

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 201692364 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2017.04.28

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

(22) Дата подачи заявки
2015.05.22

(54) ПОДЛОЖКА, СНАБЖЕННАЯ МНОГОСЛОЙНОЙ СИСТЕМОЙ С ДИСКРЕТНЫМИ МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ СЛОЯМИ, СТЕКЛОПАКЕТ, ПРИМЕНЕНИЕ И СПОСОБ

(31) 1454658

(32) 2014.05.23

(33) FR

(86) PCT/FR2015/051354

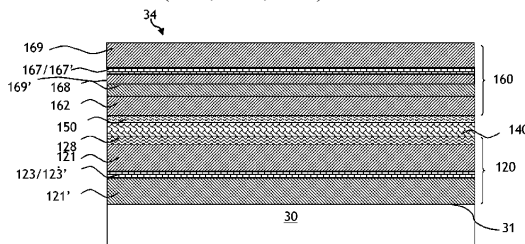
(87) WO 2015/177480 2015.11.26

(71) Заявитель:
СЭН-ГОБЭН ГЛАСС ФРАНС (FR)

(72) Изобретатель:
Кайе Ксавье, Джриби Рамзи, Сингх Лора, Меркадье Николя (FR)

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

(57) Изобретение относится к подложке (30), покрытой на одной поверхности (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), указанный функциональный слой (140) расположен между двумя противоотражательными покрытиями (120, 160), отличающейся тем, что указанная тонкослойная система содержит верхний дискретный металлический слой (167) толщиной e' в интервале от 0,5 до 5 нм, включая граничные значения, причем указанный верхний дискретный металлический слой (167) находится выше единственного или последнего, в направлении от указанной поверхности (31), металлического функционального слоя (140, 180, 220).



201692364

A1

A1

201692364

**ПОДЛОЖКА, СНАБЖЕННАЯ МНОГОСЛОЙНОЙ СИСТЕМОЙ С ДИСКРЕТНЫМИ
МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ СЛОЯМИ, СТЕКЛОПАКЕТ, ПРИМЕНЕНИЕ И СПОСОБ
ОПИСАНИЕ**

Изобретение относится к прозрачной подложке, в частности, из твердого неорганического материала, такого как стекло, причем указанная подложка покрыта тонкослойной 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 стеклянной 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 многослойных стеклопакетов. Эти стеклопакеты могут предназначаться для оснащения как зданий, так и транспортных средств, в частности, чтобы снизить нагрузку на кондиционирование воздуха, и/или чтобы помешать чрезмерному перегреву (стеклопакеты, называемые регулирующими инсоляцией),

и/или чтобы уменьшить количество энергии, рассеиваемой наружу (стеклопакеты, 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 многослойная система может служить электродом для проведения тока (осветительные приборы, устройства отображения информации, солнечные батареи, электрохромные стеклопакеты и т.д.), или могут быть встроены в стеклопакеты, несущие особые функции, как, например, обогреваемые стеклопакеты.

Один известный тип пленочных 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 серебра, 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 блокирующее 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/м², а энергия адгезии между двумя противоотражательными слоями в пять-девять раз выше, чем между серебром и другим противоотражательным слоем. Таким образом, энергия адгезии тонкослойной 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 изобретения заинтересовались возможностью осаждения тонкослойных многослойных систем с одним или несколькими металлическими слоями, и чтобы для единственного металлического функционального слоя или для нескольких металлических слоев толщина была 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 было получить для многослойных систем, содержащих единственный металлический функциональный слой, причем этот металлический функциональный слой является дискретным, а также для многослойных систем, содержащих дискретный металлический слой выше единственного или последнего сплошного металлического функционального слоя системы.

Кроме того, авторы изобретения установили, что полученные таким способом многослойные системы являются прозрачными, без дымки (haze) или без разводов и имеют оттенки, как в пропускании, так и в отражении, близкие к получаемым с системами со сплошными металлическими функциональными слоями.

Таким образом, можно использовать особый диапазон неоднородного поглощения таких дискретных металлических слоев в видимой части спектра, чтобы получить особые эффекты поглощения

в определенном диапазоне длин волн и нейтрализацию некоторых цветовых характеристик (в частности, цвета в отражении со стороны тонкослойной системы или со стороны подложки).

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 дискретным слоем. Этот дискретный слой имеет повышенное светопоглощение в видимой части спектра, сообщается также, что осаждение этого дискретного металлического слоя на станнат цинка, а не на оксид цинка, повышает поглощение света тонкослойной системой, то есть дискретным металлическим слоем, в видимой части спектра. Однако, значения светопоглощения для примеров 1-5, 9, а также для контрпримера 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 (таблица 1) указаны только цвета после термообработки закалкой в системе $L^*a^*b^*$ в отражении со стороны тонкослойной системы, в отражении со стороны подложки и в 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 один дискретный

металлический слой толщиной e' в интервале от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения, причем указанный дискретный металлический слой находится выше единственного или последнего, в направлении от указанной поверхности, металлического функционального слоя.

В одном варианте указанная многослойная система содержит единственный верхний дискретный металлический слой.

В другом варианте указанная многослойная система содержит также нижний дискретный металлический слой толщиной e' от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения, причем указанный нижний дискретный металлический слой находится между, во-первых, указанной поверхностью, а во-вторых, единственным или первым, в направлении от указанной поверхности, металлическим функциональным слоем. В этом варианте указанная многослойная система предпочтительно содержит всего два дискретных металлических слоя, нижний и верхний.

Согласно изобретению, единственный или каждый дискретный металлический слой, нанесенный таким образом, является самоструктурирующимся слоем, имеющим структурирование в виде соединенных друг с другом островков с зонами без покрытия между островками.

Указанный нижний дискретный металлический слой предпочтительно находится внутри верхнего противоотражательного покрытия, т.е. последнего противоотражательного покрытия тонкослойной системы, если смотреть от подложки, имея по противоотражательному слою с каждой стороны; возможный верхний дискретный металлический слой предпочтительно находится внутри нижнего противоотражательного покрытия, имея по одному противоотражательному слою с каждой стороны.

