

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **034095**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2019.12.26**

(21) Номер заявки  
**201692420**

(22) Дата подачи заявки  
**2012.03.19**

(51) Int. Cl. **G02B 1/00** (2006.01)  
**E06B 3/66** (2006.01)  
**E06B 7/12** (2006.01)

---

---

(54) **ПРОЗРАЧНАЯ ПОДЛОЖКА, СНАБЖЕННАЯ ТОНКОПЛЕНОЧНОЙ  
МНОГОСЛОЙНОЙ СИСТЕМОЙ, И СОСТАВНОЙ СТЕКЛОПАКЕТ**

---

(31) **1152462**

(32) **2011.03.24**

(33) **FR**

(43) **2017.08.31**

(62) **201391377; 2012.03.19**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**СЭН-ГОБЭН ГЛАСС ФРАНС (FR)**

(72) Изобретатель:  
**Реймон Венсан, Джриби Рамзи (FR)**

(74) Представитель:  
**Медведев В.Н. (RU)**

(56) **US-A-5770321**  
**EP-A1-1724741**  
**RU-U1-50578**  
**WO-A1-2009149032**

(57) Изобретение относится к прозрачной подложке, снабженной тонкопленочной многослойной системой, содержащей металлический слой, имеющий свойства отражения инфракрасного излучения, расположенный между двумя, нижележащим и вышележащим, неметаллическими диэлектрическими покрытиями, причем вышележащее диэлектрическое покрытие содержит последовательность тонких слоев, нанесенных в следующем порядке: по меньшей мере один слой с высоким показателем преломления, причем физическая толщина слоя с высоким показателем преломления или сумма физических толщин слоев с высоким показателем преломления лежит между 15 и 40 нм, и по меньшей мере один слой с низким показателем преломления, причем физическая толщина слоя с низким показателем преломления или сумма физических толщин слоев с низким показателем преломления лежит между 40 и 120 нм, и разность показателей преломления между одним или более слоев с высоким показателем преломления и одним или более слоев с низким показателем преломления лежит между 0,7 и 1,2, предпочтительно между 0,8 и 1,1. Настоящее изобретение позволяет увеличить коэффициент пропускания солнечного излучения составного стеклопакета и обеспечить получение для составного остекления приемлемого цвета, особенно при пропускании, который является, в частности, менее зеленым, а также менее желтым.

**B1****034095****034095****B1**

Изобретение относится к прозрачной подложке, в частности, из жесткого минерального материала, такого как стекло, покрытой тонкопленочной многослойной системой, которая включает в себя функциональный слой металлического типа, способный воздействовать на солнечное излучение и/или длинноволновое инфракрасное излучение.

В частности, изобретение относится к применению таких подложек в производстве улучшенных теплоизоляционных стеклопакетов, имеющих высокий солнечный фактор и, следовательно, в основном предназначенных для холодного климата. Конкретнее, эти стеклопакеты предназначены для оснащения зданий, особенно для обеспечения более легкого нагревания зданий зимой ("низкоэмиссионные" стеклопакеты) и доведения до максимума нагревание солнцем, которое ничего не стоит.

В таких улучшенных составных теплоизоляционных стеклопакетах, подложки разделены определенным расстоянием друг от друга с помощью разделителей так, чтобы образовывать камеру, которая заполнена изолирующим газом, которым, вероятно, может быть воздух, аргон или криптон.

Двойной стеклопакет, соответственно, содержит по меньшей мере две подложки, например листы стекла, разделенные попарно газонаполненной камерой.

Так, например, последовательность 4/12/4 обозначает двойной стеклопакет, состоящий из двух стеклянных листов толщиной 4 мм и газонаполненной камеры толщиной 12 мм, а последовательность 4/12/4/12/4 обозначает тройной стеклопакет, состоящий из трех стеклянных листов толщиной 4 мм и двух газонаполненных камер толщиной 12 мм.

Обычно поверхности составного стеклопакета нумеруют, начиная с улицы. Таким образом, двойной стеклопакет содержит 4 поверхности: поверхность 1, лежащую снаружи здания, поверхность 4, лежащую внутри здания и поверхности 2 и 3, лежащие внутри двойного стеклопакета. Подобным образом, тройной стеклопакет содержит 6 поверхностей: поверхность 1, лежащую снаружи здания, поверхность 6, лежащую внутри здания, поверхности 2 и 3, лежащие на каждой стороне первой газонаполненной камеры, внутри тройного стеклопакета, и поверхности 4 и 5, лежащие на каждой стороне второй газонаполненной камеры, внутри тройного стеклопакета.

Причем эти подложки могут быть интегрированы в стеклопакеты, имеющие, к тому же, особые функциональные возможности, такие как, например, обогреваемые стеклопакеты или электрохромные стеклопакеты.

Известная тонкопленочная многослойная система для снабжения подложек такими теплоизоляционными свойствами содержит функциональный металлический слой, имеющий свойства отражения инфракрасного излучения и/или солнечного излучения, в особенности функциональный металлический слой на основе серебра или серебросодержащего металлического сплава.

В этом типе многослойной системы функциональный слой, соответственно, расположен между двумя антиотражающими покрытиями, каждое покрытие, в целом, содержит несколько слоев, каждый из которых выполнен из диэлектрического материала, такого как материал нитридного типа и, особенно, кремниевое-нитридного или алюминий-нитридного, либо оксидного типа. С оптической точки зрения, цель этих покрытий, которые фланкируют функциональный металлический слой, сделать этот функциональный металлический слой "просветляющим" в видимом диапазоне спектра, так, чтобы сохранить высокое пропускание в видимом диапазоне спектра.

Блокирующее покрытие иногда вставляют между одним или каждым антиотражающим покрытием и функциональным металлическим слоем. Блокирующее покрытие, расположенное под функциональным слоем, в направлении подложки, защищает указанный слой при любой возможной высокотемпературной термической обработке, такой как сгибание и/или закалка, а блокирующее покрытие, расположенное на функциональном слое, в направлении от подложки, защищает этот функциональный металлический слой от разрушения, которое может возникать во время нанесения верхнего антиотражающего покрытия и при любой возможной высокотемпературной термической обработке, такой как сгибание и/или закалка.

