

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034706**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.03.10

(51) Int. Cl. **C03C 17/36** (2006.01)
E06B 3/66 (2006.01)

(21) Номер заявки
201692363

(22) Дата подачи заявки
2015.05.22

(54) **ПОДЛОЖКА, СОДЕРЖАЩАЯ МНОГОСЛОЙНУЮ СИСТЕМУ, ВКЛЮЧАЮЩУЮ
НЕСПЛОШНОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ СЛОЙ, СПОСОБ ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И
СОДЕРЖАЩИЙ ЕЕ СТЕКЛОПАКЕТ**

(31) **1454662**

(56) US-A1-2011236715
WO-A2-2014164674
FR-A1-2998564
WO-A1-2014164695

(32) **2014.05.23**

(33) **FR**

(43) **2017.03.31**

(86) **PCT/FR2015/051355**

(87) **WO 2015/177481 2015.11.26**

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

(72) Изобретатель:
**Кайе Ксавье, Лоренци Жан-Карлос
(FR), Жорж Бенуа (AE)**

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

(57) Изобретение относится к подложке (30), покрытой на одной поверхности (31) тонкослойной системой (34, 35, 36), содержащей по меньшей мере один металлический функциональный слой (140, 180, 220) на основе серебра или из серебра, имеющий толщину e в интервале от 7 нм до 20 нм, включая граничные значения, и два противоотражательных покрытия (120, 160, 200, 240), причем каждое из указанных противоотражательных покрытий содержит по меньшей мере один противоотражательный слой (128, 168, 208, 248), указанный функциональный слой (140) расположен между двумя противоотражательными покрытиями (120, 160), отличающейся тем, что указанная тонкослойная система содержит два дискретных металлических слоя (123, 167) каждый толщиной e' в интервале от 0,5 до 5 нм, включая граничные значения, причем нижний дискретный металлический слой (123) расположен между, во-первых, указанной поверхностью (31), а во-вторых, единственным или первым в направлении от указанной поверхности (31) металлическим функциональным слоем (140), а верхний дискретный металлический слой (167) находится выше единственного или последнего в направлении от указанной поверхности (31) металлического функционального слоя (140, 180, 220).

034706 B1

034706 B1

Изобретение относится к прозрачной подложке, в частности, из твердого неорганического материала, такого как стекло, причем указанная подложка покрыта тонкослойной многослойной системой, содержащей один или несколько функциональных слоев, которые могут воздействовать на солнечное излучение и/или длинноволновое инфракрасное излучение.

Более конкретно, изобретение относится к подложке, в частности, прозрачной стекляннной подложке, снабженной тонкослойной многослойной системой, содержащей чередование n металлических функциональных слоев, в частности, функциональных слоев на основе серебра или металлического сплава, содержащего серебро, и $(n+1)$ противоотражательных покрытий, где n является целым числом, $n \geq 1$, причем указанный единственный или каждый функциональный слой расположен между двумя противоотражательными покрытиями. Каждое противоотражательное покрытие содержит по меньшей мере один противоотражательный слой, и каждое покрытие предпочтительно состоит из множества слоев, из которых по меньшей мере один слой и даже каждый слой является противоотражательным слоем. Термин "противоотражательный слой" является здесь синонимом диэлектрического слоя, причем термин "диэлектрический слой" используется главным образом для противопоставления термину металлический функциональный слой, который по своей металлической природе не может быть диэлектрическим.

Изобретение относится, в частности, к применению таких подложек для получения теплозащитных и/или солнцезащитных оконных стекол. Эти оконные стекла могут предназначаться для оснащения как зданий, так и транспортных средств, в частности, чтобы снизить нагрузку на кондиционирование воздуха, и/или чтобы помешать чрезмерному перегреву (стекла, называемые регулируемыми инсоляцией), и/или чтобы уменьшить количество энергии, рассеиваемой наружу (стекла, называемые низкоэмиссионными), что связано с постоянно возрастающими размерами застекленных поверхностей в зданиях и кабинах транспортных средств.

Эти подложки могут быть встроены, в частности, в электронные устройства, и тогда тонкослойная многослойная система может служить электродом для проведения тока (осветительные приборы, устройства отображения информации, солнечные батареи, электрохромные окна и т.д.), или могут быть встроены в оконные стекла, несущие особые функции, как, например, обогреваемые стекла.

Один известный тип многослойных систем для придания подложкам таких свойств состоит из металлического функционального слоя, отражающего инфракрасное и/или солнечное излучение, в частности, металлического функционального слоя на основе серебра или металлического сплава, содержащего серебро, или полностью из серебра.

В многослойной системе такого типа металлический функциональный слой расположен между двумя противоотражательными диэлектрическими покрытиями, каждое из которых обычно содержит несколько слоев, каждый из противоотражательного материала типа нитрида, в частности, нитрида кремния или алюминия, или типа оксида.

Однако, иногда между указанным одним или каждым противоотражательным покрытием и металлическим функциональным слоем вставлено блокирующее покрытие, находящееся ниже, если смотреть в направлении от подложки, функциональным слоем и защищающее его во время возможной высокотемпературной термообработки типа гибки и/или закалки, а блокирующие покрытие, расположенное на функциональном слое напротив подложки, защищает этот слой от возможной деградации во время осаждения верхнего противоотражательного покрытия и во время возможной высокотемпературной термообработки типа гибки и/или закалки.

В настоящее время обычно считается желательным, чтобы каждый металлический функциональный слой был сплошным слоем, то есть имелся на всей своей поверхности и состоял на всей своей толщине из рассматриваемого металлического материала.

Специалисты считают, что для данного материала (например, серебра) в обычных условиях осаждения этого материала сплошной слой можно получить, только начиная с определенной толщины.

Энергия адгезии между сплошным слоем серебра и противоотражательным слоем очень низкая, составляя порядка 1 Дж/м^2 , а энергия адгезии между двумя противоотражательными слоями в пять-девять раз выше, чем между серебром и другим противоотражательным слоем. Таким образом, энергия адгезии многослойной системы, содержащей по меньшей мере один функциональный слой из серебра или на основе серебра, лимитируется этой низкой энергией адгезии сплошного металлического функционального слоя к другим материалам.

Авторы настоящего изобретения заинтересовались возможностью осаждения многослойных систем с одним или несколькими металлическими слоями, и чтобы эти несколько, предпочтительно не более двух, металлических слоев имели толщину меньше минимальной толщины, требуемой для получения сплошного слоя в рассматриваемых условиях.

Авторы изобретения установили, что высокую механическую прочность и даже, что еще более удивительно, высокую химическую стойкость можно получить для многослойных систем, содержащих два несплошных металлических слоя, из которых один расположен между подложкой и единственным или первым сплошным металлическим функциональным слоем системы, а другой выше единственного или последнего сплошного металлического функционального слоя системы.

Кроме того, авторы изобретения установили, что полученные таким способом многослойные сис-

темы являются прозрачными (без дымки (haze) или без разводов) и имеют оттенки, как при пропускании, так и при отражении, близкие к получаемым с многослойными системами со сплошными металлическими функциональными слоями.

Таким образом, можно использовать особый диапазон неоднородного поглощения таких несплошных металлических слоев в видимой части спектра, чтобы получить особые эффекты поглощения в определенном диапазоне длин волн и нейтрализацию некоторых цветовых характеристик (в частности, цвета при отражении со стороны тонкослойной системы или со стороны подложки).

Кроме того, в рамках изобретения можно получить более высокий солнечный фактор, чем в случае похожей многослойной системы, не содержащей несплошных металлических слоев или содержащей один или несколько сплошных поглощающих слоев.

В уровне техники известна международная патентная заявка WO 2011/123402, описывающая многослойные системы с тремя функциональными металлическими слоями, в которых металлический функциональный слой, находящийся между двумя другими, является несплошным слоем. Этот несплошной слой имеет повышенное светопоглощение в видимой части спектра, сообщается также, что осаждение этого несплошного металлического слоя на стannat цинка, повышает поглощение света многослойной системой, то есть несплошным металлическим слоем, в видимой части спектра. Однако, значения светопоглощения для примеров 1-5, 9, а также для сравнительного примера 6 не указаны.

Кроме того, не указаны суммарные значения коэффициентов пропускания и отражения света со стороны подложки или со стороны многослойной системы; для многослойной системы на единственной подложке, не встроенной в блоки остекления, (таблица 1) указаны только цвета после термообработки закалкой в системе $L^*a^*b^*$ при отражении со стороны многослойной системы, при отражении со стороны подложки и при пропускании.