В случае, когда указанная тонкослойная многослойная система содержит несколько функциональных металлических слоев, в частности, несколько функциональных металлических слоев на основе серебра или из серебра, предпочтительно, чтобы противоотражательные покрытия, находящиеся между двумя функциональными металлическими слоями, не содержали дискретного

металлического слоя толщиной от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения.

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

Предпочтительно, указанный один или каждый дискретный металлический слой находится одной стороной непосредственно на противоотражательном слое, имеющем показатель преломления на 550 нм по меньшей мере 1,9, а другой стороной непосредственно под противоотражательным слоем, имеющим показатель преломления на 550 нм по меньшей мере 1,9; причем для указанного одного или каждого дискретного металлического слоя показатель преломления указанного, непосредственно нижнего, противоотражательного слоя предпочтительно идентичен показателю преломления указанного, непосредственно верхнего, противоотражательного слоя.

Кроме того, предпочтительно, чтобы указанный или каждый дискретный металлический слой находился одной стороной непосредственно на противоотражательном слое, имеющем оптическую толщину на 550 нм от 1 нм до 8 нм, включая граничные значения, и даже от 2 нм до 6 нм, включая граничные значения, а другой стороной непосредственно под противоотражательным слоем оптической толщиной на 550 нм от 1 нм до 8 нм, включая граничные значения, и даже от 2 нм до 6 нм, включая граничные значения.

Поскольку этот единственный дискретный металлический слой, или, предпочтительно не более этих двух дискретных металлических слоев в многослойной системе не являются сплошными, это позволяет противоотражательным слоям, которые окружают каждый дискретный 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 дискретным 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 тонкослойной системы в этом месте оказывается значительно выше, в частности, по сравнению со сплошным поглощающим слоем.

Под "дискретным слоем" в контексте настоящего изобретения следует понимать, что если взять квадрат любого размера на поверхности тонкослойной системы согласно изобретению, то в этом квадрате функциональный дискретный 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 дискретного металлического слоя имеет энергию адгезии выше, чем сплошной функциональный слой, а его оптические свойства (пропускание и отражение света, излучательная способность) снижаются, оставаясь в допустимом диапазоне для определенных конкретных приложений.

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

Предпочтительно, чтобы указанный или каждый дискретный 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 основе 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 основе 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, единственный верхний дискретный металлический слой, имеющий толщину e' от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения, причем указанный верхний металлический слой находится выше последнего, в направлении от указанной поверхности, металлического функционального слоя;

- 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, всего два дискретных металлических слоя, причем нижний дискретный металлический слой имеет толщину e' от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения, и указанный нижний дискретный металлический слой находится между, во-первых, указанной поверхностью, а во-вторых, единственным или первым, в направлении от указанной поверхности, металлическим функциональным слоем, а верхний дискретный металлический слой имеет толщину e' от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения, и указанный верхний дискретный металлический слой находится выше 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 этот слой состоит преимущественно из указанного 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 нм 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 дискретный 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 многослойной 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 нм 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 субстехиометрически; это может быть, в частности, слой на основе диоксида титана (из TiO_x) или на основе смешанного оксида цинка и олова (из $\text{Sn}_z\text{Zn}_y\text{O}_x$).

Так, многослойная система может содержать последний слой ("overcoat" по-английски), то есть защитный слой, осажденный предпочтительно субстехиометрически. После осаждения этот слой оказывается в тонкослойной системе окисленным по существу 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.

Стеклопакет 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.

Стеклопакет 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 листовую структуру типа стекло/тонкослойная многослойная система/лист(ы) полимера/стекло/стекло. Полимер может быть, в частности, полимером на основе поливинилбутираля PVB, этиленвинилацетата EVA, полиэтилентерефталата PET, поливинилхлорида PVC.

Кроме того, изобретение относится к применению одного, а предпочтительно не более двух, дискретных 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 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 находится между двумя противоотражательными покрытиями, причем указанная многослойная система содержит, кроме того, верхний дискретный металлический слой толщиной e' от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения, и указанный верхний дискретный металлический слой находится выше единственного или последнего, в направлении от указанной поверхности подложки, металлический функциональный; при этом возможный другой дискретный металлический слой является нижним дискретным металлическим слоем, расположенным между, с одной стороны, указанной поверхностью, а с другой стороны, единственным или первым, в направлении от указанной поверхности, металлическим функциональным слоем и имеет толщину e' в интервале от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения.

Кроме того, изобретение относится к способу осаждения одного, предпочтительно не более двух дискретных металлических

слоев согласно изобретению в тонкослойной системе, содержащей по меньшей мере один металлический функциональный слой на основе серебра или из серебра, имеющий толщину в интервале от 7 нм 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 тонкослойная система содержит, кроме того, верхний дискретный металлический слой толщиной e' в интервале от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения, причем указанный верхний дискретный металлический слой находится выше единственного или последнего, в направлении от указанной поверхности, металлического функционального слоя, а возможный другой дискретный металлический слой является нижним дискретным металлическим слоем, находящимся между, во-первых, указанной поверхностью, а во-вторых, единственным или первым, в направлении от указанной поверхности, металлическим функциональным слоем, и имеет толщину e' от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения.

Таким образом, настоящее изобретение позволяет с успехом получить тонкослойную 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 тонкослойной 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 тонкослойную многослойную систему с 1, 2, 3, 4 и даже большим числом металлических функциональных слоев на основе серебра или из серебра и содержащую один, предпочтительно не более двух, дискретных металлических слоев, 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:

- фигура 1: многослойная система с одним функциональным слоем, содержащая один дискретный металлический слой, причем дискретный металлический слой нанесен выше металлического функционального слоя;

- фигура 2: многослойная система с одним функциональным слоем, содержащая один дискретный металлический слой, причем дискретный металлический слой нанесен ниже металлического функционального слоя;

- фигура 3: многослойная система с одним функциональным слоем, содержащая два дискретных металлических слоя, причем один дискретный металлический слой нанесен выше металлического функционального слоя, а другой дискретный металлический слой нанесен ниже металлического функционального слоя;

- фигура 4: один вариант однокамерного стеклопакета, включающего многослойную систему согласно изобретению;

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

- фигура 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 ;

- фигура 7: спектр поглощения A_b (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 ;

- фигура 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 ;

- фигура 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 ;

- фигура 10: спектр поглощения A_b , в %, для подложки без покрытия и для примеров 5, 5.0, 5.1 и 5.2 в зависимости от длины волны λ ;

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

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

- фигура 13: многослойная система с двумя функциональными слоями, содержащая два дискретных металлических слоя, причем один дискретный металлический слой нанесен ниже первого металлического функционального слоя, а другой дискретный металлический слой нанесен выше второго металлического функционального слоя;

- фигура 14: многослойная система с тремя функциональными слоями, содержащая два дискретных металлических слоя, причем один дискретный металлический слой нанесен ниже первого металлического функционального слоя, а другой дискретный металлический слой нанесен выше третьего металлического функционального слоя.