Как известно, нужно использовать два диэлектрических слоя, имеющих показатель преломления около 2 (обычно измеряемый при длине волны 550 нм), например кремниевое-нитридный ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) слой, покрытый смешанным олово-цинкооксидным ( $\text{SnZnO}_x$ ) слоем, поверх функционального металлического слоя, чтобы сделать функциональный металлический слой антиотражающим.

Тем не менее, тройной стеклопакет, снабженный такими многослойными системами, имеет ограниченный коэффициент пропускания солнечного излучения и/или имеет желтый/зеленый цвет, в частности при пропускании, который не может быть оценен как достаточно нейтральный. Следовательно, существует потребность в прозрачной подложке, снабженной тонкопленочной многослойной системой, содержащей металлический слой, имеющий свойства отражения инфракрасного излучения, расположенный между двумя, нижележащим и вышележащим, неметаллическими диэлектрическими покрытиями, и посредством этого позволяющей увеличить коэффициент пропускания солнечного излучения составного стеклопакета, снабженного подложкой, и приемлемый цвет, особенно при пропускании, который, в частности, является менее зеленым, а также менее желтым, который должен быть получен для составного стеклопакета.

Чтобы сделать это, в настоящем изобретении предложены прозрачная подложка, в особенности прозрачная стеклянная подложка, снабженная тонкопленочной многослойной системой, содержащей

одинарный металлический слой, имеющий свойства отражения инфракрасного излучения, особенно низкорефлексионного, расположенный между двумя, нижележащими и вышележащими, неметаллическими диэлектрическими покрытиями, вышележащее диэлектрическое покрытие, содержащее, по меньшей мере, последовательность тонких слоев, поверх металлического слоя, имеющего свойства отражения инфракрасного излучения, нанесенных в следующем порядке:

по меньшей мере один слой с высоким показателем преломления, выполненный из материала, имеющего показатель преломления, больший или равный 2,20, физическую толщину слоя с высоким показателем преломления или сумму физических толщин слоев с высоким показателем преломления, лежащую между 15 и 40 нм, предпочтительно между 20 и 35 нм; и

по меньшей мере один слой с низким показателем преломления, выполненный из материала, имеющего показатель преломления, меньший или равный 1,70, имеющий физическую толщину слоя с низким показателем преломления или сумму физических толщин слоев с низким показателем преломления, лежащую между 40 и 120 нм, причем разность показателей преломления между одним или более слоев с высоким показателем преломления и одним или более слоев с низким показателем преломления, лежащих между 0,7 и 1,2, предпочтительно между 0,8 и 1,1.

Согласно другому признаку соотношение физической толщины слоя с низким показателем преломления или суммы физических толщин слоев с низким показателем преломления к физической толщине слоя с высоким показателем преломления или сумме физических толщин слоев с высоким показателем преломления вышележащего диэлектрического покрытия лежит между 2,5 и 5,0, предпочтительно между 2,5 и 4,0.

Согласно другому признаку соотношение общей оптической толщины вышележащего диэлектрического покрытия к общей оптической толщине нижележащего покрытия лежит между 1,8 и 2,3, предпочтительно между 1,9 и 2,2.

Согласно другому признаку металлический слой, имеющий свойства отражения инфракрасного излучения, основывается на серебре или содержащем серебро металлическом сплаве.

Согласно другому признаку металлический слой, имеющий свойства отражения инфракрасного излучения, имеет физическую толщину от 5 до 20 нм, предпочтительно от 5 до 15 нм и более предпочтительно от 5 до 10 нм.

Согласно другому признаку один или более слоев с высоким показателем преломления вышележащего диэлектрического покрытия предпочтительно имеет показатель преломления, который строго больше, чем 2,30 и более предпочтительно больший или равный 2,35, и выполнены на основе оксида титана или смешанного оксида титана и другого элемента, выбранного из группы, состоящей из Zn, Zr и Sn, или на основе оксида циркония, или на основе оксида ниобия, или на основе смешанного нитрида кремния и циркония, или на основе смешанного нитрида кремния, циркония и алюминия.

Согласно другому признаку физическая толщина слоя с низким показателем преломления вышележащего диэлектрического покрытия или сумма физических толщин слоев с низким показателем преломления вышележащего диэлектрического покрытия лежит между 50 и 120 нм, предпочтительно между 75 и 120 нм и более предпочтительно от 80 до 110 нм.

Согласно другому признаку один или более слоев с низким показателем преломления вышележащего диэлектрического покрытия, по существу, состоит из оксида кремния.

Согласно другому признаку, нижележащее покрытие, кроме того, содержит, по меньшей мере, один слой с высоким показателем преломления, выполненный из материала, имеющего показатель преломления, больший или равный 2,20, предпочтительно строго больше чем 2,30, и более предпочтительно больший или равный 2,35, и имеет физическую толщину слоя с высоким показателем преломления или сумму физических толщин слоев с высоким показателем преломления, лежащую между 10 и 40 нм, предпочтительно от 15 до 40 нм и более предпочтительно между 15 и 30 нм.

Согласно другому признаку один или более слоев с высоким показателем преломления нижележащего диэлектрического покрытия выполнен на основе оксида титана или смешанного оксида титана и другого элемента, выбранного из группы, состоящей из Zn, Zr и Sn, или оксида циркония, или оксида ниобия, или смешанного нитрида кремния и циркония, или смешанного нитрида кремния, циркония и алюминия.

Согласно другому признаку вышележащее диэлектрическое покрытие, кроме того, содержит слой, выполненный из материала, имеющего показатель преломления меньший или равный 2,20 и больший или равный 1,80, расположенный между металлическим слоем, имеющим свойства отражения инфракрасного излучения, и слоем с высоким показателем преломления вышележащего диэлектрического покрытия.