Коэффициент светопропускания (VLT) указан для примеров 1-4, но только после монтажа однокамерного стеклопакета, он составляет в среднем 40%.

Таким образом, объектом изобретения в его наиболее широком значении является подложка по пункту 1 формулы изобретения. Эта подложка покрыта на одной поверхности тонкослойной многослойной системой, содержащей по меньшей мере один металлический функциональный слой на основе серебра или из серебра, имеющий толщину e в интервале от 7 нм до 20 нм, включая граничные значения, и два противоотражательных покрытия, причем каждое из указанных противоотражательных покрытий содержит по меньшей мере один противоотражательный слой, и указанный функциональный слой расположен между двумя противоотражательными покрытиями. Указанная многослойная система содержит два несплошных металлических слоя, каждый толщиной e' в интервале от 0,5 до 5 нм, включая граничные значения, причем нижний несплошной металлический слой находится между, во-первых, указанной поверхностью, а во-вторых, единственным или первым, в направлении от указанной поверхности, металлическим функциональным слоем, а верхний несплошной металлический слой находится выше, в направлении от указанной поверхности, единственного или последнего металлического функционального слоя.

В одном предпочтительном варианте указанная многослойная система содержит только эти два несплошных металлических слоя, нижний и верхний, и не включает других несплошных металлических слоев.

Согласно изобретению каждый нанесенный таким образом несплошной металлический слой является самоструктурирующимся слоем, имеющим структуру в виде взаимосоединенных островков с зонами без покрытия между островками.

Указанный нижний несплошной металлический слой предпочтительно находится внутри нижнего противоотражательного покрытия, имея по одному противоотражательному слою с каждой стороны, а верхний несплошной металлический слой предпочтительно находится внутри верхнего противоотражательного покрытия, то есть последнего, в направлении от подложки, противоотражательного покрытия многослойной системы, имея по одному противоотражательному слою с каждой стороны.

В случае, когда указанная многослойная система содержит несколько функциональных металлических слоев, в частности, несколько функциональных металлических слоев на основе серебра или из серебра, предпочтительно, чтобы ни одно из противоотражательных покрытий, находящихся между двумя функциональными металлическими слоями, не содержало несплошного металлического слоя толщиной от 0,5 до 5 нм, включая граничные значения.

В контексте изобретения каждый несплошной металлический слой может иметь толщину e' от 0,5 до 2 нм, включая граничные значения.

Предпочтительно каждый несплошной металлический слой находится, с одной стороны, непосредственно на противоотражательном слое, имеющим показатель преломления на 550 нм по меньшей мере 1,9, а с другой стороны, непосредственно под противоотражательным слоем, имеющим показатель преломления на 550 нм по меньшей мере 1,9; при этом для каждого несплошного металлического слоя показатель преломления указанного, непосредственно нижнего, противоотражательного слоя предпочтительно идентичен показателю преломления указанного, непосредственно верхнего, противоотражательного слоя.

Кроме того, каждый несплошной металлический слой предпочтительно находится одной стороной непосредственно на противоотражательном слое, имеющем оптическую толщину на 550 нм от 1 нм до 8 нм, включая граничные значения, или даже от 2 нм до 6 нм, включая граничные значения, а другой стороной непосредственно под противоотражательным слоем, имеющим оптическую толщину на 550 нм от 1 нм до 8 нм, включая граничные значения, или даже от 2 нм до 6 нм, включая граничные значения, при этом под оптической толщиной слоя понимается произведение геометрической толщины слоя и показателя преломления составляющего его материала.

Поскольку эти несплошные металлические слои не являются сплошными, это позволяет противоотражательным слоям, которые окружают каждый несплошной металлический слой, находиться в непосредственном контакте друг с другом. Эти зоны имеют сильную адгезию. Возможные трещины, образующиеся на наиболее слабой границе раздела, то есть между несплошным металлическим слоем и соседним противоотражательным слоем, для своего роста должна также распространяться между этими двумя противоотражательными слоями, что требует более высокой энергии. Поэтому энергия адгезии многослойной системы в этом месте оказывается значительно выше, в частности, со сравнением со сплошным поглощающим слоем.

Под "несплошным слоем" в контексте настоящего изобретения следует понимать, что если взять квадрат любого размера на поверхности многослойной системы согласно изобретению, то в этом квадрате функциональный несплошной слой предпочтительно присутствует лишь на 50-98% поверхности квадрата, даже на 53-83% поверхности квадрата или соответственно даже на 63-83%.

Рассматриваемый квадрат находится на основной части покрытия; в рамках изобретения речь не предполагается создавать какую-то особую кромку или особый контур, которые позднее должны были бы скрываться для конечного применения.

Согласно изобретению, этот тип самоструктурирующегося несплошного металлического слоя имеет энергию адгезии выше, чем сплошной металлический функциональный слой, а его оптические свойства (пропускание и отражение света, излучательная способность) снижаются, оставаясь в допустимом диапазоне для определенных конкретных приложений.

Предпочтительно, каждый несплошной металлический слой имеет в основе серебро или состоит из серебра.

Предпочтительно, чтобы каждый несплошной металлический слой не находился в непосредственном контакте, ни снизу, ни сверху, со сплошным металлическим слоем.

Кроме того, можно также, чтобы:

указанное противоотражательное покрытие, находящееся под каждым металлическим функциональным слоем, содержало противоотражательный слой со средним показателем, выполненный из материала, имеющего показатель преломления от 1,8 до 2,2 на 550 нм, причем указанный противоотражательный слой со средним показателем предпочтительно имеет в основе оксид, и/или указанный противоотражательный слой со средним показателем предпочтительно имеет физическую толщину от 5 до 35 нм;

указанное противоотражательное покрытие, расположенное между поверхностью подложки и первым или единственным металлическим функциональным слоем, содержало противоотражательный слой с высоким показателем, выполненный из материала, имеющего показатель преломления от 2,3 до 2,7 на 550 нм, причем указанный противоотражательный слой с высоким показателем предпочтительно имеет в основе оксид, и/или указанный противоотражательный слой с высоким показателем предпочтительно имеет физическую толщину от 5 до 25 нм;

противоотражательное покрытие, расположенное выше первого или единственного металлического функционального слоя, напротив поверхности подложки, содержало противоотражательный слой со средним показателем, выполненный из материала, имеющего показатель преломления 1,8 до 2,2 на 550 нм, причем указанный противоотражательный слой со средним показателем предпочтительно имеет в подложке оксид, и/или указанный противоотражательный слой со средним показателем предпочтительно имеет физическую толщину от 5 до 35 нм;

противоотражательное покрытие, находящееся выше первого или единственного металлического функционального слоя, напротив поверхности подложки, содержало противоотражательный слой с высоким показателем, выполненный из материала, имеющего показатель преломления от 2,3 до 2,7 на 550 нм, причем указанный противоотражательный слой с высоким показателем предпочтительно имеет в подложке оксид, и/или указанный противоотражательный слой с высоким показателем предпочтительно имеет физическую толщину от 5 до 25 нм;

указанная многослойная система содержала два или три функциональных металлических слоя на основе серебра или из серебра, каждый толщиной e в интервале от 7 нм до 20 нм, включая граничные значения, и чтобы указанная многослойная система содержала, кроме того, два несплошных металлических слоя, каждый толщиной e' в интервале от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения, причем нижний несплошной металлический слой находится между, во-первых, указанной поверхностью, а во-вторых, единственным или первым, в направлении от указанной поверхности, металлическим функциональным слоем, а верхний несплошной металлический слой находится над единственным или послед-

ним, в направлении от указанной поверхности,
металлическим функциональным слоем;

указанная многослойная система содержала два или три функциональных металлических слоя на основе серебра или из серебра, каждый толщиной e в интервале от 7 до 20 нм, включая граничные значения, и чтобы указанная многослойная система содержала, кроме того, всего два несплошных металлических слоя, каждый толщиной e' в интервале от 0,5 до 5 нм, включая граничные значения, причем нижний несплошной металлический слой находится между, во-первых, указанной поверхностью подложки, а во-вторых, единственным или первым, в направлении от указанной поверхности, металлическим функциональным слоем, а верхний несплошной металлический слой находится выше единственного или последнего, в направлении от указанной поверхности, металлического функционального слоя.

Под "покрытием" в контексте настоящего изобретения следует понимать, что в рамках покрытия может иметься единственный слой или несколько слоев из разных материалов.

Под "многослойной системой" следует понимать совокупность тонких слоев, осажденных друг на друга, без введения между этими слоями минеральной (как стекло) или органической (как пластмассовый лист) подложки.