Фигуры 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 тонкослойной системы, чтобы защитить функциональный слой.

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

Когда многослойная система с одним функциональным слоем используется в стеклопакете 100 однокамерной конструкции, какая показана на фигуре 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.

Тонкослойная 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).

Фигура 4 иллюстрирует такое расположение тонкослойной 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 дискретного 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 на основе примера 1 и дополнительно содержит в верхней части многослойной системы с одним функциональным слоем верхний дискретный 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 дискретный металлический слой 123;

- пример 6 является сравнительным примером, который основан на примере 1 и который дополнительно содержит в нижней части тонкослойной 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 функциональный слоем нижний дискретный металлический слой 123, и который, кроме того, содержит в верхней части многослойной системы с одним функциональным слоем верхний дискретный металлический слой 167.

Для всех рассматриваемых ниже многослойных систем условия осаждения слоев следующие:

Слой	Используемая мишень	Давление осаждения	Газ
$\text{Si}_3\text{N}_4:\text{Al}$	$\text{Si}:\text{Al}=92:8$ (вес.%)	$1,5 \cdot 10^{-3}$ мбар	$\text{Ar}/(\text{Ar}+\text{N}_2)$ 45%
TiO_2	TiO_2	$1,5 \cdot 10^{-3}$ мбар	$\text{Ar}/(\text{Ar}+\text{O}_2)$ 45%
ZnO	ZnO	$1,5 \cdot 10^{-3}$ мбар	$\text{Ar}/(\text{Ar}+\text{O}_2)$ 83%
NiCr	NiCr , 80:20 (вес.%)	$2 \cdot 10^{-3}$ мбар	Ar 100%
Ag	Ag	$8 \cdot 10^{-3}$ 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 $\text{Si}_3\text{N}_4:\text{Al}$, или TiO_2 , или ZnO ;

ii) сплошные функциональные металлические слои 140 из серебра, материала, способного отражать инфракрасное и/или солнечное излучение;

iii) верхние блокирующие слои 150, предназначенные для защиты функционального слоя от изменения его природы при осаждении тонкослойной 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: дискретные 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' и/или 167' из титана; этот тип слоя является сплошным.

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

Для рассматриваемых тонкослойных 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 тонкослойная 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, дискретный металлический слой, DML, является дискретным слоем, у которого доля занятой поверхности (доля от поверхности слоя, расположенного непосредственно под дискретным металлическим слоем и покрытого дискретным металлическим слоем) предпочтительно составляет от 50% до 98%.

Согласно изобретению, дискретный 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, дискретный 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.

Фигура 5 показывает, слева направо:

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

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

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

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

полученные для тонкослойной 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 фигуре 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 тонкослойной 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 таблице 1 ниже приведены геометрические, или физические, толщины (то есть, не оптические толщины) в нанометрах для каждого слоя из примеров 1-3, согласно фигуре 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 - $\text{Si}_3\text{N}_4\text{:Al}$	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 таблице 2 ниже приведены физические толщины в нанометрах для каждого слоя из примеров 4 и 5, согласно фигуре 2:

Таблица 2

Слой	Пример 4	Пример 5
168 - $\text{Si}_3\text{N}_4:\text{Al}$	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 таблице 3 приведены физические толщины в нанометрах для каждого слоя из примеров 6 и 7, согласно фигуре 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 - $\text{Si}_3\text{N}_4:\text{Al}$	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 основные 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 дискретный 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 дискретный 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 дискретный металлический слой в нижнем противоотражательном покрытии и один дискретный металлический слой в верхнем противоотражательном покрытии (пример 7), которая имеет более высокий солнечный фактор g , чем тонкослойная 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 .

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

Фигура 6 показывает, что многослойная система со слоем DML (пример 3) позволяет получить светопропускание в видимой части спектра, очень близкое к получаемому с тонкослойной 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.

Фигуры 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 дискретного 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 дискретный 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 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, $\text{Si}_3\text{N}_4\text{:Al}$, 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.

Фигуры 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.

Фигура 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 тонкослойной системы, и два дискретных 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.

Фигура 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 дискретных 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.

Фигура 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 дискретных 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 светоотражением, но имеющие более нейтральные цвета в пропускании и в отражении, чем если бы оба дискретных металлических слоя были заменены в каждой конфигурации поглощающим металлическим слоем.

Исходя из фигур 13 и 14, можно предусмотреть единственный нижний дискретный металлический слой 123, который расположен

между, с одной стороны, указанной поверхностью 31, а с другой стороны, первым, в направлении от указанной поверхности 31, металлическим функциональным слоем 140 или единственный верхний дискретный металлический слой 167, который расположен выше последнего, в направлении от указанной поверхности 31, металлического функционального слоя 180, 220.

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 плазмонных 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. Подложка (30), покрытая на одной поверхности (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 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), отличающаяся тем, что указанная тонкослойная система содержит верхний дискретный металлический слой (167) толщиной e' в интервале от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения, причем указанный верхний дискретный металлический слой (167) находится выше единственного или последнего, в направлении от указанной поверхности (31), металлического функционального слоя (140, 180, 220).

2. Подложка (30) по п. 1, отличающаяся тем, что указанная многослойная система содержит единственный верхний дискретный металлический слой (167).

3. Подложка (30) по п. 1, отличающаяся тем, что указанная многослойная система дополнительно содержит нижний дискретный металлический слой (163) толщиной e' в интервале от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения, причем указанный нижний дискретный металлический слой (123) находится между, с одной стороны, указанной поверхностью (31), а с другой стороны, единственным или первым, в направлении от указанной поверхности (31), металлическим функциональным слоем (140).