Согласно другому признаку слой, выполненный из материала, имеющего показатель преломления меньший или равный 2,20 и больший или равный 1,80, выполнен на основе оксида цинка, оксида цинка и легированного алюминия, или оксида олова или смешанного оксида олова и цинка.

Согласно другому признаку прозрачная подложка содержит блокирующий слой, выполненный из NiCr или Ti или Nb, расположенный между металлическим слоем, имеющим свойства отражения инфракрасного излучения, и вышележащим диэлектрическим покрытием, и в непосредствен-

ном контакте с металлическим слоем, имеющим свойства отражения инфракрасного излучения.

Согласно другому признаку, дополнительно, нижележащее диэлектрическое покрытие содержит смачивающий слой на основе оксида цинка, предпочтительно оксида цинка с легированным алюминием, или оксида олова или смешанного оксида цинка и олова, с которым металлический слой, имеющий свойства отражения инфракрасного излучения, находится в непосредственном контакте.

Согласно другому признаку, дополнительно, нижележащее диэлектрическое покрытие содержит в качестве первого слоя, в непосредственном контакте с материалом подложки, слой, имеющий показатель преломления между 1,70 и 2,30, предпочтительно на основе нитрида, особенно нитрида кремния с легированным алюминием.

Изобретение также относится к составному стеклопакету, содержащему общее число N подложек, N-1 которых являются подложками по любому из пп.1-14 формулы настоящего изобретения, N большее или равное 2, и N подложек, попарно разделенных газонаполненной камерой, и тонкопленочную многослойную систему(ы) перед газонаполненной камерой.

Согласно другому признаку по меньшей мере одна из подложек является листовым оконным стеклом, содержащим два стеклянных листа, соединенных вместе межслойной полимерной пленкой, например, из ПВБ.

Согласно другому признаку наружная поверхность составного стеклопакета, предназначенная для обращения к наружной части здания, содержит самоочищающееся и/или противоконденсатное покрытие и/или наружная поверхность стеклопакета, предназначенная для обращения к внутренней части здания, содержит низкоэмиссионное покрытие.

Под термином "покрытие" подразумевают, в контексте настоящего изобретения, покрытие, вероятно, содержащее в себе один слой или несколько слоев из различных материалов.

Когда слой находится в непосредственном контакте с другим слоем, это следует понимать, в контексте настоящего изобретения, что нет промежуточного слоя между упомянутыми двумя слоями.

Измерения показателя преломления были все выполнены, как и общепринято, при длине волны 550 нм.

Под выражением "оптическая толщина" подразумевают, в контексте настоящего изобретения, как и в общепринятом понимании, произведение физической (или фактической) толщины слоя и его показателя преломления, измеренного при длине волны 550 нм.

Под выражением "общая оптическая толщина" подразумевают, в контексте настоящего изобретения, сумму всех оптических толщин слоев, принимая во внимание, что каждая оптическая толщина является, как описано выше, произведением физической (или фактической) толщины слоя и его показателя преломления, измеренного при длине волны 550 нм.

Таким образом, общая оптическая толщина нижележащего антиотражающего покрытия является суммой всех оптических толщин диэлектрических слоев этого покрытия, слои которого расположены между подложкой и функциональным металлическим слоем, или между подложкой и блокирующим покрытием, если оно присутствует.

Кроме того, общая оптическая толщина вышележащего антиотражающего покрытия является суммой всех оптических толщин диэлектрических слоев этого покрытия, слои которого расположены на функциональном металлическом слое, в направлении от подложки, или на блокирующем покрытии, если оно присутствует.

Коэффициент пропускания солнечного излучения  $g$  определяют как соотношение энергии, поступающей в помещение через стеклопакет, к падающей солнечной энергии. Он может быть вычислен путем сложения потока энергии, пропущенной непосредственно через стеклопакет, и потока энергии, поглощенной и затем переизлученной вовнутрь стеклопакетом. КПСИ  $g$ , называемый также коэффициентом SF, измеряют, в контексте настоящего изобретения, при условиях, описанных в международном стандарте ISO 9050.

Под термином "подложка" подразумевают в контексте настоящего изобретения один лист стекла или набор листов стекла, особенно двух листов стекла, соединенных вместе, в многослойную структуру с помощью полимерной прослойки, особенно ПВБ (поливинилбутираль) прослойки, с использованием способов, хорошо известных в данной области.

Изобретение относится к прозрачной подложке, особенно стеклянной подложке, снабженной тонкопленочной многослойной системой. Тонкопленочная многослойная система содержит металлический слой, имеющий свойства отражения инфракрасного излучения, особенно низкоэмиссионный, расположенный между двумя, вышележащим и нижележащим, неметаллическими диэлектрическими покрытиями. Вышележащее диэлектрическое покрытие, содержащее, по меньшей мере, последовательность тонких слоев, поверх металлического слоя, имеющего свойства отражения инфракрасного излучения, нанесенных в следующем порядке:

по меньшей мере один слой с высоким показателем преломления, выполненный из материала, имеющего показатель преломления, больший или равный 2,20, физическую толщину слоя с высоким показателем преломления или сумму физических толщин слоев с высоким показателем преломления, лежащую между 15 и 40 нм, предпочтительно между 20 и 35 нм; и

по меньшей мере один слой с низким показателем преломления, выполненный из материала, имеющего показатель преломления, меньший или равный 1,70, физическую толщину слоя с низким показателем преломления или сумму физических толщин слоев с низким показателем преломления, лежащую между 40 и 120 нм, и предпочтительно между 50 и 110 нм, разность показателей преломления между одним или более слоев с высоким показателем преломления и одним или более слоев с низким показателем преломления, лежащую между 0,70 и 1,20, предпочтительно между 0,80 и 1,10.

Все признаки изобретения, в частности, замена двух слоев, имеющих показатель преломления около 2, на один или более слоев с высоким показателем преломления, покрытых одним или более слоями с низким показателем преломления в вышеописанном диэлектрическом покрытии, позволяют составному стеклопакету, снабженному по меньшей мере одной подложкой, в соответствии с изобретением иметь повышенный коэффициент пропускания солнечного излучения и более нейтральный цвет при пропускании. Это будет показано ниже.