Как обычно, под "слоем на основе какого-то материала" понимается, что слой состоит преимущественно из этого материала, то есть что химический элемент материала или, при необходимости, продукт рассматриваемого материала в его стабильной стехиометрической формуле составляет по меньшей мере 50 ат.% от рассматриваемого слоя.

Как обычно, "металлический функциональный слой" означает нанесенный слой, отражающий ИК-излучение и являющийся сплошным.

В контексте настоящего изобретения под "противоотражательным слоем" понимается, как обычно, что по своей природе этот материал является "неметаллическим", то есть это не металл. В контексте изобретения этот термин обозначает материал, имеющий отношение n/k во всем видимом диапазоне длин волн (от 380 до 780 нм) больше или равное 5.

Напомним, что n означает реальный показатель преломления материала на данной длине волны, а k означает мнимую часть показателя преломления на данной длине волны; таким образом, отношение n/k рассчитано для данной длины волны.

Значения показателя преломления, указываемые в настоящем документе, являются значениями, измеренными, как обычно, на длине волны 550 нм.

Согласно изобретению, указанный один или каждый несплошной металлический слой может иметь толщину e' в интервалах:

$1,0 \leq e' \leq 4,5$ нм и даже $1,0 \leq e' \leq 4,0$ нм, или $2,0 \leq e' \leq 4,5$ нм и даже $2,0 \leq e' \leq 4,0$ нм, когда он осажден на слой на основе диоксида титана TiO_2 , или

$1,0 \leq e' \leq 4,5$ нм и даже $1,0 \leq e' \leq 4,0$ нм, или $2,0 \leq e' \leq 4,5$ нм и даже $2,0 \leq e' \leq 4,0$ нм, когда он осажден на слой на основе оксида цинка и олова, $SnZnO_x$, или

$1,0 \leq e' \leq 5,0$ нм и даже $1,0 \leq e' \leq 4,5$ нм, или $2,0 \leq e' \leq 5,0$ нм и даже $2,0 \leq e' \leq 4,5$ нм, когда он осажден на слой на основе оксида цинка, ZnO , или

$1,0 \leq e' \leq 5,0$ нм и даже $1,0 \leq e' \leq 4,0$ нм, или $2,0 \leq e' \leq 5,0$ нм и даже $2,0 \leq e' \leq 4,0$ нм, когда он осажден на слой на основе нитрида кремния Si_3N_4 .

Предпочтительно, многослойная система согласно изобретению наносится непосредственно на поверхность подложки.

В случае многоослойной системы согласно изобретению, содержащей единственный сплошной металлический функциональный слой, этот функциональный слой может иметь толщину в интервале от 8 до 17 нм, даже от 10 до 15 нм и даже от 12 до 14 нм, чтобы получить эффективную многослойную систему с низкой излучательной способностью.

В другом частном варианте изобретения по меньшей мере один металлический функциональный слой нанесен непосредственно на нижнее блокирующее покрытие, находящееся между функциональным слоем и противоотражательным покрытием, лежащим под функциональным слоем, и/или по меньшей мере один функциональный слой осажден непосредственно под верхним блокирующим покрытием, находящимся между функциональным слоем и противоотражательным покрытием, лежащим на функциональном слое, и нижнее блокирующее покрытие и/или верхнее блокирующее покрытие содержит тонкий слой на основе никеля или титана, имеющий физическую толщину в интервале от 0,2 до 2,5 нм, включая граничные значения.

Последний слой вышележащего противоотражательного покрытия, наиболее удаленный от подложки, может быть слоем на основе оксида, в таком случае он предпочтительно осажден в субстехиометрической форме; это может быть, в частности, слой на основе диоксида титана (из TiO_x) или на основе смешанного оксида цинка и олова (из $Sn_zZn_yO_x$).

Так, многослойная система может содержать последний слой ("overcoat" по-английски), то есть защитный слой, осажденный предпочтительно в субстехиометрической форме. После осаждения этот слой оказывается в многослойной системе окисленным, существуя, стехиометрически.

Кроме того, изобретение относится к стеклопакету, содержащему по меньшей мере две подложки, которые удерживаются вместе рамной конструкцией, причем указанный стеклопакет осуществляет разделение между наружным пространством и внутренним пространством, и причем между этими двумя подложками находится по меньшей мере одна газовая прослойка, и подложка является подложкой согласно изобретению.

В одном частном варианте многослойная система согласно изобретению находится на стороне 4 однокамерного стеклопакета, то есть на стороне стеклопакета, которую не защищают газовой прослойкой, так как многослойная система является очень прочной.

Оконное стекло согласно изобретению включает в себя по меньшей мере подложку, несущую многослойную систему согласно изобретению, возможно в сочетании с по меньшей мере одной другой подложкой. Каждая подложка может быть бесцветной или окрашенной. В частности, по меньшей мере одна из подложек может быть стеклом, окрашенным в массу. Выбор типа окрашивания будет зависеть от искомого уровня светопропускания и/или от колориметрического состояния, желаемого для окна после завершения его изготовления.

Оконное стекло согласно изобретению может иметь слоистую структуру, объединяющую, в частности, по меньшей мере твердые подложки типа стекла посредством по меньшей мере одного листа термопластичного полимера, чтобы получить структуру типа стекло/ многослойная система/ стеклянный лист(ы)/ стеклянный лист. Полимер может быть, в частности, полимером на основе поливинилбутирала PVB, этиленвинилацетата EVA, полиэтилентерефталата PET, поливинилхлорида PVC.

Изобретение относится также к применению двух несплошных металлических слоев согласно изобретению в многослойной системе, содержащей по меньшей мере один металлический функциональный слой на основе серебра или из серебра, имеющий толщину e' в интервале от 7 до 20 нм, включая граничные значения, и два противоотражательных покрытия, причем каждое из указанных противоотражательных покрытий содержит по меньшей мере один противоотражательный слой, и указанный функциональный слой расположен между двумя противоотражательными покрытиями, причем указанная многослойная система содержит два несплошных металлических слоя, каждый толщиной e' в интервале от 0,5 до 5 нм, включая граничные значения, причем нижний несплошной металлический слой находится между, во-первых, указанной поверхностью подложки, а во-вторых, единственным или первым, в направлении от указанной поверхности, металлическим функциональным слоем, а верхний несплошной металлический слой находится выше единственного или последнего, в направлении от указанной поверхности, металлического функционального слоя. В одном предпочтительном варианте указанная многослойная система содержит только эти два несплошных металлических слоя, один нижний и один верхний, без каких-либо других несплошных металлических слоев.

Кроме того, изобретение относится к способу осаждения двух несплошных металлических слоев согласно изобретению в многослойной системе, содержащей по меньшей мере один металлический функциональный слой на основе серебра или из серебра, имеющий толщину в интервале от 7 до 20 нм, включая граничные значения, и два противоотражательных покрытия, каждое из которых содержит по меньшей мере один противоотражательный слой, причем указанный функциональный слой находится между двумя противоотражательными покрытиями, причем указанная многослойная система содержит два несплошных металлических слоя, каждый из которых имеет толщину e' в интервале от 0,5 до 5 нм, включая граничные значения, и причем нижний несплошной металлический слой находится между, во-первых, указанной поверхностью подложки и, во-вторых, единственным или первым, в направлении от указанной поверхности, металлическим функциональным слоем, а верхний несплошной металлический слой находится выше единственного или последнего, в направлении от указанной поверхности, металлического функционального слоя. В одном предпочтительном варианте указанная многослойная система содержит только эти два несплошных металлических слоя, нижний и верхний, и никаких других несплошных металлических слоев.

Таким образом, настоящее изобретение позволяет с успехом получить многослойную систему, которая, будучи нанесенной на прозрачную подложку, имеет светопропускание в видимой части спектра $T_L > 50\%$ и отражение света в видимой части спектра R_c (со стороны многослойной системы) ниже 20% и даже ниже 10%, имея также относительно нейтральные цвета в пропускании и в отражении и имея одновременно более низкий коэффициент излучения, чем у подложки без покрытия.

Таким образом, настоящее изобретение позволяет с успехом получить многослойную систему с 1, 2, 3, 4 и даже большим числом металлических функциональных слоев на основе серебра или из серебра и содержащую два и предпочтительно всего два несплошных металлических слоя, один нижний и один верхний, чтобы многослойная система имела повышенную механическую прочность и/или повышенную химическую стойкость.

Предпочтительные детали и характеристики изобретения выявляются из следующих неограничительных примеров, проиллюстрированных на следующих приложенных фигурах.