4. Подложка (30) по любому из пунктов 1-3, отличающаяся тем, что указанный, или каждый, дискретный 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).

5. Подложка (30) по любому из пунктов 1-4, отличающаяся тем, что указанный, или каждый дискретный металлический слой (123, 167) находится, с одной стороны, непосредственно на противоотражательном слое (121', 169'), имеющем оптическую толщину на 550 нм от 1 нм до 8 нм, включая граничные значения, и даже от 2 нм до 6 нм, включая граничные значения, а с другой стороны непосредственно под противоотражательным слоем (121, 169), имеющим оптическую толщину на 550 нм от 1 нм до 8 нм, включая граничные значения, и даже от 2 нм до 6 нм, включая граничные значения.

6. Подложка (30) по любому из пунктов 1-5, отличающаяся тем, что указанный, или каждый, дискретный металлический слой (123, 167) имеет в основе серебро или состоит из серебра.

7. Подложка (30) по любому из пунктов 1-6, 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, 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 предпочтительно имеет в основе оксид, и/или этот противоотражательный слой (128, 168, 208) со средним показателем предпочтительно имеет физическую толщину от 5 до 35 нм.

8. Подложка (30) по любому из пунктов 1-7, отличающаяся тем, что указанное противоотражательное покрытие (120), находящееся между поверхностью (31) и первым или 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 в основе оксид, и/или указанный противоотражательный слой (124) с высоким показателем предпочтительно имеет физическую толщину от 5 до 25 нм.

9. Подложка (30) по любому из пунктов 1-8, отличающаяся тем, что противоотражательное покрытие (160), находящееся выше первого или единственного металлического функционального слоя (140), напротив поверхности (31), включает в себя 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 в основе оксид, и/или указанный противоотражательный слой (162) со средним показателем предпочтительно имеет физическую толщину от 5 до 35 нм.

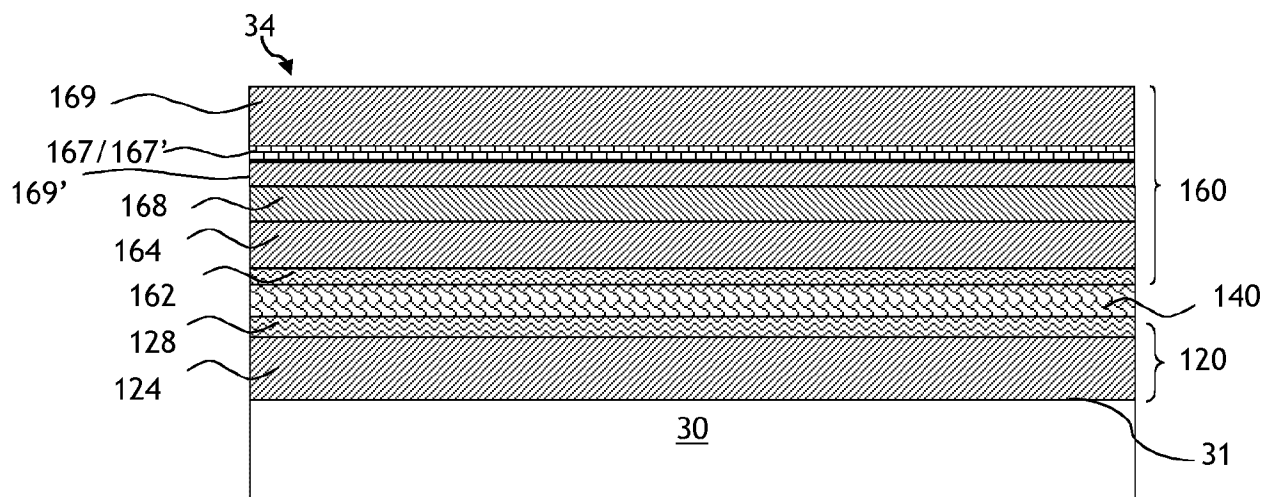
10. Многослойный стеклопакет (100), содержащий по меньшей мере две подложки (10, 30), которые удерживаются вместе рамной структурой (90), причем указанный стеклопакет осуществляет разделение на наружное пространство (ES) и внутреннее пространство (IS), причем между двумя подложками находится по меньшей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

11. Применение дискретного металлического слоя, предпочтительно не более двух дискретных металлических слоев (123, 167) в тонкослойной многослойной системе (34, 35, 36), нанесенной на подложку (30) по любому из пунктов 1-9.

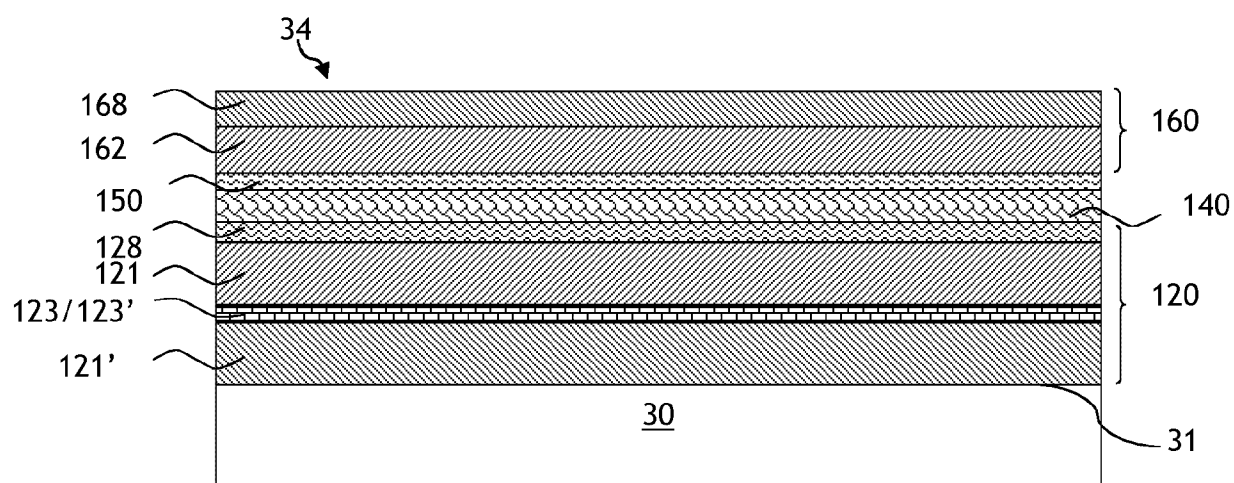
12. Способ осаждения дискретного металлического слоя, предпочтительно не более двух дискретных металлических слоев (123, 167) в тонкослойной многослойной системе (34, 35, 36), которая нанесена на подложку (30) по любому из пунктов 1-9.