Таким образом, изобретение относится к прозрачной подложке, предназначенной для установки в стеклопакет, например, архитектурно-строительный стеклопакет. Прозрачную подложку предпочтительно изготавливают из стекла. Она покрыта тонкопленочной многослойной системой. Слои нанесены поверх друг друга, так чтобы металлический слой, имеющий свойства отражения инфракрасного излучения, располагался между двумя неметаллическими диэлектрическими покрытиями. Существует только один металлический слой, имеющий свойства отражения инфракрасного излучения.

Тонкие слои наносят способом реактивного магнетронного распыления, при необходимости, в сочетании с PECVD (плазмохимическое осаждение из паровой фазы), так чтобы наносить определенные тонкие слои более быстро, в частности слой с низким показателем преломления.

Первый слой, нанесенный непосредственно на подложку, является предпочтительно слоем, имеющим показатель преломления между 1,70 и 2,30, предпочтительно на основе нитрида, в особенности, на основе нитрида кремния. Одной из функций этого слоя, в дополнение к его оптической функции, описанной выше, является улучшение адгезии тонкослойной многофункциональной системы к подложке материала. Этот слой имеет физическую толщину между 15 и 40 нм, предпочтительно между 20 и 40 нм.

Металлический слой, имеющий свойства отражения инфракрасного излучения, предпочтительно на основе серебра или серебросодержащего металлического сплава. Он имеет физическую толщину между 5 и 20 нм, предпочтительно между 5 и 15 нм и более предпочтительно между 5 и 10 нм.

Вышележащее диэлектрическое покрытие содержит по меньшей мере один слой с высоким показателем преломления, выполненный из материала, имеющего показатель преломления, больший или равный 2,20, предпочтительно строго больше чем 2,30, и более предпочтительно больший или равный 2,35. Физическая толщина слоя с высоким показателем преломления или сумма физических толщин слоев с высоким показателем преломления лежит между 15 и 40 нм и предпочтительно между 20 и 35 нм.

Эти один или более слоев с высоким показателем преломления выполнены на основе, например, оксида титана или смешанного оксида титана и другого элемента, выбранного из группы, состоящей из Zn, Zr и Sn, или оксида циркония, или оксида ниобия, или смешанного нитрида кремния и циркония, или смешанного нитрида кремния, циркония и алюминия.

Вышележащее диэлектрическое покрытие также содержит поверх одного или более слоев с высоким показателем преломления по меньшей мере один слой с низким показателем преломления, выполненный из материала, имеющего показатель преломления, меньший или равный 1,70. Физическая толщина слоя с низким показателем преломления или сумма физических толщин слоев с низким показателем преломления лежит между 40 и 120 нм, например между 50 и 120 нм, предпочтительно между 75 и 120 нм и более предпочтительно между 80 и 110 нм.

Эти один или более слоев с низким показателем преломления выполнены, например, по существу, из оксида кремния, то есть состоят из более чем на 80 мас.% простого оксида кремния с формулой  $\text{SiO}_2$ , и, необязательно, по меньшей мере из одного другого элемента, предпочтительно выбранного из группы, состоящей из Al, C, N, B, Sn, Zn и более предпочтительно из Al, B или C. Предпочтительно упомянутые один или более слоев, выполненные из оксида кремния, состоят из более чем на 90 мас.% простого оксида кремния с формулой  $\text{SiO}_2$ .

В случае, когда существует множество слоев с высоким показателем преломления в вышеописанном покрытии, слои с высоким показателем преломления, предпочтительно все, ниже (начиная со стекла) одного или более слоев с низким показателем преломления и слои с высоким показателем преломления, предпочтительно все, в непосредственном контакте друг с другом. Однако, если они не находятся в непосредственном контакте друг с другом, они отделены друг от друга слоем, показатель преломления которого как является меньшим или равным 1,70, так и большим или равным 2,20, физическая толщина каждого из этих, одного или более, разделяющих слоев меньше или равна 30 нм, предпочтительно меньше или равна 20 нм.

Кроме того, в случае, когда существует множество слоев с низким показателем преломления в вышеописанном покрытии, слои с низким показателем преломления, предпочтительно все, выше (начиная со стекла) одного или более слоев с высоким показателем преломления, и слои с низким показателем преломления, предпочтительно все, в непосредственном контакте друг с другом. Однако, если они не нахо-

дятся в непосредственном контакте друг с другом, они отделены друг от друга слоем, показатель преломления которого как является меньшим или равным 1,70, так и большим или равным 2,20, физическая толщина каждого из этих, одного или более, разделяющих слоев меньше или равна 30 нм, предпочтительно меньше или равна 20 нм.

Слой с высоким показателем преломления или группы слоев с высоким показателем преломления вышележащего диэлектрического покрытия могут быть отделены от слоя с низким показателем преломления или групп слоев с низким показателем преломления вышележащего диэлектрического покрытия одним или более другими слоями. Однако предпочтительно, что слои или группы слоев находятся в непосредственном контакте. В случае, когда слои или группы слоев не находятся в непосредственном контакте, слои или группы слоев разделяют слоем, показатель преломления которого как является меньшим или равным 1,70, так и большим или равным 2,20, физическая толщина этого разделяющего слоя меньше или равна 30 нм, предпочтительно меньше или равна 20 нм.

Вышележащее диэлектрическое покрытие необязательно содержит слой, выполненный из материала, имеющего показатель преломления, меньший или равный 2,20 и больший или равный 1,80, расположенный между металлическим слоем, имеющим свойства отражения инфракрасного излучения, и слоем вышележащего диэлектрического покрытия с высоким показателем преломления. Слой, выполненный из материала, имеющего показатель преломления меньше чем 2,20, и больше чем или равный 1,80, предпочтительно основывается на оксиде цинка, оксиде олова или смешанном оксиде цинка и олова. Слой, выполненный из материала, имеющего показатель преломления меньший или равный 2,20 и больший или равный 1,80, имеет физическую толщину между 4 и 15 нм.

