное покрытие может быть размещено на поверхности 1 (самой наружной поверхности, открытой в окружающую среду), и энергосберегающее покрытие может быть размещено на одной или более внутренних поверхностях (иных поверхностях, нежели поверхность 1 и поверхность 6). Например, в различных вариантах осуществления настоящего изобретения противоконденсатное покрытие может быть размещено на поверхности 1, и энергосберегающие покрытия могут быть размещены на поверхностях 2 и 5, 3 и 5 и т.д. Такие изделия с тройным остеклением в различных вариантах осуществления настоящего изобретения могут представлять собой изолирующие стеклопакеты (IG), содержащие три стекла или пластины, тройные вакуумные изолирующие стеклопакеты (VIG), содержащие три стекла или пластины, и т.д.

[0049] Как было указано выше, определенные примерные варианты исполнения могут быть использованы в связи с ветровыми стеклами, окнами, зеркалами и/или тому подобными в транспортных средствах. Коэффициент полусферического излучения наружных стеклянных поверхностей транспортного средства обычно составляет более чем около 0,84. Однако при уменьшении коэффициента полусферического излучения до вышеуказанных (и/или других) диапазонов поверхность стекла может удерживать больше тепла, поступающего изнутри транспортного средства. Это, в свою очередь, может иметь результатом сокращение или устранение образования конденсата на поверхности стекла, когда движущееся транспортное средство переходит из зоны более холодного в область более теплого климата (например, в холмистой местности), сокращение или устранение возникновения конденсата и/или инея на стекле при парковке и оставлении на ночь и т.д. Противоконденсатное покрытие при применении в транспортных средствах может быть создано на стороне стекла, которая является наружной относительно кабины транспортного средства.

[0050] Верхнее покрытие из оксида циркония является предпочтительным для вариантов применения на стеклах транспортных средств, так как оно имеет сравнительно низкий коэффициент трения. Более конкретно, этот низкий коэффициент трения облегчает перемещение стекла вверх и вниз.

[0051] Определенные примерные варианты исполнения могут быть использованы в связи с любым подходящим транспортным средством, включающим, например, автомобили; грузовики; поезда; лодки, корабли и другие суда; самолеты; трактора и другое производственное оборудование и т.д. В вариантах применения для зеркал транспортных средств оптические характеристики покрытия могут быть отрегулированы так, чтобы не возникало «двойное отражение».

[0052] Авторы настоящего изобретения также представляли себе, что противоконденсатное покрытие в определенных примерных вариантах исполнения может быть использовано для содействия тому, чтобы соответствовать так называемому «0,30/0,30-стандарту». Короче говоря, 0,30/0,30-стандарт имеет отношение к U-значению (показатель сопротивляемости конвекции через окно), меньшему или равному 0,30, и коэффициенту теплопритока от солнечной радиации (SHGC), меньшему или равному 0,30. По современному законодательству в США предоставлялась бы инвестиционная налоговая скидка компаниям, производящим окна, застекленные крыши, двери и т.д., которые удовлетворяют этим критериям.

[0053] Фиг.3 представляет изолирующий стеклопакет, включающий противоконденсатное покрытие (например, смотри покрытие согласно фиг.1 и/или фиг.6), размещенное на самой внутренней поверхности, обращенной во внутреннюю окружающую среду, в соответствии с одним примерным вариантом исполнения. Примерный вариант исполнения согласно фиг.3 подобен примерному варианту исполнения согласно фиг.2, за исключением того, что примерный вариант исполнения согласно фиг.3 имеет противоконденсатное покрытие 3, размещенное на поверхности 4, которая является наружной поверхностью внутренней стеклянной пластины 1, которая обращена, скорее, внутрь помещения, нежели во внешнюю окружающую среду.

[0054] В определенных примерных вариантах исполнения внутренняя пластина 1 может быть подвергнута отжигу (скорее, нежели закалке). Противоконденсатное покрытие может оставаться таким же или по существу таким же, как среди примерных вариантов исполнения согласно фиг.2 и фиг.3, хотя модификации, описанные выше в связи с фиг.1, 2 и/или 6, также могут быть осуществлены в связи с вариантом исполнения, подобным фиг.3. Одно изменение, которое могло бы быть сделано, представляет собой увеличение толщины ITO для достижения желательного значения U-характеристики. В таких случаях, где ITO является более толстым, толщины других слоев также могут быть скорректированы таким образом, чтобы достигались желательные оптические свойства. Для достижения желательных оптических свойств также могут быть добавлены дополнительные слои. Прочие конструкционные элементы остаются такими же, как среди фиг.2 и 3, и для них могут быть сделаны подобные модификации.

[0055] Когда противоконденсатное покрытие 3 размещают на поверхности 4, как показано на фиг.3, U-значение может быть определено равным 0,29. Когда на поверхности 2 изолирующего стеклопакета (IG) создают дополнительное энергосберегающее покрытие, было найдено, что U-значение снижалось до 0,23. Определенные примерные варианты исполнения также могут предусматривать величину SHGC, меньшую или равную 0,30, тем самым содействуя удовлетворению 0,30/0,30-стандарта.

[0056] В изделиях с низкими U-значениями (например, в изолирующих стеклопакетах IG или VIG с противоконденсатным покрытием на поверхности 4, двух- и трехслойных VIG и т.д.) конденсация может составить проблему, например, когда стекло не нагревается вследствие покрытий с низким коэффициентом излучения. Одно решение этой проблемы представлено на фиг.4, которая показывает изолирующий стеклопакет, включающий противоконденсатные покрытия, размещенные на самой наружной и самой внутренней поверхностях изолирующего стеклопакета, в соответствии с одним примерным вариантом исполнения. В примере согласно фиг.4 представлены первая и вторая пластины 1a и 1b. Первое и второе противоконденсатные покрытия 3a и 3b размещены на поверхностях 1 и 4, соответственно. В определенных примерных вариантах исполнения дополнительные энергосберегающие покрытия также могут

быть предусмотрены на одной или обеих внутренних поверхностях (поверхностях 2 и/или 3). Этим путем можно создать продукт, который проявляет снижение U-значения и имеет противоконденсатные характеристики.