По доверенности

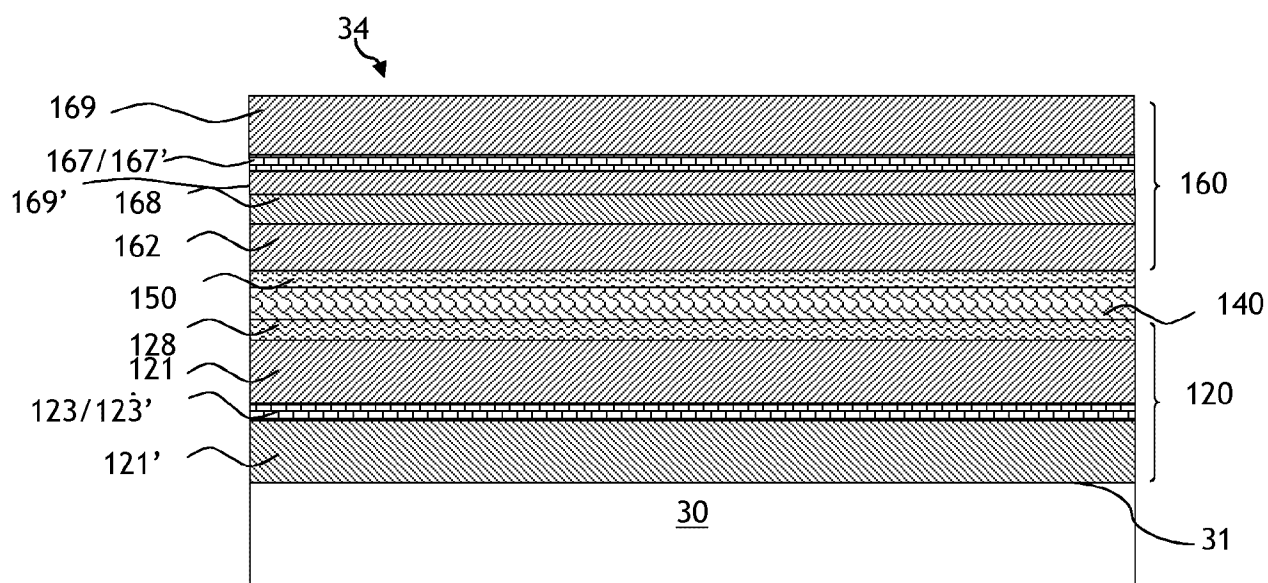
1/6



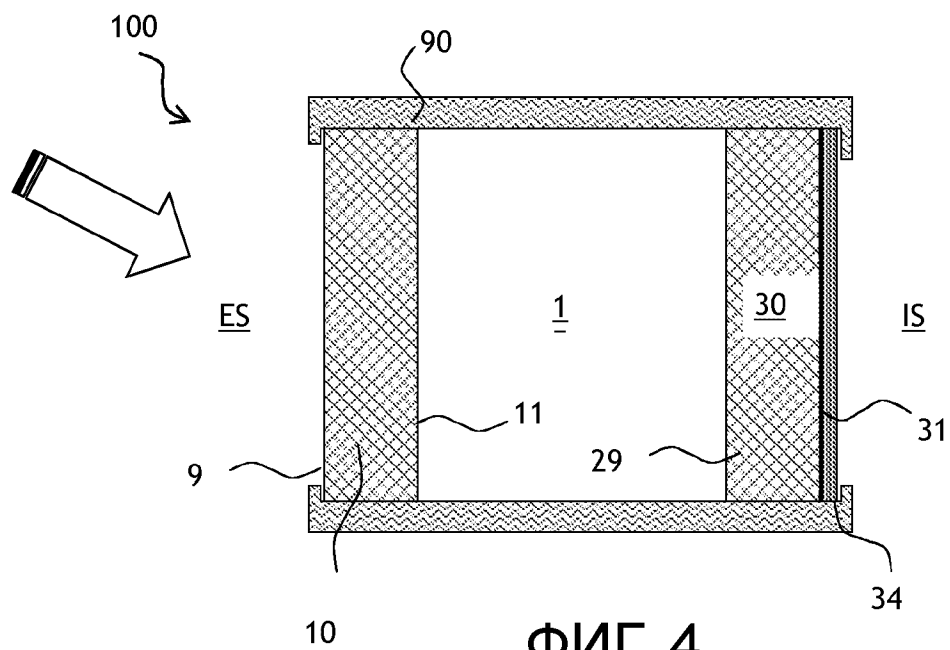
ФИГ. 1



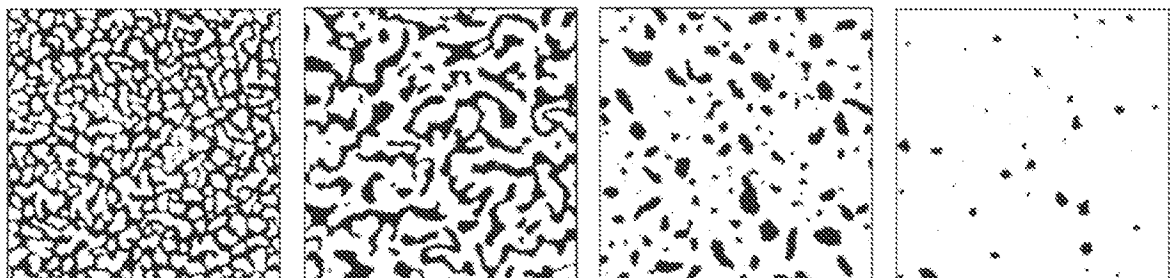
ФИГ. 2



ФИГ. 3