Тонкопленочная многослойная система предпочтительно также содержит блокирующий слой из NiCr или Ti или Nb (необязательно, частично или полностью окисленного), расположенный между металлическим слоем, имеющим свойства отражения инфракрасного излучения, и вышележащим диэлектрическим покрытием, и в непосредственном контакте с металлическим слоем, имеющим свойства отражения инфракрасного излучения, таким образом, чтобы защищать функциональный металлический слой от возможного разрушения во время нанесения вышележащего антиотражающего покрытия и во время возможной высокотемпературной термической обработки, такой как сгибание и/или закалка. Блокирующий слой имеет физическую толщину, меньшую или равную 2 нм.

Нижележащее диэлектрическое покрытие предпочтительно содержит поверхность первого слоя, в зависимости от обстоятельств по меньшей мере один слой с высоким показателем преломления, выполненный из материала, имеющего показатель преломления, больший или равный 2,20, предпочтительно строго больший 2,30 и более предпочтительно больший или равный 2,35.

Физическая толщина слоя с высоким показателем преломления или сумма физических толщин слоев с высоким показателем преломления, расположенных в нижележащем покрытии, лежит между 10 и 40 нм, предпочтительно между 15 и 40 нм и более предпочтительно между 15 и 30 нм. Эти один или более слоев с высоким показателем преломления позволяют функциональному металлическому слою быть выполненным настолько антиотражающим, насколько это возможно. Один или более слоев с высоким показателем преломления нижележащего диэлектрического покрытия выполнены из оксида титана или смешанного оксида титана и другого элемента, выбранного из группы, состоящей из Zn, Zr и Sn, или основываются на оксиде циркония, или на оксиде ниобия, или на смешанном нитриде кремния и циркония, на смешанном нитриде кремния, циркония и алюминия.

В случае, когда существует множество слоев с высоким показателем преломления в нижележащем покрытии, слои с высоким показателем преломления предпочтительно находятся в непосредственном контакте друг с другом. Однако, если они не находятся в непосредственном контакте друг с другом, они отделены друг от друга слоем, показатель преломления которого как является меньшим или равным 1,70, так и большим или равным 2,20, физическая толщина каждого из этих, одного или более, разделяющих слоев меньше или равна 30 нм, предпочтительно меньше или равна 20 нм.

Нижележащее диэлектрическое покрытие также предпочтительно содержит смачивающий слой на основе оксида цинка, предпочтительно оксида цинка с легированным алюминием, или оксида олова или смешанного оксида цинка и олова, с которым металлический слой, имеющий свойства отражения инфракрасного излучения, находится в непосредственном контакте. Этот смачивающий слой позволяет металлическому слою, имеющему свойства отражения инфракрасного излучения, плотно прилегать к нижележащему диэлектрическому покрытию и, прежде всего, позволяет металлическому слою, имеющему свойства отражения инфракрасного излучения, кристаллизоваться оптимально, получая, таким образом, высокую проводимость и низкую излучательную способность.

Слои с высоким показателем преломления вышележащего и нижележащего диэлектрических покрытий не могут быть строго стехиометрическими и могут быть субстехиометрическими или сверхстехиометрическими по кислороду (если они являются оксидами) или по азоту (если они являются нитридами).

Кроме того, разность показателей преломления между одним или более слоями с высоким показателем преломления и одним или более слоями с низким показателем преломления вышележащего диэлектрического покрытия лежит между 0,70 и 1,20, предпочтительно между 0,80 и 1,10.

Чтобы получить высокий коэффициент пропускания солнечного излучения и нейтральные цвета при пропускании, предпочтительно для соотношения Е физической толщины слоя с низким показателем преломления или суммы физических толщин слоев с низким показателем преломления к физической толщине слоя с высоким показателем преломления или сумме физических толщин слоев с высоким показателем преломления вышележащего диэлектрического покрытия лежать между 2,5 и 5,0, предпочтительно между 2,5 и 4,0. Авторы изобретения показали, что, когда Е лежит между 3,0 и 5,0, цвет при пропускании более нейтральный.

Авторы изобретения также показали, что коэффициент пропускания солнечного излучения максимально увеличен, когда соотношение Е лежит между 2,2 и 4,0.

Чтобы получить высокий коэффициент пропускания солнечного излучения и нейтральные цвета при пропускании, также предпочтительно для соотношения F общей оптической толщины вышележащего диэлектрического покрытия к общей оптической толщине нижележащего диэлектрического покрытия, лежать между 1,8 и 2,3, предпочтительно от 1,9 и 2,2.

Авторы изобретения нанесли слои на чистые подложки из натриево-кальциевого стекла толщиной 4 мм, продаваемого под торговым названием Planilux® от компании-заявителя.

Тонкопленочные многослойные системы были, соответственно, расположены на поверхностях 2 и 5 тройного стеклопакета, то есть на внутренних поверхностях наружных листов стекла. Каждый из тройных стеклопакетов, таким образом, содержит два наружных листа стекла, снабженных тонкопленочной многослойной системой на поверхностях 2 и 5 и непокрытый центральный стеклянный лист. Тонкопленочные многослойные системы на поверхностях 2 и 5 были идентичны. Все тройные стеклопакеты, собранные в примерах 1-4, имели 4/12(90% Ar)/4/12(90% Ar)/4 конфигурацию, т.е. они состояли из трех прозрачных Planilux® листов стекла толщиной 4 мм, отделенных попарно промежуточной газо-заполненной камерой толщиной 12 мм, содержащей 90% аргона и 10% воздуха, вся сборка являлась скрепленной с помощью рамной конструкции и распорок.

Табл. 1, указанная ниже, сопоставляет основные условия нанесения слоя способом магнетронного распыления, при которых различные слои примеров с 1 по 4 были нанесены.