[0057] Фиг.5 представляет график, иллюстрирующий эффективность действия примерного варианта исполнения данного противоконденсатного продукта, и непокрытой стеклянной пластины, по ходу изменения температуры, влажности и точки росы на протяжении 18-часового периода времени. Каждое из изображений на фиг.5 имеет напечатанную на нем «заштрихованную крест-накрест» картинку, чтобы помочь продемонстрировать присутствие или отсутствие конденсации. Как можно видеть из фиг.5, конденсации практически не возникает на тех образцах, которые были получены в соответствии с одним примерным вариантом исполнения. Напротив, сравнительный пример, который включает пиролитически осажденный FTO, проявляет некоторую конденсацию, возникающую в первом периоде наблюдения, и уровень конденсации резко возрастает на протяжении второго и третьего периодов наблюдения, и слегка снижается в четвертом периоде наблюдения. Действительно, «заштрихованная крест-накрест» картинка является значительно более расплывчатой во втором периоде наблюдения, и едва видимой во время третьего. Образец непокрытого стекла показывает значительную конденсацию во время всех периодов наблюдения. «Заштрихованная крест-накрест» картинка во втором и третьем периодах наблюдения не может быть видимой. Пример согласно фиг.5 тем самым демонстрирует, что описываемые здесь примерные варианты исполнения обеспечивают превосходную эффективность действия, когда сравниваются с данным сравнительным примером и непокрытым стеклом.

[0058] Фиг.7 представляет покрытое изделие, включающее противоконденсатное покрытие в соответствии с одним примерным вариантом исполнения. Многослойный пакет в примере согласно фиг.7 подобен ранее описанным примерным многослойным пакетам, в котором он включает слой 5 TCO, сэндвичеобразно размещенный между первым и вторым кремнийсодержащими слоями 9a и 9b. В примерном варианте исполнения согласно фиг.7 первый и второй кремнийсодержащие слои 9a и 9b включают оксинитрид кремния. Первый и второй слои 9a и 9b, содержащие оксинитрид кремния, сэндвичеобразно заключают в себе слой 5 TCO, включающий ITO. Примерные толщины и показатели преломления каждого из слоев приведены в таблице, которые являются следующими:

	Примерный диапазон толщин (нм)	Примерная толщина (нм)	Примерный диапазон показателей преломления	Предпочтительный диапазон показателей преломления	Примерный показатель преломления
sioxnx	30-100	60	1,5-2,1	1,7-1,8	1,75
ITO	95-160	105	1,7-2,1	1,8-1,93	1,88
sioxny	30-100	65	1,5-2,1	1,7-1,8	1,75
Стекло	Не имеет отношения	Не имеет отношения	Не имеет отношения	Не имеет отношения	Не имеет отношения

[0059] В различных вариантах осуществления настоящего изобретения возможны другие варианты этого многослойного пакета. Такие варианты могут включать, например, применение частично и полностью окисленных и/или нитридных слоев для первого и/или второго кремнийсодержащих слоев, добавление защитного верхнего покрытия, включающего ZrOx, добавление одного или более слоев для согласования показателя (например, включающих TiOx) между стеклянной пластиной и вторым кремнийсодержащим слоем и т.д. Например, определенные примерные варианты исполнения могут предусматривать модифицированный относительно фиг.7 примерный многослойный пакет таким образом, чтобы заменить верхний слой, включающий

SiOxNy, слоем из SiN, добавить слой, включающий ZrOx (например, для потенциального повышения прочности), или не только заменить верхний слой, включающий SiOxNy, слоем из SiN, но и вместе с тем добавить слой, включающий ZrOx, и т.д. Таким образом, будет понятно, что перечисленные здесь возможные модификации могут быть проведены в любой комбинации или субкомбинации.

[0060] Модификации также могут быть сделаны для соответствия так называемой характеристике «R5-окно» (U-значение по всему стеклу <0,225) с низким коэффициентом излучения (например, < 0,20). Для соответствия таким стандартам может быть увеличена толщина слоя TCO. Ниже в таблице приведены проектные повышения толщины ITO и измеренные характеристики. Будет понятно, что кремнийсодержащие слои также могут быть скорректированы для сохранения приемлемых оптических свойств, и/или что могут быть добавлены диэлектрические слои, такие как слои, содержащие оксид титана. Следует отметить, что стеклянные пластины предполагаются быть прозрачными стеклянными пластинами с толщиной 3 мм, что на поверхности 2 создано энергосберегающее покрытие, и что в вариантах исполнения изолирующих стеклопакетов (IGU) предусмотрен зазор шириной ½ дюйма (12,7 мм), заполненный смесью приблизительно из 90% Ar и 10% воздуха.