Фиг. 1 - многослойная система с одним функциональным слоем, содержащая один несплошной металлический слой, причем несплошной металлический слой нанесен выше металлического функционального слоя;

фиг. 2 - многослойная система с одним функциональным слоем, содержащая один несплошной металлический слой, причем несплошной металлический слой нанесен ниже металлического функционального слоя;

фиг. 3 - многослойная система с одним функциональным слоем, содержащая два несплошных металлических слоя, причем один несплошной металлический слой нанесен выше металлического функционального слоя, а другой несплошной металлический слой нанесен ниже металлического функционального слоя;

фиг. 4 - один вариант однокамерного стеклопакета, включающего многослойную систему согласно изобретению;

фиг. 5 - снимки, полученные в просвечивающий электронный микроскоп (ТЕМ), в бинарном режиме, показывающие, слева направо, несплошной металлический слой из серебра, имеющий долю занятой поверхности от 53 до 98%;

фиг. 6 - светопропускание T_L (выраженное как коэффициент от 0 до 1, для значений, представимых обычно в форме процентов от 0 до 100%) для примеров 1-3 в зависимости от длины волны λ ;

фиг. 7 - спектр поглощения Ab (выраженный как коэффициент от 0 до 1 для значений, представимых обычно в форме процентов от 0 до 100%) для примеров 1-3 в зависимости от длины волны λ ;

фиг. 8 - отражение света R_L (выраженное как коэффициент от 0 до 1 для значений, представимых обычно в форме процентов от 0 до 100%) для примеров 1-3 в зависимости от длины волны λ ;

фиг. 9 - светопропускание T_L , в %, для подложки без покрытия и для примеров 5, 5.0, 5.1 и 5.2 в зависимости от длины волны λ ;

фиг. 10 - спектр поглощения Ab , в %, для подложки без покрытия и для примеров 5, 5.0, 5.1 и 5.2 в зависимости от длины волны λ ;

фиг. 11 - отражение света R_G , в %, со стороны, противоположной многослойной системе, для подложки без покрытия и для примеров 5, 5.0, 5.1 и 5.2 в зависимости от длины волны λ ;

фиг. 12 - отражение света R_c , в %, со стороны многослойной системы, для подложки без покрытия и для примеров 5, 5.0, 5.1 и 5.2 в зависимости от длины волны λ ;

фиг. 13 - многослойная система с двумя функциональными слоями, содержащая два несплошных металлических слоя, причем один несплошной металлический слой нанесен ниже первого металлического функционального слоя, а другой несплошной металлический слой нанесен выше второго металлического функционального слоя;

фиг. 14 - многослойная система с тремя функциональными слоями, содержащая два несплошных металлических слоя, причем один несплошной металлический слой нанесен ниже первого металлического функционального слоя, а другой несплошной металлический слой нанесен выше третьего металлического функционального слоя.

Фиг. 1-3 показывают структуру многослойной системы 34 с одним функциональным слоем, нанесенным на прозрачную стеклянную подложку 30, более точно, на поверхность 31 подложки 30, в которой единственный функциональный слой 140 на основе серебра или металлического сплава, содержащего серебро, а предпочтительно состоящий исключительно из серебра, находится между двумя противоотражательными покрытиями: нижележащим противоотражательным покрытием 120, находящимся ниже, в направлении от подложки 30, функционального слоя 140, и вышележащим противоотражательным покрытием 160, находящимся выше функционального слоя 140 напротив подложки 30.

Каждое из этих двух противоотражательных покрытий 120, 160 содержит по меньшей мере один противоотражательный слой 128, 168.

Факультативно, функциональный слой 140 может быть осажден, во-первых, непосредственно на нижнее блокирующее покрытие 130, находящееся между нижележащим противоотражательным покрытием 120 и функциональным слоем 140, а во-вторых, функциональный слой 140 может быть осажден непосредственно под верхним блокирующим покрытием 150, находящимся между функциональным слоем 140 и вышележащим противоотражательным покрытием 160.

Верхний и/или нижний блокирующий слой, хотя они были осаждены в форме металлов и представлены как металлические слои, на практике являются оксидными слоями, так как их первой функцией является окисляться в ходе осаждения многослойной системы, чтобы защитить функциональный слой.

Противоотражательное покрытие 160 может заканчиваться факультативным защитным слоем (не показан), в частности, на основе оксида, в частности, подстехиометрическим по кислороду.

Когда многослойная система с одним функциональным слоем используется в стеклопакете 100 однокамерной конструкции, такая показана на фиг. 4, этот стеклопакет содержит две подложки 10, 30, которые удерживаются вместе рамной конструкцией 90 и которые отделены друг от друга газовой прослойкой 15.

Таким образом, стеклопакет осуществляет разделение между наружным пространством ES и внутренним пространством IS.

Многослойная система согласно изобретению, благодаря ее повышенной механической прочности, может быть размещена на стороне 4 (то есть на самом внутреннем листе по отношению к зданию,

учитывая направление падения солнечного света, входящего в здание, и на его стороне, обращенной внутрь).

Фиг. 4 иллюстрирует такое расположение многослойной системы 34 на стороне 4 (направление падения солнечного света, входящего в здание, показано двойной стрелкой), при этом система 34 находится на внешней поверхности 31 подложки 30 в контакте с наружным пространством ES, тогда как другая поверхность 29 подложки 30 находится в контакте с газовой прослойкой 15.

Тем не менее, можно также предусмотреть, чтобы в этой структуре однокамерного стеклопакета одна из подложек имела слоистую структуру; однако, здесь не может быть никакой путаницы, так как такая структура не имеет газовой прослойки.

Была реализована серия из семи примеров:

пример 1 является эталонным примером: речь идет о многослойной системе с одним функциональным слоем без какого-либо несплошного металлического слоя;

пример 2 является сравнительным примером, который основан на примере 1 и который дополнительно содержит в верхней части многослойной системы с одним функциональным слоем (то есть выше, если смотреть от подложки этого функционального слоя) поглощающий металлический слой 167';

пример 3 является примером согласно изобретению, который основан на примере 1 и дополнительно содержит в верхней части многослойной системы с одним функциональным слоем верхний несплошной металлический слой 167;

пример 4 является сравнительным примером, который основан на примере 1 и который дополнительно содержит в нижней части многослойной системы с одним функциональным слоем (то есть между этим функциональным слоем и подложкой) поглощающий слой 123';

пример 5 является примером, который основан на примере 1 и который дополнительно содержит в нижней части многослойной системы с одним функциональным слоем нижний несплошной металлический слой 123;

пример 6 является сравнительным примером, который основан на примере 1 и который дополнительно содержит в нижней части многослойной системы с одним функциональным слоем (то есть между этим функциональным слоем и подложкой) поглощающий слой 123', и который, кроме того, содержит в верхней части многослойной системы с одним функциональным слоем (то есть выше этого функционального слоя, если смотреть от подложки) поглощающий слой 167';

пример 7 является примером, который основан на примере 1 и который дополнительно содержит в нижней части многослойной системы с одним функциональным слоем нижний несплошной металлический слой 123, и который, кроме того, содержит в верхней части многослойной системы с одним функциональным слоем верхний несплошной металлический слой 167.

Для всех рассматриваемых ниже многослойных систем условия осаждения слоев следующие:

Слой	Используемая мишень	Давление осаждения	Газ
Si ₃ N ₄ : Al	Si:Al=92:8 (вес.%)	1,5·10 ⁻³ мбар	Ar/(Ar+N ₂) 45%
TiO ₂	TiO ₂	1,5·10 ⁻³ мбар	Ar/(Ar+O ₂) 45%
ZnO	ZnO	1,5·10 ⁻³ мбар	Ar/(Ar+O ₂) 83%
NiCr	NiCr, 80:20 (вес.%)	2·10 ⁻³ мбар	Ar 100%
Ag	Ag	8·10 ⁻³ мбар	Ar 100%

Слои, осажденные для этих примеров, можно разделить на пять категорий:

i) слои из диэлектрического/противоотражательного материала, имеющие отношение n/k во всем диапазоне длин волны видимого света больше 5: слои 121, 121', 128, 162, 168, 169, 169' из Si₃N₄:Al, или TiO₂, или ZnO;

ii) сплошные функциональные металлические слои из материала А (материала, способного отражать инфракрасное и/или солнечное излучение);

iii) верхние блокирующие слои 150, предназначенные для защиты функционального слоя от изменения его природы при осаждении многослойной системы: Ni, NiCr; их влияние на оптические свойства и энергетические характеристики обычно игнорируется, когда они имеют малую толщину (меньше или равную 2 нм);

iv) для примеров 3, 5 и 7: несплошные металлические слои 123 и/или 167, называемые иначе "DML", от английского "Discontinuous Metallic Layer";

v) для сравнительных примеров 2, 4 и 6: металлические поглощающие слои 123', 167' из титана; этот тип слоя является сплошным.