Таблица 1

| Слой                           | Используемый объект                       | Давление нанесения        | Газ                          |
|--------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> | 92:8<br>(% масс.) Si:Al                   | 1,5×10 <sup>-3</sup> мбар | 45% Ar/ (Ar+N <sub>2</sub> ) |
| TiO <sub>2</sub>               | TiO <sub>x</sub> , где x был<br>около 1,9 | 1,5×10 <sup>-3</sup> мбар | 95% Ar/ (Ar+O <sub>2</sub> ) |
| SnZnSbO <sub>x</sub>           | 34:65:1<br>(% масс.) Sn:Zn:Sb             | 2×10 <sup>-3</sup> мбар   | 58% Ar/ (Ar+O <sub>2</sub> ) |
| ZnO                            | 98:2<br>(% масс.) Zn:Al                   | 2×10 <sup>-3</sup> мбар   | 52% Ar/ (Ar+O <sub>2</sub> ) |
| NiCr                           | 80:20<br>(% масс.) NiCr                   | 2×10 <sup>-3</sup> мбар   | 100% Ar                      |
| Ag                             | Ag                                        | 4×10 <sup>-3</sup> мбар   | 100% Ar                      |
| SiO <sub>2</sub>               | 92:8<br>(% масс.) Si:Al                   | 2×10 <sup>-3</sup> мбар   | 70% Ar/ (Ar+O <sub>2</sub> ) |

Тройной стеклопакет № 1 содержал два стеклянных листа, снабженных известной тонкослойной многослойной системой предшествующего уровня техники, в то время как тройные стеклопакеты № 2, 3 и 4 содержали две подложки, в соответствии с изобретением, такие как стеклянные листы.

Табл. 2 показывает для каждого примера, состав, порядок и физическую толщину тонких слоев в многослойной системе каждого стеклянного листа, и показатель преломления при 550 нм диэлектрических материалов. Обозначение ":Al" справа от соединения означает, что упомянутое соединение было легировано алюминием.

Таблица 2

| Состав                             | Показатель преломления | №. 1         | №. 2         | №. 3          | №. 4            |
|------------------------------------|------------------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|
| <b>SiO<sub>2</sub>:Al</b>          | <b>1,48</b>            | <b>0</b>     | <b>85 нм</b> | <b>100 нм</b> | <b>109,5 нм</b> |
| ZnSnO <sub>x</sub>                 | 2,00                   | 3 нм         | 0            | 0             | 0               |
| Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> :Al | 2,05                   | 46,5 нм      | 0            | 0             | 0               |
| <b>TiO<sub>2</sub></b>             | <b>2,40</b>            | <b>0</b>     | <b>29 нм</b> | <b>27 нм</b>  | <b>28 нм</b>    |
| ZnO:Al                             | 1,90                   | 5 нм         | 5 нм         | 5 нм          | 5 нм            |
| NiCr                               |                        | 0,5 нм       | 0,5 нм       | 0,5 нм        | 0,5 нм          |
| Ag                                 |                        | 6,6 нм       | 6,6 нм       | 6,6 нм        | 6,6 нм          |
| ZnO:Al                             | 1,90                   | 5 нм         | 5 нм         | 5 нм          | 5 нм            |
| <b>TiO<sub>2</sub></b>             | <b>2,40</b>            | <b>16 нм</b> | <b>20 нм</b> | <b>20 нм</b>  | <b>23,5 нм</b>  |
| Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> :Al | 2,05                   | 25 нм        | 25 нм        | 25 нм         | 23,5 нм         |
| Стекло                             |                        | 4 нм         | 4 нм         | 4 нм          | 4 нм            |

Табл. 3 показывает, что подложки тройных стеклопакетов № 2, 3 и 4, действительно, находились в соответствии с изобретением, то есть они, действительно, удовлетворяли различным условиям, определенным выше. Таким образом, из табл. 3 разность показателей преломления между слоем с высоким показателем преломления и слоем с низким показателем преломления, равная 0,95, действительно, лежит между 0,70 и 1,20, предпочтительно между 0,80 и 1,10 для подложки, в соответствии с изобретением, в отличие от стеклянного листа, снабженного известной многослойной системой предшествующего уровня техники, для которой эта разность была равна нулю, этой многослойной системы, не содержащей ни слой с высоким показателем преломления, ни слой с низким показателем преломления.

Кроме того, из табл. 3 соотношение E физической толщины слоя с низким показателем преломления к физической толщине слоя с высоким показателем преломления вышележащего диэлектрического покрытия лежит между 2,5 и 5,0, предпочтительно между 2,5 и 4,0.

Наконец, соотношение F общей оптической толщины вышележащего диэлектрического покрытия к общей оптической толщине нижележащего покрытия лежит между 1,8 и 2,3, предпочтительно между 1,9 и 2,2, в отличие от листа стекла, снабженного известной многослойной системой предшествующего уровня техники, для которой это соотношение F составляло 1,1.

Таблица 3

| Тройной стеклопакет №            | №. 1 | №. 2 | №. 3 | №. 4 |
|----------------------------------|------|------|------|------|
| Разность показателей преломления | 0    | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| Соотношение E                    | –    | 2,9  | 3,7  | 3,9  |
| Соотношение F                    | 1,1  | 1,9  | 2,0  | 2,1  |

Табл. 4 показывает, что условия, определенные выше, удовлетворили цель изобретения, которая должна увеличивать коэффициент пропускания солнечного излучения и делать цвет при пропускании тройного стеклопакета более нейтральным, чтобы быть достигнутой. Факторы a\*T и b\*T являются представителями цвета при пропускании. Цвета при пропускании были измерены в лаборатории с помощью осветительного прибора D65 при 2°.

Чем ближе a\*T и b\*T к нулю, тем более нейтральный цвет. Табл. 4 также упоминает факторы a\*R и b\*R, которые являются представителями цвета при отражении тройного стеклопакета, измеренные при угле 0° и 60°. Цвета при отражении также были измерены в лаборатории с помощью осветительного прибора D65 при 2°.