	Монолитное стекло		Изолирующий стеклопакет				
Коэффициент излучения	Коэффициент пропускания в видимой области спектра	Коэффициент отражения в видимой области спектра	Коэффициент пропускания в видимой области спектра	Коэффициент отражения в видимой области спектра, с внутренней стороны	U-значение, центр стекла (COG)	Толщина слоя оксида индия-олова (ITO)	Процентов улучшения U-значения
0,84 (Без покрытия)	Не имеет отношения	Не имеет отношения	69,3	12,6	0,247	0	Не имеет отношения
0,20	87,5	8,5	67,4	12,4	0,205	130	17,0%
0,15	86,2	8,5	66,4	12,4	0,200	195	19,0%
0,10	85,0	8,5	65,5	12,4	0,194	260	21,5%
0,05	80,0	8,5	61,6	12,0	0,188	520	23,9%

[0061] Примерный вариант исполнения согласно фиг.7 преимущественно является очень прочным, например, после термической обработки, даже если он не включает верхнего покровного слоя, содержащего ZrOx или тому подобного. Поэтому он был найден пригодным для применения в качестве так называемого покрытия поверхности 4. Как известно, четвертая поверхность изолирующего стеклопакета (IGU), например, представляет собой поверхность, самую отдаленную от солнца (и тем самым обычно обращенную внутрь помещения). Таким образом, примерный многослойный пакет согласно фиг.7, в особенности, хорошо пригоден для использования в сборной конструкции, которая подобна показанной на фиг.3. Также будет понятно, что примерный вариант исполнения согласно фиг.7 пригоден для применения в связи с другими вариантами остекления, где он образует самую внутреннюю поверхность, обращенную внутрь помещения (например, на поверхности 6 тройного IGU и т.д.).

[0062] Как было упомянуто выше, примерный многослойный пакет согласно фиг.7 в определенных примерных вариантах исполнения может быть подвергнут термической обработке. Такая термическая обработка может быть выполнена с использованием инфракрасного (IR, ИК) нагревателя, камерной или иной печи, способом лазерного отжига и т.д. Ниже приведены дополнительные подробности примерной термической обработки. Две нижеследующие таблицы включают технические характеристики для монолитного многослойного пакета согласно фиг.7 после IR-термической обработки и после термической обработки в конвейерной печи (например, при температуре 650 градусов Цельсия), соответственно.

Технические характеристики монолитного отожженного стекла (после IR-обработки)

Толщина стекла (мм)	2,8 мм
T	88,49
a* Коэффициент пропускания	-0,56
b* Коэффициент пропускания	0,22
L* Коэффициент пропускания	95,36
Rg	9,11
a* Сторона стекла	-0,4
b* Сторона стекла	-1,13
L* Сторона стекла	36,20
Rf	9,10
a* Сторона пленки	-0,72
b* Сторона пленки	-1,13
L* Сторона пленки	36,17
Индекс цветопередачи при пропускании(CRI)	97,91
T-Мутность	0,12
Шероховатость поверхности	1,8
Поверхностное сопротивление слоя	17-19
Коэффициент полусферического излучения	0,20 или 0,21

Технические характеристики монолитного закаленного стекла (в конвейерной печи при температуре 650°C)

T	88,10
ΔE (от отжига до закалки)	0,37
a* Коэффициент пропускания	-0,60
b* Коэффициент пропускания	0,54
L* Коэффициент пропускания	95,20
Rg	9,08
ΔE (от отжига до закалки)	1,04
a* Сторона стекла	-0,26
b* Сторона стекла	-2,16
L* Сторона стекла	36,14
Rf	9,06
ΔE (от отжига до закалки)	1,16
a* Сторона пленки	-0,69
b* Сторона пленки	-2,28
L* Сторона пленки	36,10
Индекс цветопередачи при пропускании (CRI)	97,91
T-Мутность	0,12
Шероховатость поверхности	1,8
Поверхностное сопротивление слоя(с использованием прибора NAGY)	17-19
Коэффициент полусферического излучения	0,19 или 0,20

[0063] Как показано выше, примерный вариант исполнения согласно фиг.7 может быть подвергнут термической обработке с использованием, например, инфракрасного (IR) нагревателя, камерной или иной печи, способом лазерного отжига и т.д. Стадия термической обработки после осаждения может быть предпочтительной, чтобы содействовать рекристаллизации слоя ITO и способствовать достижению желательных коэффициентов излучения и оптических характеристик (например, включающих описанные выше). В одном примерном способе стекло может быть нагрето до

температуры приблизительно 400 градусов Цельсия, чтобы способствовать достижению этих целей. В определенных примерных вариантах исполнения температура стекла не будет превышать 470 градусов Цельсия, чтобы способствовать снижению вероятности изменений постоянных (или по меньшей мере не временных) напряжений, создаваемых в стекле.

[0064] В определенных примерных вариантах исполнения, в связи с процессом лазерного отжига, может быть использована матрица лазерных диодов. Было найдено, что матрица лазерных диодов с приведенными ниже параметрами преимущественно способствует снижению поверхностного сопротивления слоя до величины около 20 Ом/квадрат (например, от величины около 65 Ом/квадрат в состоянии сразу после осаждения), содействует достижению по существу однородного внешнего вида покрытия, и помогает в достижении вышеперечисленных характеристических величин:

- Мощность лазера – 1 кВт
- Длина волны излучения - 975 нм
- Скорость сканирования – 75 мм/сек
- Размер пятна – номинально 12,5 мм × 2 мм

[0065] В определенных примерных вариантах исполнения для термической обработки также может быть использована печь, имеющая многочисленные зоны. Температура зоны, скорость транспортирования, градиент температуры (например, «верх/низ»), аспирация, регулирование нагревательных элементов (например, вдоль печи), настройки охлаждающего воздуха (например, давление и градиент потока), и/или прочие факторы могут быть отрегулированы, чтобы способствовать достижению желательных характеристик производительности. В определенных примерных вариантах исполнения для выполнения термической обработки может быть использована печь с десятью зонами. Частичная подгруппа зон может способствовать процессу рекристаллизации ITO, тогда как другие зоны могут обеспечивать медленное охлаждение пластины перед ее выходом из печи. В одном примере, где используют печь с десятью зонами, зоны 1-3 были показаны активными в процессе рекристаллизации ITO, нагревании покрытия до температуры почти 400 градусов Цельсия, тогда как остальная часть печи способствовала медленному охлаждению стекла перед его выходом в секции воздушного охлаждения. Будет понятно, что в определенных примерных ситуациях было бы желательно поддерживать низкую выходную температуру, чтобы способствовать сокращению вероятности растрескивания. Действительно, стекло очень чувствительно к термическому растрескиванию в пределах температурного диапазона, включающего процесс повторного отжига, в особенности, при температурах свыше 200 градусов Цельсия.