Во всех примерах многослойная система осаждалась на подложку G из бесцветного кальциево-натриевого стекла толщиной 4 мм марки Planilux, производство фирмы SAINT-GOBAIN.

Для рассматриваемых многослойных систем:

T_L указывает светопропускание в видимой части спектра в %, измерено с осветителем D65 при 2°;

a^*_T и b^*_T указывают цвет в пропускании в виде параметров a^* и b^* системы LAB, измерены с осветителем D65 при 2° ;

R_G указывает отражение света со стороны стекла (поверхность подложки, противоположная поверхности, на которую осаждена многослойная система) в видимой части спектра в %, измерено с осветителем D65 при 2° ;

a^*_G и b^*_G указывают цвет в отражении в виде параметров a^* и b^* системы LAB, измерены с осветителем D65 при 2° , со стороны подложки, противоположной покрытой стороне (поверхность 29);

R_c указывает отражение света со стороны многослойной системы (поверхность 31 подложки) в видимой части спектра в %, измерено с осветителем D65 при 2° ;

a^*_c и b^*_c указывают цвет в отражении в виде параметров a^* и b^* системы LAB, измерены с осветителем D65 при 2° , со стороны подложки с покрытием (поверхность 31);

g означает коэффициент g , иначе солнечный фактор, для следующих конфигураций:

примеры 1-3: многослойная система, находящаяся на стороне 3 однокамерного стеклопакета, содержащего две стеклянные подложки толщиной 4 мм, разделенные газовой прослойкой из аргона толщиной 16 мм, таким образом, подложка, несущая многослойную систему, является второй подложкой, через которую проходит падающий солнечный свет, и

примеры 4-7: многослойная система, находящаяся на стороне 2 однокамерного стеклопакета, содержащего две стеклянные подложки толщиной 4 мм, разделенные газовой прослойкой из аргона толщиной 16 мм, таким образом подложка, несущая многослойную систему, является первой подложкой, через которую проходит падающий солнечный свет.

Солнечный фактор определен в соответствии с нормой EN 410 и соответствует сумме коэффициентов прямой передачи энергии через стеклопакет и коэффициента вторичного теплопереноса внутрь помещения.

Согласно изобретению, несплошной металлический слой, DML, является несплошным слоем, у которого доля занятой поверхности (доля от поверхности слоя, расположенного непосредственно под несплошным металлическим слоем и покрытого несплошным металлическим слоем) предпочтительно составляет от 50 до 98%.

Согласно изобретению, несплошной металлический слой, DML, является слоем, который предпочтительно содержит

преимущественно (то есть, в количестве по меньшей мере 50 ат.%) по меньшей мере один металл, выбранный из списка: Ag, Au, Cu, Pt.

Согласно изобретению, несплошной металлический слой, DML, является слоем, который предпочтительно обрамлен с каждой стороны, т.е. сверху и снизу, слоем из диэлектрического/противоотражательного материала, показатель преломления n которого предпочтительно больше или равен 1,9.

Фиг. 5 показывает, слева направо:

долю занятой поверхности 53%, полученную при толщине серебра 2 нм; эта многослойная система имеет коэффициент излучения $\epsilon=88,7\%$;

долю занятой поверхности 63%, полученную при толщине серебра 3 нм; эта многослойная система имеет коэффициент излучения $\epsilon=49,3\%$;

долю занятой поверхности 84%, полученную при толщине серебра 4 нм; эта многослойная система имеет коэффициент излучения $\epsilon=23,9\%$;

долю занятой поверхности 98%, полученную при толщине серебра 5 нм; эта многослойная система имеет коэффициент излучения $\epsilon=15,7\%$,

полученные для многослойной системы Z, имеющей структуру: подложка/ ZnO/ слой DML из Ag/ ZnO, причем каждый слой ZnO (с показателем преломления $n=1,9$) имеет толщину 10 нм.

Теоретические расчеты показывают, что с многослойной системой типа Z можно получить более низкий коэффициент излучения ϵ_z , чем у подложки без покрытия, при толщине серебра в слое DML, меньше или равной 5 нм, то есть при доле занятой поверхности от 50 до 98%, но все же оказывающийся выше, чем обнаружено.

В настоящем документе, когда говорят о толщине слоя DML, имеется в виду не толщина, измеренная в зонах, покрытых DML, или средняя толщина, а толщина, которая была бы получена, если бы слой был сплошным. Это значение можно оценить, если рассмотреть скорость осаждения слоя (или, более точно, скорость перемещения подложки в камере осаждения металлического функционального слоя), количество вещества, распыляемого в единицу времени, а также площадь поверхности, на которую производится осаждение. Эта толщина очень удобна, так как она позволяет прямое сравнение со сплошными функциональными слоями.

Таким образом, толщина e' является толщиной, которая была бы измерена, если бы осажденный слой был сплошным. Если на практике, как обычно, в тех же условиях осаждения путем магнетронного распыления (очень низкое давление, состав мишени, скорость перемещения подложки, электрическая мощность, подаваемая на катод) получают толщину функционального слоя 10 нм, то чтобы получить

половинную толщину функционального слоя, то есть 5 нм, будет необходимо и достаточно вдвое уменьшить скорость перемещения подложки. На фиг. 5 показаны результаты наблюдений в просвечивающий электронный микроскоп в бинарном режиме (черный-белый). На четырех частях этой фигуры серебро показано белым, а ZnO черным. Было установлено, что для многослойной системы Z этого типа энергия адгезии почти не изменяется для толщины серебра больше 5 нм: эта энергия составляет от 1,0 до 1,5 Дж/м², что является достаточно низким значением.

В табл. 1 ниже приведены геометрические, или физические, толщины (то есть, не оптические толщины) в нанометрах для каждого слоя из примеров 1-3, согласно фиг. 1:

Таблица 1

Слой	Пример 1	Пример 2	Пример 3
169 - TiO ₂	2 нм	2 нм	2 нм
		167' - Ti, 1 нм	167 - Ag, 1 нм
169' - TiO ₂		2 нм	2 нм
168 - Si ₃ N ₄ :Al	30 нм	28 нм	28 нм
164 - TiO ₂	11 нм	11 нм	11 нм
162 - ZnO	6 нм	6 нм	6 нм
140 - Ag	13 нм	13 нм	13 нм
128 - ZnO	5 нм	5 нм	5 нм
124 - TiO ₂	23 нм	23 нм	23 нм

Для примеров 1-3 противоотражательное покрытие 120, находящееся между поверхностью 31 и единственным металлическим функциональным слоем 140, содержит противоотражательный слой 124 с высоким показателем, выполненный из материала, имеющего показатель преломления от 2,3 до 2,7 на 550 нм, причем указанный противоотражательный слой 124 с высоким показателем предпочтительно имеет физическую толщину в интервале от 5 до 25 нм. Для примеров 1-3 противоотражательное покрытие 160, находящееся выше единственного металлического функционального слоя 140, содержит противоотражательный слой 162 со средним показателем, выполненный из материала, имеющего показатель преломления от 1,8 до 2,2 на 550 нм, причем указанный противоотражательный слой 162 со средним показателем предпочтительно имеет физическую толщину в интервале от 5 до 35 нм.

В табл. 2 ниже приведены физические толщины в нанометрах для каждого слоя из примеров 4 и 5, согласно фиг. 2.

Таблица 2

Слой	Пример 4	Пример 5
168 - Si ₃ N ₄ :Al	40 нм	40 нм
162 - ZnO	5 нм	5 нм
150 - NiCr	0,5 нм	0,5 нм
140 - Ag	13 нм	13 нм
128 - ZnO	5 нм	5 нм
121' - TiO ₂	20 нм	20 нм
	123' - NiCr, 1 нм	123 - Ag, 1 нм
121 - TiO ₂	3 нм	3 нм

В табл. 3 приведены физические толщины в нанометрах для каждого слоя из примеров 6 и 7, согласно фиг. 3.