ФИГ. 4

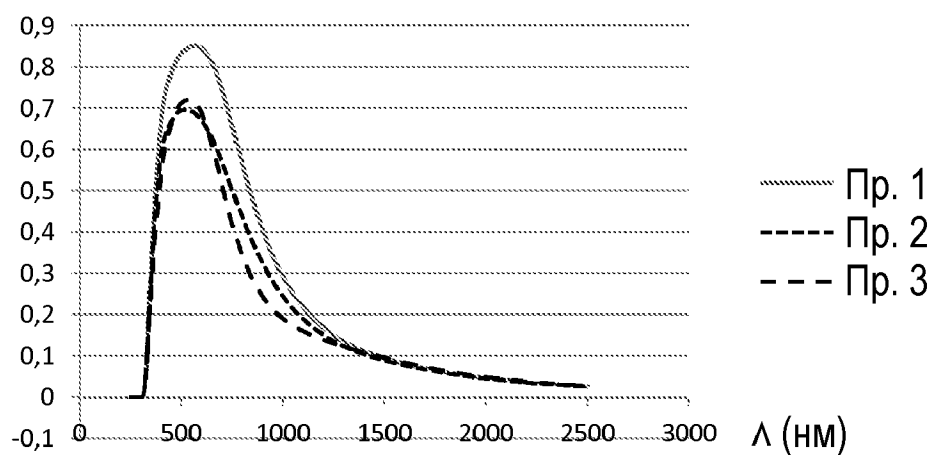


50 нм

ФИГ. 5

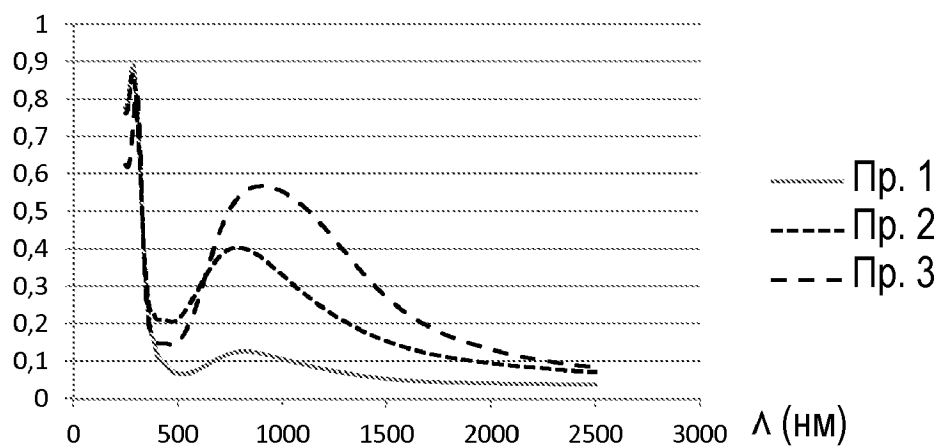
3/6

T_L



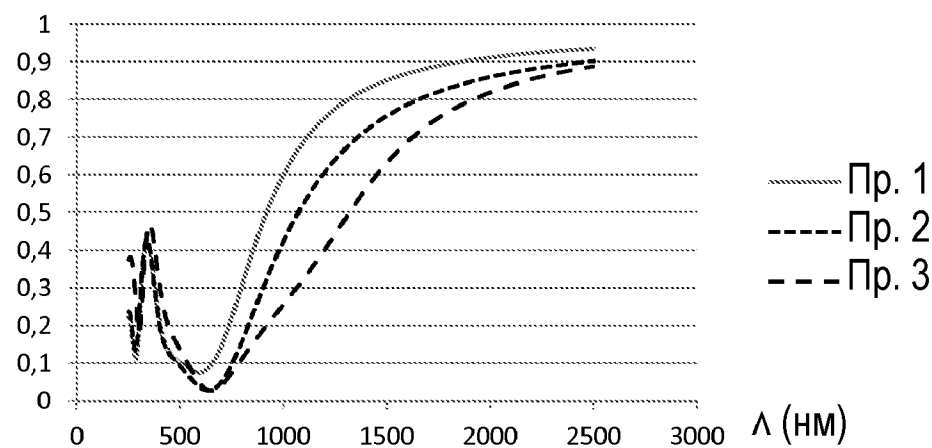
ФИГ. 6

A_b



ФИГ. 7