[0066] Дополнительные параметры, влияющие на термическое растрескивание, включают разность температур по толщине стекла, а также перепад вдоль его поверхности. Было найдено, что последний оказывает сильное влияние на термическое растрескивание в отношении покрытых пластин. Температуры верхней и нижней поверхностей непокрытого стекла, выходящего из печи, были почти идентичными, и абсолютное большинство чистого стекла выдерживает процесс отжига после установления первоначального профиля параметров (скорость подачи, температура зоны, охлаждающий воздух, без градиента). Однако верхняя поверхность покрытого изделия на выходе из печи была измерена более чем на 250 градусов Фаренгейта (121°C) выше. Это обусловлено тем, что теплота теряется быстрее при переносе на ролики путем теплопроводности, чем излучательным переносом с покрытой верхней поверхности.

[0067] Однако с выявлением и пониманием этого перепада, и подстройкой нагревания и охлаждения можно сократить эту разность и, в свою очередь, содействовать снижению вероятности растрескивания. Примерные профильные параметры печи для стекла с толщиной 3,2 мм и 2,3 мм приведены ниже в таблицах, соответственно.

Профиль печи для стекла 3,2 мм

		Зона									
Печь	Температура (°F)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Верх	Установленное значение	771,1°C	771,1°C	771,1°C	0	0	0	0	0	0	0
	Фактическое значение	772,2°C	783,3°C	783,9°C	502,8°C	396,2°C	367,2°C	296,1°C	288,3°C	307,2°C	305°C
Низ	Установленное значение	771,1°C	771,1°C	771,1°C	0	371,1°C	371,1°C	371,1°C	371,1°C	371,1°C	371,1°C
	Фактическое значение	760°C	781,1°C	777,2°C	440,6°C	415,6°C	395°C	387,8°C	233,9°C	365,6°C	373,9°C

[0068] В связи с этим примерным профилем нагревания были использованы следующие параметры:

- Скорость подачи: 60 фут/мин (18,3 м/мин)
- Аспирация: 0
- Выравнивание (зоны 1-3): 5-10 (50%) – центр, все другие 100%
- Первичное охлаждение: установленное значение = 0, и заслонка закрыта
- Охлаждение среднего уровня: 1” H2O, установленное значение = 0, и заслонка открыта
- Конечный охладитель: 1” H2O, установленное значение = 0, и заслонка открыта

Профиль печи для стекла 2,3 мм

		Зона									
Печь	Температура (°F)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Верх	Установленное значение	771,1°C	771,1°C	771,1°C	0	0	0	0	0	0	0
	Фактическое значение	772,2°C	783,3°C	783,9°C	502,8°C	377,8°C	339,4°C	284,4°C	273,3°C	283,3°C	298,9°C
Низ	Установленное значение	771,1°C	771,1°C	771,1°C	0	315,6°C	315,6°C	315,6°C	315,6°C	315,6°C	315,6°C
	Фактическое значение	782,2°C	781,1°C	777,2°C	440,6°C	340°C	320,6°C	322,2°C	196,7°C	316,7°C	316,1°C

[0069] В связи с этим примерным профилем нагревания были использованы следующие параметры:

- Скорость подачи: 70 фут/мин (21,3 м/мин)
- Аспирация: 0
- Выравнивание (зоны 1-3): 5-10 (50%) – центр, все другие 100%
- Первичное охлаждение: 1” H2O, только верх, установленное значение = 0, и заслонка открыта
- Охлаждение среднего уровня: установленное значение = 0, и заслонка закрыта
- Конечный охладитель: 1” H2O, установленное значение = 0, и заслонка открыта

[0070] В качестве еще одного дополнительного варианта, в определенных примерных вариантах исполнения для термической обработки может быть использовано инфракрасное (IR) излучение с регулируемой длиной волны. Примерные способы изложены в Патентной Публикации США с №12/923082, поданной 31 августа 2010 года, полное содержание которой тем самым включено в данное описание путем ссылки. Слой TCO может быть предпочтительно и селективно подвергнут термической обработке с использованием, например, специально настроенного излучения в ближней

инфракрасной области спектра - коротковолнового инфракрасного излучения (NIR-SWIR). В определенных примерных вариантах исполнения селективное нагревание покрытия может быть получено с использованием IR-излучателей с максимальными выходными мощностями и спектральными длинами волн, где ITO проявляет значительное поглощение, но где пластина (например, стекло) имеет пониженное или минимальное поглощение. В определенных примерных вариантах исполнения предпочтительно будет нагреваться покрытие, тем самым с улучшением его свойств, тогда как в то же время температуры нижележащей пластины будут сохраняться низкими.

[0071] Предпочтительным нагреванием покрытия с использованием описываемых здесь способов высокоинтенсивного инфракрасного (IR) излучения с регулируемой длиной волны термическая обработка слоя ITO возможна при более низких температурах пластины и/или в течение более коротких продолжительностей нагревания, чем потребовалось бы при использовании традиционных путей. Предпочтительное нагревание достигается применением длин волн инфракрасного (IR) диапазона, которые гораздо сильнее поглощаются покрытием, нежели пластиной. Высокоинтенсивное инфракрасное (IR) излучение может быть подведено, например, с помощью кварцевых ламп или лазерных излучателей.