Таблица 3

Слой	Пример 6	Пример 7
169 - TiO ₂	2 нм	2 нм
	167' - Ti, 1 нм	167 - Ag, 1 нм
169' - TiO ₂	2 нм	2 нм
168 - Si ₃ N ₄ :Al	28 нм	28 нм
162 - ZnO	5 нм	5 нм
150 - NiCr	0,5 нм	0,5 нм
140 - Ag	13 нм	13 нм
128 - ZnO	5 нм	5 нм
121' - TiO ₂	20 нм	20 нм
	123' - NiCr, 1 нм	123 - Ag, 1 нм
121 - TiO ₂	3 нм	3 нм

Примеры 2, 4 и 6 являются сравнительными для примеров 3, 5 и 7, соответственно, так как все они содержат единственный металлический функциональный слой из одного и того же материала (Ag), имеющий одинаковую толщину; эти примеры являются также сравнительными для примера 1, так как он также содержит единственный металлический функциональный слой из того же материала (Ag) и той же толщины; противоотражательные покрытия в одной серии примеров отличаются для других серий (серия примеров 2-3, серия примеров 4-5, серия примеров 6-7), так как их составы были оптимизированы в целях получения как можно лучших характеристик.

В следующей таблице приводятся подложные оптические характеристики для примеров 3, 5 и 7, содержащих один (примеры 3 и 5) или два (пример 7) слоя DML, и эти характеристики сравниваются соответственно с характеристиками примеров 2, 4 и 6, содержащих один (примеры 2 и 4) или два (пример 6) поглощающих слоя из Ti с толщиной, эквивалентной толщине каждого слоя DML, а также с характеристиками для примера 1, который не содержит ни слоя DML, ни поглощающего слоя.

Таблица 4

	Пр. 1	Пр. 2	Пр. 3	Пр. 4	Пр. 5	Пр. 6	Пр. 7
$T_L(\%)$	84,3	68,3	70,4	66,8	65,4	46,1	44,3
a^*_T	-2,02	-3,02	-3,73	-2,4	0,08	-3,32	2,55
b^*_T	4,18	1,39	3,48	6,8	-0,4	0,82	-6,81
$R_G(\%)$				9,9	8,52	17,38	12,1
a^*_G				0,9	-1,7	0,53	-0,41
b^*_G				-6,4	-7,1	7,01	-5,09
$R_C(\%)$	8,51	5,90	8,26	13,5	10,3	13,36	6,53
a^*_C	2,94	-4,41	-5,39	1,7	2,32	1,39	1,34
b^*_C	-12,18	-20,10	-26,10	-16,1	-12,9	-16,33	-31,26
g	0,57	0,61	0,63	0,44	0,46	0,55	0,57

Таким образом, было установлено, что можно получить:

многослойную систему с одним металлическим функциональным слоем, содержащую один сплошной металлический слой в верхнем противоотражательном покрытии (пример 3), которая имеет более высокий солнечный фактор g , чем многослойная система с одним металлическим функциональным слоем, содержащая поглощающий металлический слой в верхнем противоотражательном покрытии (пример 2), при почти идентичном светопропускании в видимой части спектра;

многослойную систему с одним металлическим функциональным слоем, содержащую один сплошной металлический слой в нижнем противоотражательном покрытии (пример 5), которая имеет более высокий солнечный фактор g , чем многослойная система с одним металлическим функциональным слоем, содержащая поглощающий металлический слой в нижнем противоотражательном покрытии (пример 4), при почти идентичном светопропускании в видимой части спектра;

многослойную систему с одним металлическим функциональным слоем, содержащую один сплошной металлический слой в нижнем противоотражательном покрытии и один сплошной металлический слой в верхнем противоотражательном покрытии (пример 7), которая имеет более высокий солнечный фактор g , чем многослойная система с одним металлическим функциональным слоем, содержащая один поглощающий металлический слой в верхнем противоотражательном покрытии и один поглощающий металлический слой в нижнем противоотражательном покрытии (пример 6), при почти идентичном светопропускании в видимой части спектра.

Кроме того, было установлено улучшение цветовой нейтральности, в частности, менее желтый цвет в пропускании при менее высоком и даже отрицательном значении b^*_T .

Фиг. 6-8 показывают, соответственно, светопропускание T_L , поглощение Ab и отражение света со стороны многослойной системы R_C в зависимости от длины волны λ (в нм) для примеров 1-3.

Фиг. 6 показывает, что многослойная система со слоем DML (пример 3) позволяет получить светопропускание в видимой части спектра, очень близкое к получаемому с многослойной системой с поглощающим металлическим слоем (пример 2); однако поглощение выше в дальней части видимого спектра и в ближней инфракрасной части (550-1000 нм) как для примера 3, так и для примера 2, а отражение со стороны многослойной системы является более низким в дальней части видимого спектра и в ближней инфракрасной области (550-1000 нм) как для примера 3, так и для примера 2, что в конечном счете позволяет получить более высокий солнечный фактор при том же уровне светопропускания в видимой части спектра.

Фиг. 9-12 показывают, соответственно, светопропускание T_L , поглощение Ab и отражение света со стороны подложки R_G , а также светопропускание со стороны многослойной системы R_C в зависимости от длины волны λ (в нм) для голой подложки G , то есть не имеющей покрытия ни на одной своей поверхности, для примера 5 и примеров 5.0, 5.1, 5.2, реализованных на базе примера 5; примеры 5.0, 5.1, 5.2

отличаются от примера 5 только тем, что:

толщина слоя DML равна 0 нм (отсутствие слоя DML) в примере 5.0,

толщина слоя DML равна 0,9 нм в примере 5.1, и

толщина слоя DML равна 1,2 нм в примере 5.2.

Эти фигуры показывают, что наличие слоя DML, безусловно, снижает светопропускание, так как возрастает поглощение света, а отражение со стороны подложки и со стороны многослойной системы является низким.

Увеличение номинальной толщины DML позволяет повысить суммарный уровень поглощения и цветовую избирательность.

Эти опыты показали, в частности, что диапазон толщин e' от 0,9 до 1,2 нм для несплошного металлического слоя особенно благоприятен для получения довольно высокого светопропускания в видимой части спектра (65-68%) при довольно низком светотражении со стороны стекла (6-7%) и довольно низком светотражении со стороны многослойной системы (8-9%).

Кроме того, были получены низкие значения b^*_C (порядка -15), низкие значения b^*_G (порядка -10) и низкие значения a^*_T (примерно от -1,0 до +0,3).

Для всех предыдущих примеров единственный и/или каждый несплошной металлический слой 123, 167 находится одной стороной непосредственно на противоотражательном слое 121', 169', имеющем показатель преломления на 550 нм по меньшей мере 1,9, а в данном случае даже 2,3 благодаря использованию TiO_2 , а другой стороной непосредственно под противоотражательным слоем 121, 169, имеющим показатель преломления на 550 нм по меньшей мере 1,9, а в данном случае даже 2,3 благодаря использованию TiO_2 , причем показатель преломления указанного, непосредственно нижнего, противоотражательного слоя 121', 169' идентичен показателю преломления указанного, непосредственно верхнего, противоотражательного слоя 121, 169.

Опыты показали, что для слоев 121, 121', 169, 169' вместо TiO_2 можно использовать нитрид кремния, $Si_3N_4:Al$, с показателем преломления 2,0 на 550 нм.

Было обнаружено, что единственный и/или каждый слой DML 123, 167 имеет такой спектр поглощения, что поглощение является относительно низким в диапазоне длин волн от 380-480 нм по сравнению с поглощением в диапазоне длин волн 480-780 нм.

Кроме того, было установлено, что не требуется, чтобы единственный и/или каждый слой DML 123, 167 находился в непосредственном контакте, ни снизу, ни сверху, со сплошным металлическим слоем, так как в этом случае особый спектр поглощения слоя DML сольется с относительно неизменным спектром поглощения видимого света (380-780 нм) сплошного металлического слоя, с которым он контактирует.

Фиг. 13 и 14 иллюстрируют, соответственно, структуру многослойной системы 35 с двумя функциональными слоями и структуру многослойной системы 36 с тремя функциональными слоями, осажденную на прозрачную стеклянную подложку 30, более точно на поверхность 31 этой подложки 30.

Каждый функциональный слой 140, 180, 220, который предпочтительно имеет в основе преимущественно серебро или металлический сплав, содержащий серебро, и еще более предпочтительно, состоит только из серебра, расположен между двумя противоотражательными покрытиями, причем нижележащее противоотражательное покрытие 120, 160, 200 находится ниже, в направлении от подложки 30, каждого функционального слоя 140, 180, 220, а вышележащее противоотражательное покрытие 160, 200, 240 расположено выше, в направлении от подложки 30, каждого функционального слоя 140, 180, 220.

Каждое противоотражательное покрытие 120, 160, 200, 240 содержит по меньшей мере один противоотражательный слой 128, 168, 208, 248.