Табл. 4 показывает, что по сравнению с тройным стеклопакетом № 1 тройные стеклопакеты № 2, 3 и 4 имеют значительно повышенный солнечный фактор.

Кроме того, три тройных стеклопакета № 2, 3 и 4 имеют повышенный a\*T фактор, по сравнению с тройным стеклопакетом № 1, и даже значительно повышенный для тройных стеклопакетов № 3 и 4, обеспечивая цвет при пропускании с менее выраженной зеленой компонентой. Тройной стеклопакет № 2 имеет слегка пониженный b\*T фактор, по сравнению с тройным стеклопакетом № 1. Тройной стеклопакет № 3 имеет равный по величине b\*T фактор, по сравнению с тройным стеклопакетом № 1. Кроме того, тройной стеклопакет № 4 имеет значительно повышенный b\*T фактор, по сравнению с тройным стеклопакетом № 1, обеспечивая цвет при пропускании с менее выраженной желтой компонентой.

Таблица 4

| Тройной стеклопакет №                                   | №. 1 | №. 2 | №. 3 | №. 4 |
|---------------------------------------------------------|------|------|------|------|
| коэффициент пропускания<br>солнечного излучения $g$ (%) | 60,3 | 63,8 | 63,2 | 62,6 |
| $a^*T$                                                  | -3,8 | -3,4 | -2,3 | -1,0 |
| $b^*T$                                                  | 2,4  | 2,9  | 2,5  | 0,9  |
| $a^*R$ 0°                                               | 0,0  | -0,7 | -3,9 | -8,1 |
| $b^*R$ 0°                                               | -2,8 | -3,7 | -3,3 | 0,9  |
| $a^*R$ 60°                                              | 0,3  | -1,3 | -4,6 | -8,2 |
| $b^*R$ 60°                                              | -3,1 | -3,3 | -2,6 | 1,8  |

Тройной стеклопакет № 2 был, при испытании трех тройных стеклопакетов, единственным, который имел самый высокий коэффициент пропускания солнечного излучения, но его цвет при пропускании не был улучшен. Тройной стеклопакет № 4 был при испытании трех стеклопакетов единственным, который имел наиболее нейтральные цвета при пропускании, и хороший коэффициент пропускания солнечного излучения. Тем не менее, тройной стеклопакет № 4 имел цвет при отражении при угле 60°, который был явно понижен.

Следовательно, здесь должен быть найден компромисс между повышением коэффициента пропускания солнечного излучения и тем, что делает цвет при пропускании более нейтральным. Таким образом, тройной стеклопакет № 3 дает как хорошие результаты для цвета при пропускании, так и очень хорошие результаты для коэффициента пропускания солнечного излучения при ограничении ухудшения в цвете при отражении, который остается нейтральным.

Изобретение также относится к составному стеклопакету, содержащему N подложек, особенно стеклянных подложек, где N большее или равное 2. N-1 подложки являются подложками в соответствии с изобретением, и одна подложка является непокрытой подложкой или подложкой, покрытой другим покрытием, таким как, например, самоочищающееся покрытие. Самоочищающееся и/или противоконденсатное покрытие может также присутствовать на противоположной поверхности одной из N-1 подложек в соответствии с изобретением и на наружной поверхности стеклопакета, обращенного к внутренней или внешней части здания.

Подложки разделены попарно газонаполненной камерой. Одна или более тонкопленочных многослойных систем подложек обращены к газонаполненной камере, где многослойная система, например, расположена на поверхностях 2 и 5 для тройного стеклопакета.

Одна из подложек может состоять, например, из листового оконного стекла, содержащего два стеклянных листа, соединенных вместе межслойной полимерной пленкой, такой как ПВБ пленка.

Наружная поверхность составного стеклопакета, предназначенная для обращения к наружной части здания (поверхность 1), может содержать самоочищающееся и/или противоконденсатное покрытие. Кроме того, наружная поверхность составного стеклопакета, предназначенная для обращения к внутренней части здания (поверхность 4 двойного стеклопакета или поверхность 6 тройного стеклопакета) может содержать низкоэмиссионное покрытие. Как вариант, стеклопакет, возможно составной, может содержать как самоочищающееся и/или противоконденсатное покрытие на поверхности 1, так и низкоэмиссионное покрытие на своей наружной поверхности, предназначенной для обращения к внутренней части здания.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Прозрачная подложка, в особенности стеклянная подложка, снабженная тонкопленочной многослойной системой, содержащей металлический слой, имеющий свойства отражения инфракрасного излучения, в особенности низкоэмиссионный слой, и два, нижележащее и вышележащее, неметаллических диэлектрических покрытия, при этом металлический слой, имеющий свойства отражения инфракрасного излучения, расположен между двумя, нижележащим и вышележащим, неметаллическими диэлектрическими покрытиями, при этом металлический слой, имеющий свойства отражения инфракрасного излучения, имеет физическую толщину, лежащую между 5 и 20 нм, и нижележащее диэлектрическое покрытие содержит

по меньшей мере один слой с высоким показателем преломления, выполненный из материала, имеющего показатель преломления, больший или равный 2,20, смачивающий слой на основе оксида цинка или оксида олова, или смешанного оксида цинка и олова, с которым металлический слой, имеющий свойства отражения инфракрасного излучения, находится в непосредственном контакте, при этом вышележащее диэлектрическое покрытие содержит, по меньшей мере, последовательность тонких слоев, нанесенных поверх металлического слоя, имеющего свойства отражения инфракрасного излучения, в следующем порядке:

по меньшей мере один слой с высоким показателем преломления, выполненный из материала, имеющего показатель преломления, больший или равный 2,20, при этом физическая толщина слоя (3) с высоким показателем преломления или сумма физических толщин слоев (3) с высоким показателем преломления вышележащего (5) диэлектрического покрытия лежит между 15 и 40 нм; и

по меньшей мере один слой с низким показателем преломления, выполненный из материала, имеющего показатель преломления, меньший или равный 1,70, при этом физическая толщина слоя с низким показателем преломления или сумма физических толщин слоев с низким показателем преломления лежит между 40 и 120 нм, причем разность показателей преломления между одним или более слоев с высоким показателем преломления и одним или более слоев с низким показателем преломления вышележащего диэлектрического покрытия лежит между 0,7 и 1,2.