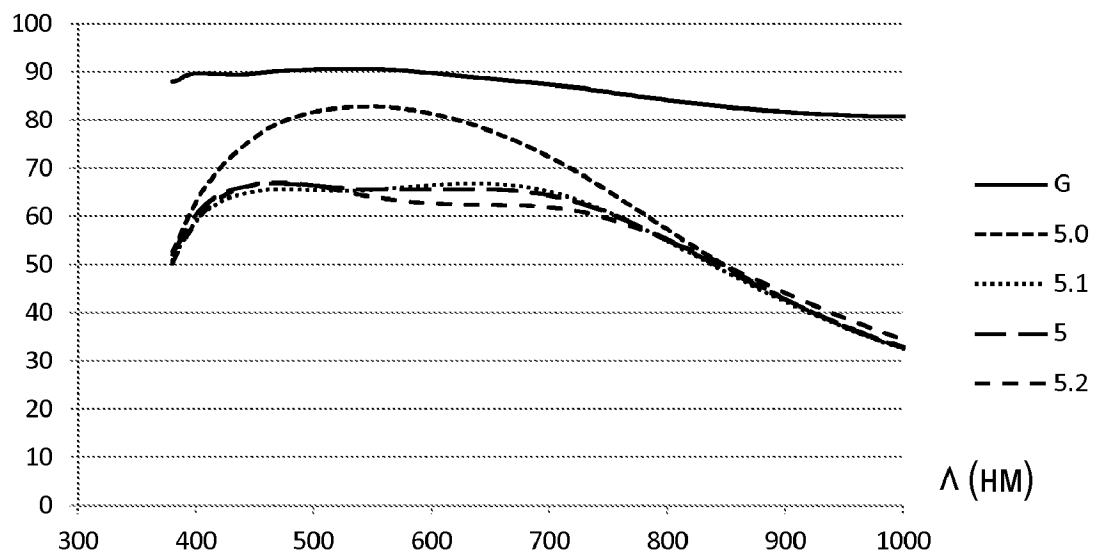
R_c



ФИГ. 8

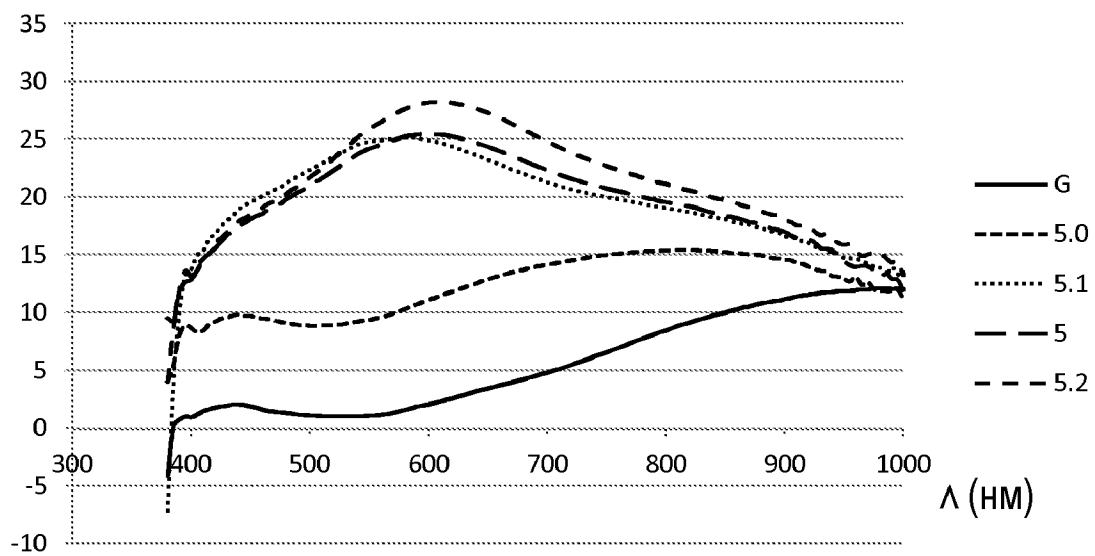
4/6

T_L



ФИГ. 9

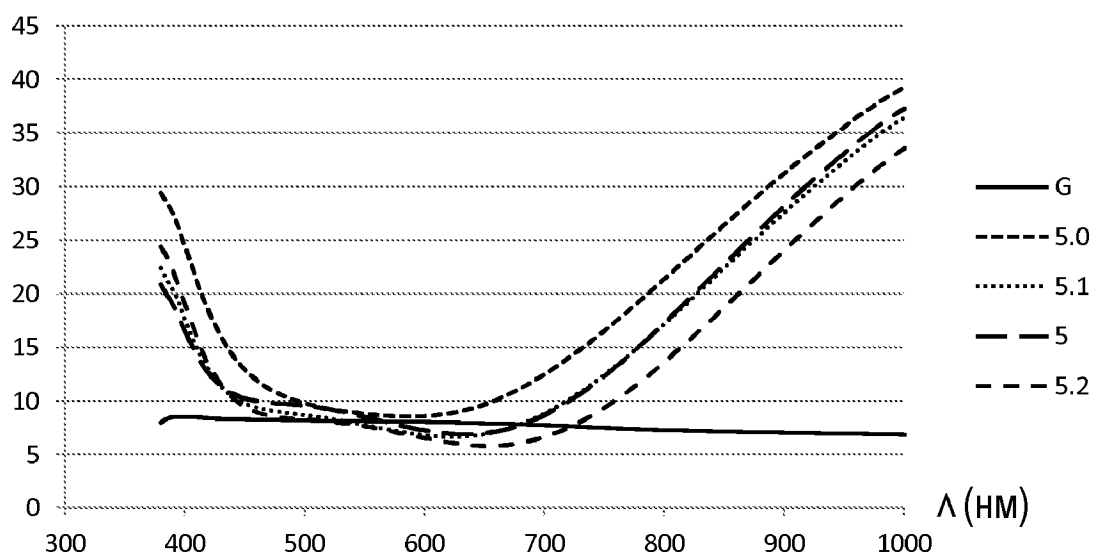
Ab



ФИГ. 10