[0072] В случае лазерных излучателей преимущества имеют матрицы лазерных диодов, например, благодаря их более низкой стоимости в эксплуатации по сравнению с другими общеупотребительными типами лазеров (и доступности выходного излучения в области около 800-1050 нм (например, 940 нм), хорошо согласующегося со спектральными характеристиками покрытия). Однако в различных вариантах исполнения могут быть также применены эксимерные, CO_2-, YAG (твердотельные неодимовые), кварцевые и прочие типы лазеров и/или ламп. Например, следует отметить, что длина волны 810 нм является обычной для некоторых диодных лазеров (и в общем может быть использована, например, в связи с покрытиями энергосберегающего (low-E) типа), и что длина волны 1032 нм является обычной для некоторых YAG-лазеров. Кроме того, в дополнение, в определенных примерных вариантах исполнения могут быть применены другие лазеры (например, CO_2- и прочие лазеры) для очень быстрого нагревания стекла и тем самым косвенного нагревания покрытия. В определенных примерных вариантах исполнения электромагнитное излучение может быть сфокусировано в прямоугольный пучок с очень высоким аспектным отношением, покрывающим ширину стекла. Стекло может перемещаться на конвейере по направлению, перпендикулярному длинной оси прямоугольника. В определенных примерных вариантах исполнения может быть использован способ «шаг и повтор», например, чтобы облучать более мелкие секции в регулируемом режиме таким образом, что, в конечном итоге, подвергается облучению вся пластина. В дополнение, могут быть использованы другие размеры и/или формы, включающие, например, по существу квадратные формы, круглые формы и т.д.

[0073] В общем и целом, было найдено, что предпочтительны более высокие плотности мощности, поскольку они позволяют сократить продолжительности нагревания и создать более высокие градиенты температур от покрытия через объем пластины. При более коротких продолжительностях нагревания меньшее количество теплоты передается от покрытия через стекло путем теплопроводности, и может поддерживаться более низкая температура.

[0074] Фиг.8 схематически представляет вид системы, включающей инфракрасный (IR) нагреватель, в соответствии с определенными примерными вариантами исполнения.

Примерная система согласно фиг.8 включает устройство 102 для нанесения методом физического осаждения из паровой фазы покрытия из одного или более тонкопленочных слоев на пластине, например, вакуумным напылением. Ниже по потоку относительно устройства 102 для нанесения покрытия расположен инфракрасный (IR) нагреватель 104. В определенных примерных вариантах исполнения для осаждения ITO на стеклянную пластину может быть использовано устройство для вакуумного напыления при комнатной температуре. Конвейерная система 106 перемещает пластину через устройство 102 для нанесения покрытия, где осаждается слой или многослойный пакет, и к инфракрасному (IR) нагревателю 104. В свою очередь, инфракрасный (IR) нагреватель 104 настроен на фокусирование NIR-SWIR-излучения на пластине с покрытием на ней. Длину волны IR-излучения выбирают так, чтобы предпочтительно нагревать покрытие или конкретный слой в покрытии, например, сравнительно с пластиной и/или любыми другими слоями в многослойном покрытии.

[0075] Хотя определенные примерные варианты исполнения были описаны как включающие IR-нагреватель ниже по потоку относительно устройства для нанесения покрытия, будет понятно, что в иных примерных вариантах исполнения устройство для нанесения покрытия может быть размещено внутри вакуумной камеры устройства для нанесения покрытия. В дополнение, в определенных примерных вариантах исполнения термическая IR-обработка может быть выполнена в любое время после того, как был осажден подвергаемый термической обработке или активации слой. Например, в определенных примерных вариантах исполнения термическая IR-обработка может быть выполнена непосредственно после осаждения слоя ITO, тогда как в определенных примерных вариантах исполнения термическая IR-обработка может быть проведена, только когда были осаждены все слои в многослойном пакете. В определенных примерных вариантах исполнения могут быть выполнены многократные термические IR-обработки в различные моменты времени в ходе процесса осаждения.

[0076] В определенных примерных вариантах исполнения может быть использована коротковолновая инфракрасная (SWIR) печь, включающая кварцевые лампы. Для нагревания покрытия может быть применено пиковое IR-излучение с длиной волны 1,15 мкм. Эта длина волны была определена анализом спектральных характеристик покрытия и стеклянной пластины, хотя, разумеется, возможны другие длины волн. Действительно, был определен примерный диапазон 0,8-2,5 мкм длин волн для нагревания. Более предпочтительно, диапазон IR-излучения составляет 1-2 мкм. Например, также могут быть использованы способы, описанные в Патентной Заявке США с №12/923082, для установления оптимальных или предпочтительных диапазонов IR-излучения для термической обработки других покрытий (например, других TCO, металлических и т.д. покрытий) на стекле.

[0077] Плотность мощности SWIR-печи составляет 10,56 кВт/фут^2 (113,5 кВт/м^2) (выходная мощность лампы составляет 80 Вт/дюйм (31,5 Вт/см)) с монтажом на расстояниях 1 дюйма (25,4 мм) по центру). Продолжительности нагревания могут варьировать от 12-130 секунд, например, с 12-секундными интервалами. Нагревательные элементы могут быть размещены на расстоянии около 4 дюймов (101,6 мм) от поверхности стекла, хотя в различных примерных вариантах осуществления настоящего изобретения нагревательные элементы могут быть приподняты или опущены.