2. Прозрачная подложка по п.1, в которой отношение физической толщины слоя с низким показателем преломления или суммы физических толщин слоев с низким показателем преломления к физической толщине слоя с высоким показателем преломления или сумме физических толщин слоев с высоким показателем преломления вышележащего диэлектрического покрытия лежит между 2,5 и 5,0, предпочтительно между 2,5 и 4,0.

3. Прозрачная подложка по п.1 или 2, в которой отношение общей оптической толщины вышележащего диэлектрического покрытия к общей оптической толщине нижележащего покрытия лежит между 1,8 и 2,3, предпочтительно между 1,9 и 2,2.

4. Прозрачная подложка по любому по пп.1-3, в которой металлический слой, имеющий свойства отражения инфракрасного излучения, выполнен на основе серебра или серебросодержащего металлического сплава.

5. Прозрачная подложка по любому по пп.1-4, в которой один или более слоев с высоким показателем преломления вышележащего диэлектрического покрытия предпочтительно имеют показатель преломления, который строго больше чем 2,30 и более предпочтительно больший или равный 2,35, и выполнены на основе оксида титана или смешанного оксида титана и другого элемента, выбранного из группы, состоящей из Zn, Zr и Sn, или на основе оксида циркония, или оксида ниобия, или смешанного нитрида кремния и циркония, или смешанного нитрида кремния, циркония и алюминия.

6. Прозрачная подложка по любому по пп.1-5, в которой физическая толщина слоя с низким показателем преломления вышележащего диэлектрического покрытия или сумма физических толщин слоев с низким показателем преломления вышележащего диэлектрического покрытия лежит между 50 и 120 нм, предпочтительно между 75 и 120 нм и более предпочтительно между 80 и 110 нм.

7. Прозрачная подложка по любому по пп.1-6, в которой один или более слоев с низким показателем преломления вышележащего диэлектрического покрытия, по существу, состоят из оксида кремния.

8. Прозрачная подложка по любому по пп.1-7, в которой нижележащее покрытие дополнительно содержит по меньшей мере один слой с высоким показателем преломления, выполненный из материала, имеющего показатель преломления, больший или равный 2,20, предпочтительно строго больше чем 2,30 и более предпочтительно больший или равный 2,35, имеющий физическую толщину слоя с высоким показателем преломления или сумму физических толщин слоев с высоким показателем преломления, лежащую между 10 и 40 нм, предпочтительно от 15 до 40 нм и более предпочтительно между 15 и 30 нм.

9. Прозрачная подложка по п.8, в которой один или более слоев с высоким показателем преломления нижележащего диэлектрического покрытия выполнены на основе оксида титана или смешанного оксида титана и другого элемента, выбранного из группы, состоящей из Zn, Zr и Sn, или на основе оксида циркония, или оксида ниобия, или смешанного нитрида кремния и циркония, или смешанного нитрида кремния, циркония и алюминия.

10. Прозрачная подложка по любому по пп.1-9, в которой вышележащее диэлектрическое покрытие дополнительно содержит слой, выполненный из материала, имеющего показатель преломления, меньший или равный 2,20 и больший или равный 1,80, расположенный между металлическим слоем, имеющим свойства отражения инфракрасного излучения, и слоем с высоким показателем преломления вышележащего диэлектрического покрытия.

11. Прозрачная подложка по п.10, в которой слой, выполненный из материала, имеющего показатель преломления, меньший или равный 2,20 и больший или равный 1,80, выполнен на основе оксида цинка, предпочтительно оксида цинка, легированного алюминием, или на основе оксида олова или смешанного оксида олова и цинка.

12. Прозрачная подложка по п.10 или 11, дополнительно содержащая блокирующий слой, выполненный из NiCr или Ti или Nb, расположенный между металлическим слоем, имеющим свойства отражения инфракрасного излучения, и вышележащим диэлектрическим покрытием, и в непосредственном контакте с металлическим слоем, имеющим свойства отражения инфракрасного излучения.

13. Прозрачная подложка по любому по пп.1-12, в которой нижележащее диэлектрическое покрытие дополнительно содержит в качестве первого слоя в непосредственном контакте с материалом подложки слой, имеющий показатель преломления между 1,70 и 2,30, предпочтительно на основе нитрида, в особенности нитрида кремния, легированного алюминием.

14. Прозрачная подложка по любому по пп.1-12, в которой физическая толщина слоя (3) с высоким

показателем преломления или сумма физических толщин слоев (3) с высоким показателем преломления вышележащего (5) диэлектрического покрытия лежит между 20 и 35 нм.

15. Прозрачная подложка по любому по пп.1-12, в которой разность показателей преломления между одним или более слоев с высоким показателем преломления и одним или более слоев с низким показателем преломления вышележащего диэлектрического покрытия лежит между 0,8 и 1,1.

16. Составной стеклопакет, содержащий общее число N подложек, N-1 из которых являются прозрачными подложками, охарактеризованными в любом из пп.1-15, причем N больше или равно 2, и N подложек попарно разделены газонаполненной камерой, и тонкопленочная многослойная система(ы) обращена к газонаполненной камере.

17. Составной стеклопакет по п.16, в котором по меньшей мере одна из подложек является ламинированной панелью остекления, содержащей два стеклянных листа, соединенных друг с другом межслойной полимерной пленкой, например, выполненной из ПВБ.

18. Составной стеклопакет по п.16 или 17, в котором наружная поверхность, которая должна быть обращена к наружной части здания, содержит самоочищающееся и/или противоконденсатное покрытие, и/или его наружная поверхность, которая должна быть обращена к внутренней части здания, содержит низкоэмиссионное покрытие.