Фиг. 3 показывает многослойную систему 34, которая содержит металлический функциональный слой 140, предпочтительно преимущественно на основе серебра или из серебра, который является единственным металлическим функциональным слоем многослойной системы, и два несплошных металлических слоя 123, 167, причем один расположен между, во-первых, указанной поверхностью 31, а во-вторых, металлическим функциональным слоем 140, в направлении от указанной поверхности 31, а другой находится выше, в направлении от указанной поверхности 31, металлического функционального слоя 140.

Фиг. 13 показывает близкое решение для многослойной системы 35 с двумя функциональными слоями. Многослойная система 35 содержит два функциональных металлических слоя 140, 180, предпочтительно преимущественно на основе серебра или из серебра, и два несплошных металлических слоя 123, 167, причем один расположен между, во-первых, указанной поверхностью 31, а во-вторых, первым, в направлении от указанной поверхности 31, металлическим функциональным слоем 140, а другой находится выше второго, в направлении от указанной поверхности 31, металлического функционального слоя 180.

Фиг. 14 показывает близкий вариант системы 36 с тремя функциональными слоями. Многослойная система 36 содержит три функциональных металлических слоя 140, 180, 220, предпочтительно преимущественно на основе серебра или из серебра, и два несплошных металлических слоя 123, 167, причем один расположен между, во-первых, указанной поверхностью 31, а во-вторых, первым, в направлении от

указанной поверхности 31, металлическим функциональным слоем 140, а другой находится выше третьего, в направлении от указанной поверхности 31, металлического функционального слоя 220.

Эти три конфигурации с двумя слоями DML позволяют получать многослойные системы с низким светотражением, но имеющие более нейтральные цвета в пропускании и в отражении, чем если бы оба несплошных металлических слоя были заменены в каждой конфигурации поглощающим металлическим слоем.

Использование преимущественно одного или нескольких благородных металлов типа Ag, Au, Pt или Cu позволяет просто и надежно осадить DML путем магнетронного напыления, так как этот способ позволяет хорошо контролировать рост в виде островков; действительно, избирательное поглощение основано, в частности, на плазменных свойствах металла, которые становятся возможными в результате островкового структурирования.

Настоящее изобретение было описано выше в качестве примера. Само собой разумеется, специалист способен осуществить разные варианты изобретения, не выходя за объем патента, как он определен в формуле изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Прозрачная подложка (30), покрытая на одной стороне (31) тонкослойной многослойной системой (34, 35, 36), содержащей по меньшей мере один металлический функциональный слой (140, 180, 220) на основе серебра или из серебра, имеющий толщину e в интервале от 7 до 20 нм, включая граничные значения, и два противоотражательных покрытия (120, 160, 200, 240), причем каждое из указанных противоотражательных покрытий содержит по меньшей мере один противоотражательный слой (128, 168, 208, 248), и указанный функциональный слой (140) расположен между двумя противоотражательными покрытиями (120, 160), отличающаяся тем, что указанная многослойная система содержит два несплошных металлических слоя (123, 167) каждый толщиной e' в интервале от 0,5 до 5 нм, включая граничные значения, причем нижний несплошной металлический слой (123) расположен между указанной стороной (31) и единственным или первым в направлении от указанной стороны (31) металлическим функциональным слоем (140), а верхний несплошной металлический слой (167) находится выше единственного или последнего в направлении от указанной стороны (31) металлического функционального слоя (140, 180, 220).

2. Подложка (30) по п.1, отличающаяся тем, что указанная многослойная система содержит только эти два несплошных металлических слоя и никаких других несплошных металлических слоев.

3. Подложка (30) по п.1 или 2, отличающаяся тем, что каждый несплошной металлический слой (123, 167) находится одной стороной непосредственно на противоотражательном слое (121', 169'), имеющем показатель преломления на 550 нм по меньшей мере 1,9, а другой стороной непосредственно под противоотражательным слоем (121, 169), имеющим показатель преломления на 550 нм по меньшей мере 1,9, причем показатель преломления указанного непосредственно нижнего противоотражательного слоя (121', 169') предпочтительно идентичен показателю преломления указанного непосредственно верхнего противоотражательного слоя (121, 169).

4. Подложка (30) по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что каждый несплошной металлический слой (123, 167) находится одной стороной непосредственно на противоотражательном слое (121', 169'), имеющем оптическую толщину на 550 нм в интервале от 1 нм до 8 нм, включая граничные значения, и даже от 2 до 6 нм, включая граничные значения, а другой стороной непосредственно под противоотражательным слоем (121, 169), имеющим оптическую толщину на 550 нм в интервале от 1 до 8 нм включая граничные значения, и даже от 2 до 6 нм включая граничные значения.

5. Подложка (30) по любому из пп.1-4, отличающаяся тем, что каждый несплошной металлический слой (123, 167) имеет в основе серебро или состоит из серебра.

6. Подложка (30) по любому из пп.1-5, отличающаяся тем, что указанное противоотражательное покрытие (120, 160, 200), находящееся под каждым металлическим функциональным слоем (140, 180, 220), содержит противоотражательный слой (128, 168, 208) со средним показателем преломления, выполненный из материала, имеющего показатель преломления от 1,8 до 2,2 на 550 нм, причем этот противоотражательный слой (128, 168, 208) со средним показателем преломления предпочтительно имеет в основе оксид, и/или этот противоотражательный слой (128, 168, 208) со средним показателем преломления предпочтительно имеет физическую толщину от 5 до 35 нм.

7. Подложка (30) по любому из пп.1-6, отличающаяся тем, что указанное противоотражательное покрытие (120), находящееся между стороной (31) и первым или единственным металлическим функциональным слоем (140), содержит противоотражательный слой (124) с высоким показателем преломления, выполненный из материала, имеющего показатель преломления от 2,3 до 2,7 на 550 нм, причем указанный противоотражательный слой (124) с высоким показателем преломления предпочтительно имеет в основе оксид, и/или указанный противоотражательный слой (124) с высоким показателем преломления предпочтительно имеет физическую толщину от 5 до 25 нм.

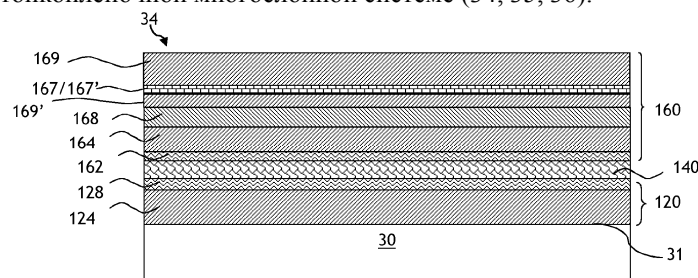
8. Подложка (30) по любому из пп.1-7, отличающаяся тем, что противоотражательное покрытие

(160), находящееся выше первого или единственного металлического функционального слоя (140), на стороне, противоположной стороне (31), включает в себя противоотражательный слой (162) со средним показателем преломления, выполненный из материала, имеющего показатель преломления от 1,8 до 2,2 на 550 нм, причем указанный противоотражательный слой (162) со средним показателем преломления предпочтительно имеет в основе оксид, и/или указанный противоотражательный слой (162) со средним показателем преломления предпочтительно имеет физическую толщину от 5 до 35 нм.

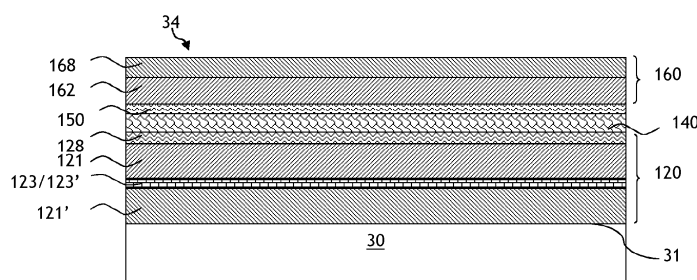
9. Многослойный стеклопакет (100), содержащий по меньшей мере две подложки (10, 30), которые удерживаются вместе рамной структурой (90), причем указанный стеклопакет осуществляет разделение на наружное пространство (ES) и внутреннее пространство (IS), причем между двумя подложками находится по меньшей мере одна газовая прослойка (15), и причем по меньшей мере одна подложка (30) является подложкой по любому из пп.1-8.