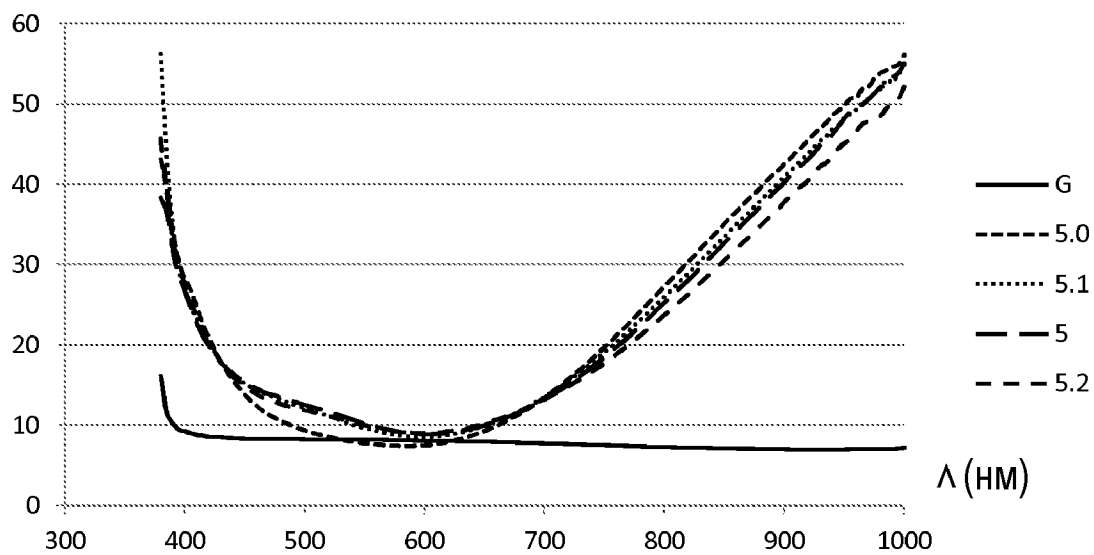
5/6

R_G

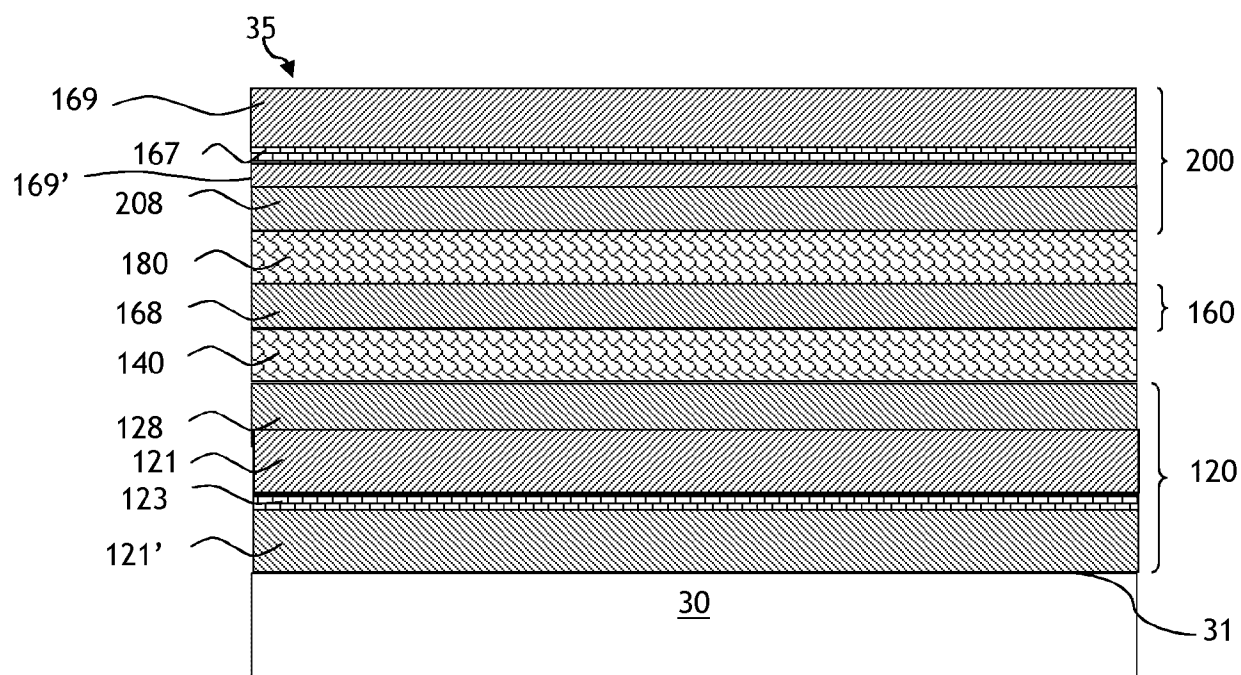


ФИГ. 11

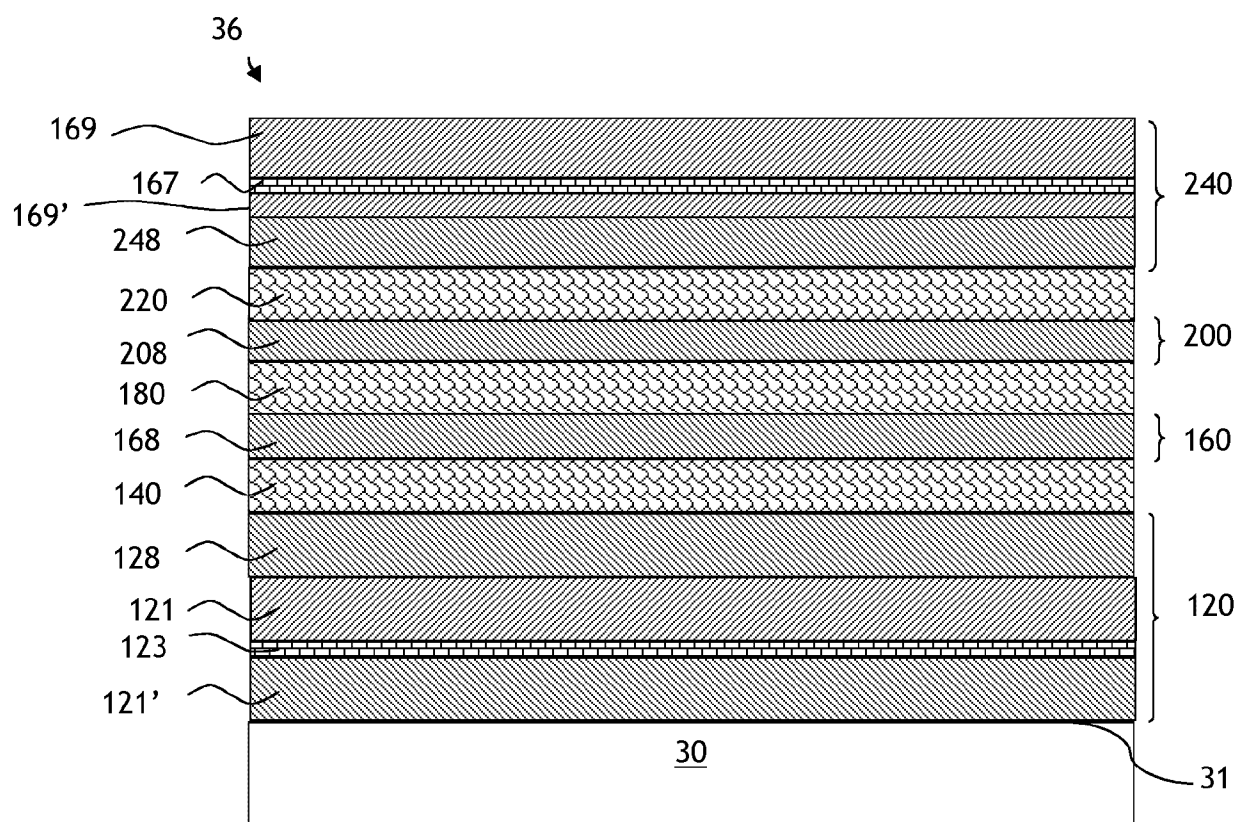
R_C



ФИГ. 12



ФИГ. 13



ФИГ. 14