[0078] Точным подбором целевых длин волн инфракрасного (IR) излучения, которые поглощаются покрытием, можно создавать большой термический градиент между покрытием и объемом пластины. Поскольку количество теплоты в покрытии является очень малым по сравнению со стеклом, стекло по существу действует в качестве

механизма охлаждения. Повышение температуры в объеме стекла главным образом приписывается непосредственному теплопереносу в результате, скорее, поглощения IR-излучения, нежели путем теплопроводности от покрытия.

[0079] Было найдено, что конечная кристалличность пленки достигается только через 48-60 секунд нагревания, хотя, конечно, возможны более короткие или длительные периоды времени.

[0080] Начальный уровень окисления ITO на использованных здесь образцах был оптимизирован для низкого поверхностного сопротивления слоя после закалки (которая обусловливает дополнительное окисление ITO). Вероятно, что для термической обработки ITO с использованием NIR-излучения существует оптимальный уровень. Когда начальный уровень окисления ITO оптимизирован для NIR-нагревания, должно быть возможным значительное снижение требуемой степени нагревания. Теоретически это время должно быть сокращено до 48-60 секунд, необходимых для рекристаллизации с использованием такого процесса нагревания. Дополнительное сокращение продолжительности нагревания может быть достигнуто путем оптимизации соотношений плотности мощности в зависимости от продолжительности нагревания.

[0081] Описанный здесь способ IR-нагревания главным образом предпочтительно нагревает ITO в покрытии так, что стеклянная пластина остается ниже ее температуры стеклования, которая для флоат-стекла составляет около 480 градусов Цельсия. Стеклянная пластина предпочтительно остается при температуре ниже 450 градусов Цельсия, и более предпочтительно ниже 425 градусов Цельсия. В определенных примерных вариантах исполнения, где максимальное излучение с длиной волны 1,15 мкм воздействует в течение 108 секунд, поверхностное сопротивление слоя примерного покрытия составляет примерно одну треть от значения сразу после осаждения, и коэффициент излучения и поглощения соответственно падает до около половины их значений, имеющих место после осаждения. Между тем, температура пластины достигает максимума только около 400 градусов Цельсия, которая является гораздо более низкой, чем ее температура стеклования.

[0082] Ближняя инфракрасная область спектра (NIR) включает инфракрасное (IR) излучение, имеющее длину волны 0,75-1,4 мкм, и область коротковолнового инфракрасного излучения (SWIR) в основном включает IR-излучение, имеющее длину волны 1,4-3 мкм. Определенные примерные варианты исполнения, как правило, могут действовать в пределах этих диапазонов длин волн. Температура пластины предпочтительно не превышает 480 градусов Цельсия, более предпочтительно 450 градусов Цельсия, еще более предпочтительно 425 градусов Цельсия, и иногда 400 градусов Цельсия в результате такого NIR-SWIR-нагревания.

[0083] Хотя определенные примерные варианты исполнения были описаны здесь как относящиеся к противоконденсатным покрытиям, описанные здесь покрытия могут быть использованы в связи с другими вариантами применения. Например, описанные здесь примерные покрытия могут быть применены в связи с холодильником/морозильником, и/или другими вариантами применения в торговле, застекленными крышами и т.д.

[0084] В определенных примерных вариантах исполнения, после термической обработки или активации с помощью описанных здесь способов, покрытое изделие может быть направлено изготовителю или в другие места, например, для дальнейшей переработки, например, такой как резка, придание размеров, введение в дополнительные изделия (например, в изолирующий стеклопакет, застекленную крышу, транспортное средство, на остекление и т.д.). Предпочтительно, растрескивание или катастрофические

повреждения термически обработанного покрытого изделия не будут результатом изменений в стекле, обусловленных процессом термической обработки.

[0085] «Периферические» и «краевые» уплотнения здесь не означают, что уплотнения находятся исключительно на периметре или кромке изделия, но, вместо этого, означает, что уплотнение, по меньшей мере частично, расположено на краю по меньшей мере одной пластины изделия или вблизи него (например, в пределах около двух дюймов (50,8 мм). Подобным образом, «кромка», как используемая здесь, не ограничивается абсолютным краем стеклянной пластины, но также может включать участок на самом краю пластины(-ин) или вблизи него (например, в пределах около двух дюймов (50,8 мм).

[0086] Как используемые здесь, термины «на», «поддерживаемый чем-то» и тому подобные, не должны толковаться как означающие, что два элемента являются непосредственно сопряженными друг с другом, если определенно не оговорено иное. Другими словами, первый слой может быть назван как находящийся «на» втором слое или «поддерживаемый» им, даже если между ними размещены один или более слоев.

[0087] Будет понятно, что определенные примерные варианты исполнения могут включать одно или более дополнительных энергосберегающих покрытий на поверхности одной или более стеклянных пластин, обращенных в воздушный зазор между ними (например, поверхности 2 и/или 3 в IGU; поверхности 2, 3, 4 и/или 5 в трехслойном IGU и т.д.). Энергосберегающее покрытие на поверхности 4, размещенное, например, на чистом стекле, может способствовать улучшению общего U-значения окна, например, в результате отражения инфракрасного теплового излучения обратно внутрь помещения. В определенных примерных вариантах исполнения стекло может представлять собой непокрытое флоат-стекло с толщиной от 2,3 до 6 мм в определенных примерных вариантах исполнения. В таких вариантах исполнения коэффициент полусферического излучения может быть сокращен до 0,3, и поверхностное сопротивление слоя до 30 Ом/квадрат. Предпочтительно, коэффициент излучения может быть уменьшен до 0,23-0,30, и поверхностное сопротивление слоя до 30 Ом/квадрат, и иногда коэффициент излучения может быть сокращен до значения, меньшего или равного около 0,2, и поверхностное сопротивление слоя до величины, меньшей или равной 20 Ом/квадрат.