10. Способ изготовления подложки (30) по любому из пп.1-8, в котором покрывают одну сторону (31) подложки тонкослойной многослойной системой (34, 35, 36), содержащей по меньшей мере один металлический функциональный слой (140, 180, 220) на основе серебра или из серебра, имеющий толщину e в интервале от 7 до 20 нм, включая граничные значения, и два противоотражательных покрытия (120, 160, 200, 240), причем каждое из указанных противоотражательных покрытий содержит по меньшей мере один противоотражательный слой (128, 168, 208, 248), и указанный функциональный слой (140) расположен между двумя противоотражательными покрытиями (120, 160), отличающийся тем, что указанная многослойная система дополнительно содержит два несплошных металлических слоя (123, 167) каждый толщиной e' в интервале от 0,5 до 5 нм, включая граничные значения, причем нижний несплошной металлический слой (123) расположен между указанной стороной (31) и единственным или первым в направлении от указанной стороны (31) металлическим функциональным слоем (140), а верхний несплошной металлический слой (167) находится выше единственного или последнего в направлении от указанной стороны (31) металлического функционального слоя (140, 180, 220).

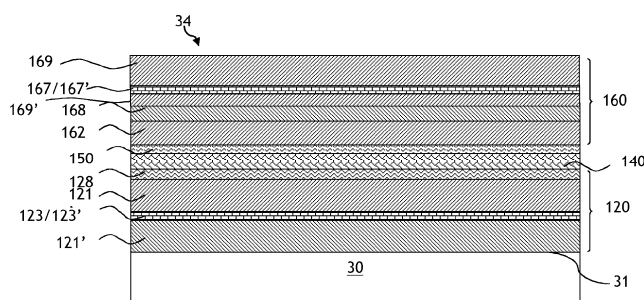
11. Способ по п.10, в котором на подложку (31) осаждают не более чем два несплошных металлических слоя (123, 167) в тонкопленочной многослойной системе (34, 35, 36).



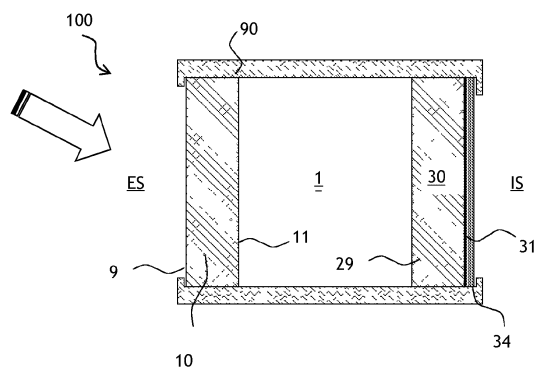
Фиг. 1



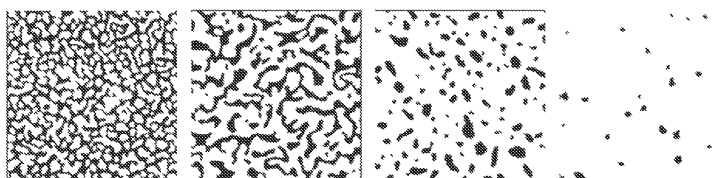
Фиг. 2



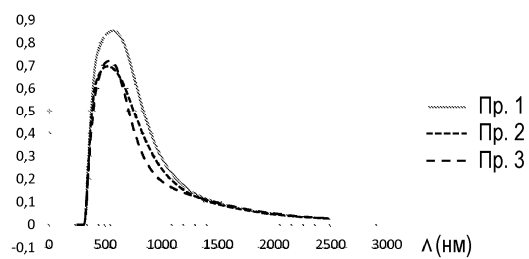
Фиг. 3



Фиг. 4

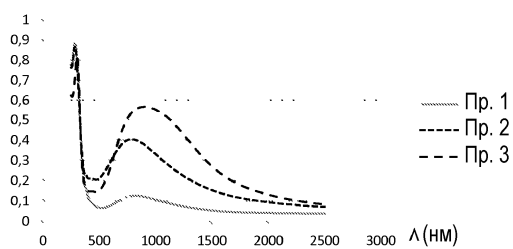


50 нм
Фиг. 5
 T_L

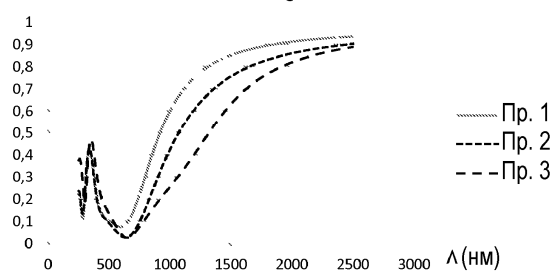


Фиг. 6

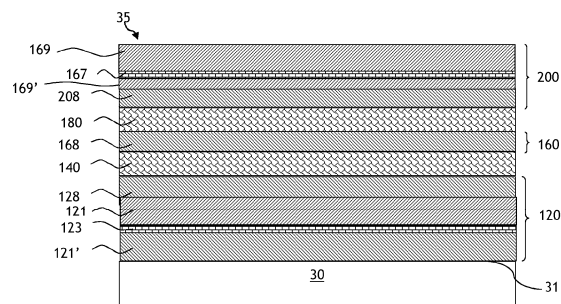
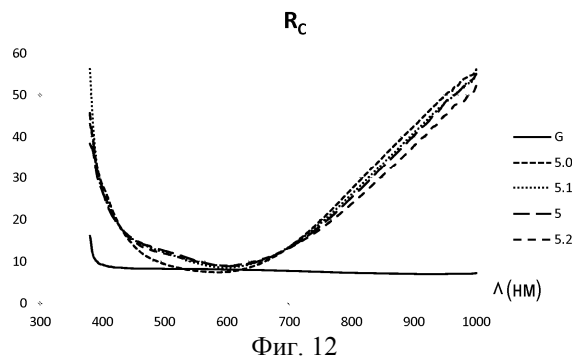
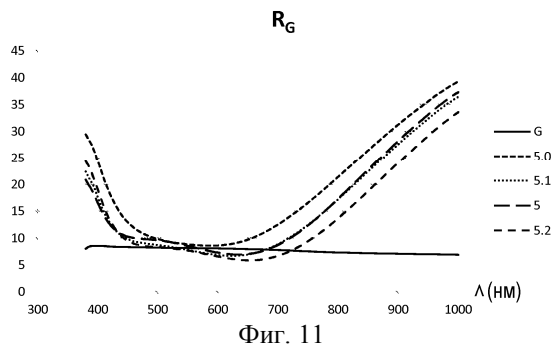
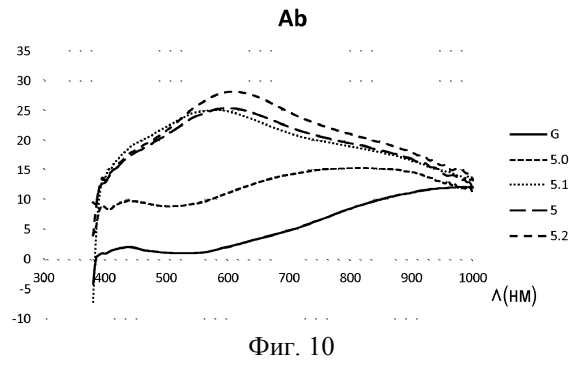
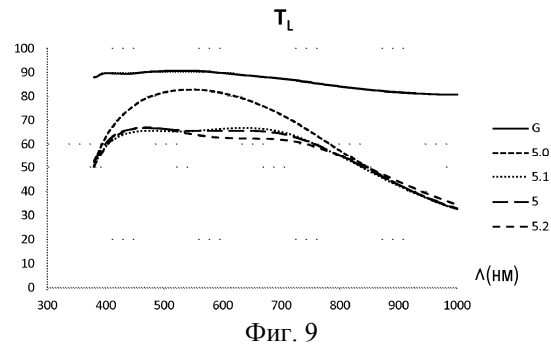
Ab

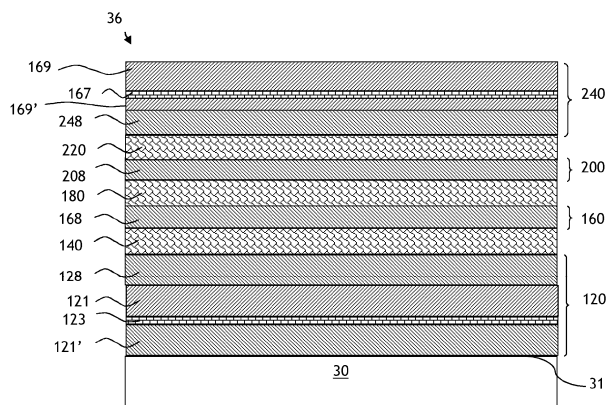


Фиг. 7

 R_c 

Фиг. 8





Фиг. 14