[0088] В то время как изобретение было описано в связи с тем, что в данный момент рассматривается как наиболее практичный и предпочтительный вариант исполнения, должно быть понятно, что изобретение не должно ограничиваться раскрытым вариантом осуществления, но, напротив, предполагается охватывающим разнообразные модификации и эквивалентные конструкции, входящие в пределы смысла и области пунктов прилагаемой патентной формулы.

(57) Формула изобретения

1. Покрытое изделие, содержащее:

стеклянную пластину, несущую покрытие, непосредственно или косвенно осажденное на ее первой основной поверхности, причем покрытие включает в порядке, следуя от стеклянной пластины, по меньшей мере, следующие слои:

первый диэлектрический слой, содержащий кремний, кислород и азот, имеющий показатель преломления 1,5-2,1,

слой, содержащий ITO, имеющий толщину 75-175 нм, и

второй диэлектрический слой, содержащий кремний и кислород, имеющий показатель преломления 1,5-2,1,

причем стеклянная пластина подвергнута термической обработке с размещенным

на ней множеством слоев,

покрытие является внешним покрытием, выполненным с возможностью быть обращенным к внешней атмосфере, и

пластина с множеством слоев на первой основной поверхности первой стеклянной пластины имеет коэффициент полусферического излучения, меньший или равный около 0,20, и поверхностное сопротивление, меньшее или равное около 20 Ом/квадрат после указанной термической обработки.

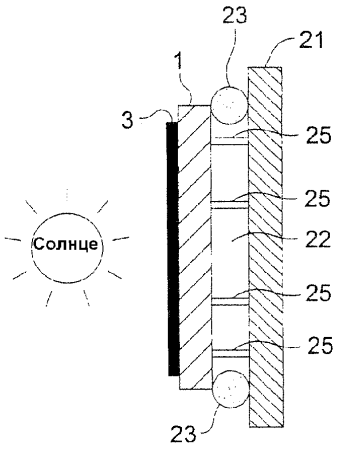
2. Покрытое изделие по п.1, в котором слой, содержащий ITO, расположен между первым и вторым диэлектрическими слоями и в непосредственном контакте с каждым из первого и второго диэлектрических слоев.

3. Покрытое изделие по п.1, в котором второй диэлектрический слой является самым внешним слоем покрытия на стеклянной пластине.

1

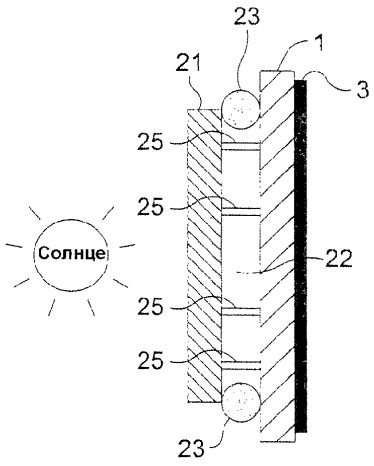

ZrOx
SiNx
ITO (или другие TCO)
SiOxNy
TiOx
SiNx
Стеклянная пластина
7
9a
5
9b
13
11
1
3

ФИГ. 1

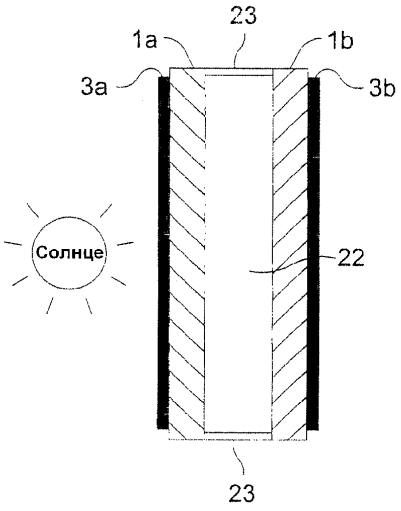

Солнце
23
21
1
3
25
25
22
25
25
23

ФИГ. 2

2

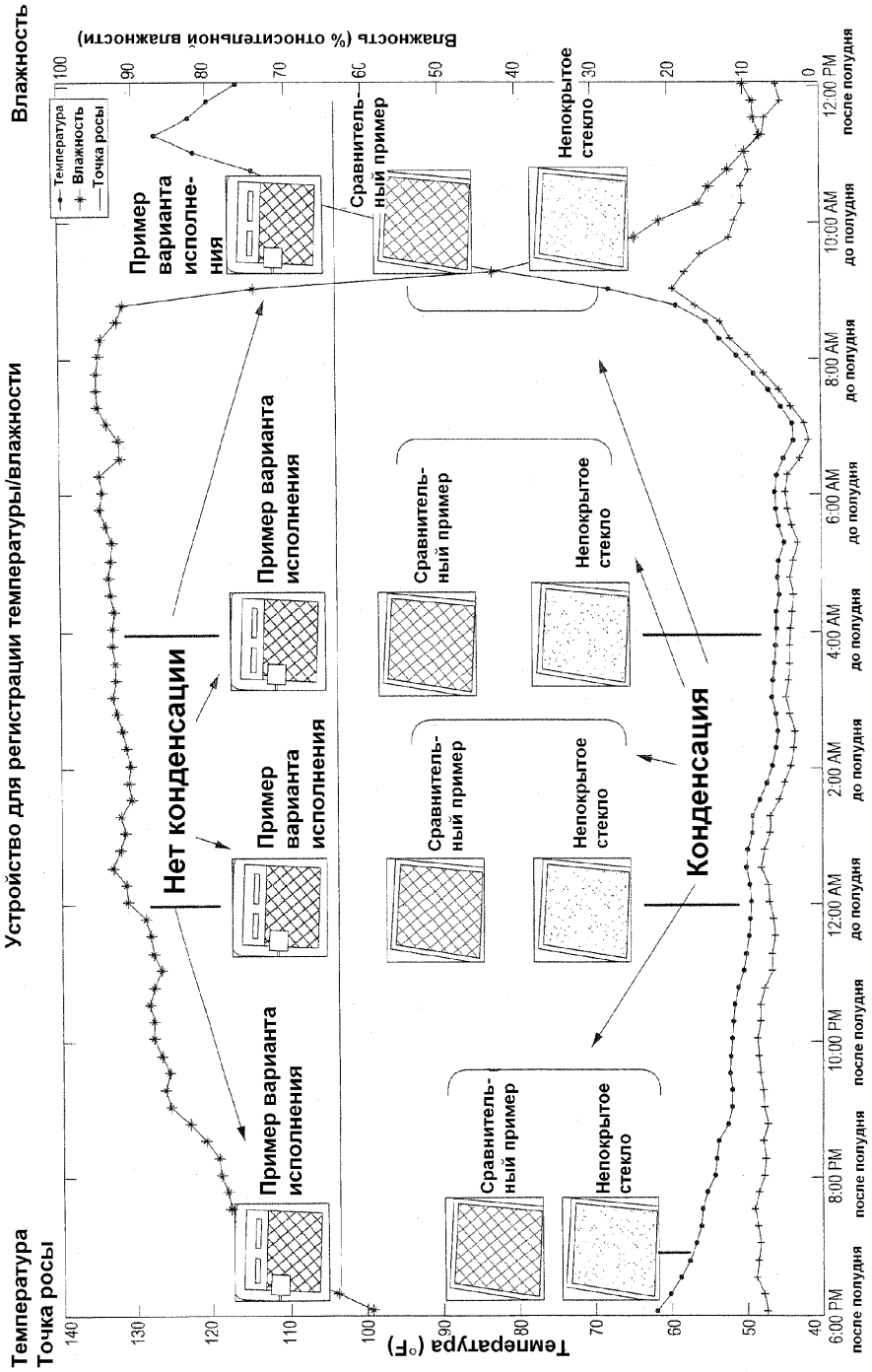


ФИГ.3



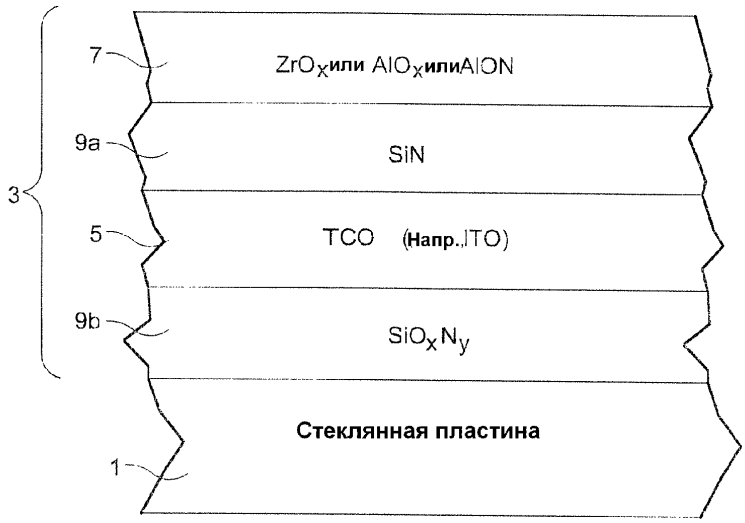
ФИГ.4

3

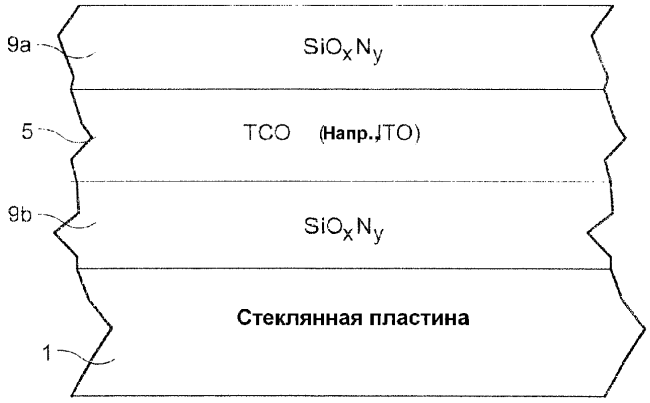

Устройство для регистрации температуры/влажности
Температура
Точка росы
Влажность
Температура (°F)
Влажность (% относительной влажности)
Температура
Влажность
Точка росы
Нет конденсации
Конденсация
Пример варианта исполнения
Сравнительный пример
Непокрытое стекло
6:00 PM после полудня
8:00 PM после полудня
10:00 PM после полудня
12:00 AM до полудня
2:00 AM до полудня
4:00 AM до полудня
6:00 AM до полудня
8:00 AM до полудня
10:00 AM до полудня
12:00 PM после полудня

ФИГ.5

4


7
ZrOx или AlOx или AlON
9a
SiN
3
5
TCO (Напр., ITO)
9b
SiOxNy
Стеклянная пластина
1

ФИГ.6


9a
SiO_xN_y
5
TCO (Напр.,ITO)
9b
SiO_xN_y
Стеклянная пластина
1

ФИГ.7


104
Устройство для нанесения покрытий (102)
106

ФИГ.8