(19) Евразийское патентное ведомство

(21) 201692390 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2017.04.28

(22) Дата подачи заявки
2015.05.22

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

(54) ПОДЛОЖКА, СОДЕРЖАЩАЯ МНОГОСЛОЙНУЮ СИСТЕМУ, ВКЛЮЧАЮЩУЮ НЕСПЛОШНОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ СЛОЙ, СТЕКЛОПАКЕТ, ПРИМЕНЕНИЕ И СПОСОБ

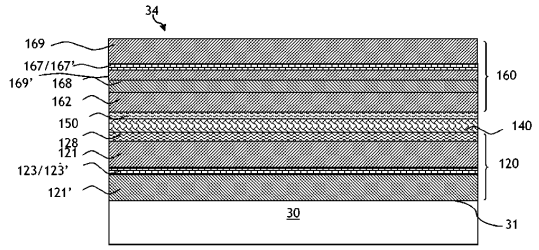
(31) **1454657**
(32) **2014.05.23**
(33) **FR**
(86) **PCT/FR2015/051352**
(87) **WO 2015/177479 2015.11.26**

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

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

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

(57) Настоящим изобретением предлагается подложка (30), которую покрывает на одной поверхности (31) тонкопленочная многослойная система (34, 35, 36), включающая по меньшей мере один функциональный металлический слой (140, 180, 220), который изготавливается из серебра или на основе серебра и имеет толщину e, составляющую от 7 до 20 нм, включая граничные значения, и два противоотражающих покрытия (120, 160, 200, 240), причем каждое из вышеупомянутых противоотражающих покрытий включает по меньшей мере один противоотражающий слой (124, 164, 204, 244), причем вышеупомянутый функциональный слой (140) располагается между двумя противоотражающими покрытиями (120, 160), и подложка отличается тем, что вышеупомянутая многослойная система включает подстилающий несплошной металлический слой (123), который имеет толщину e', составляющую от 0,5 до 5 нм, включая граничные значения, причем вышеупомянутый подстилающий несплошной металлический слой (123) заключают между собой, с одной стороны, вышеупомянутая поверхность (31) и, с другой стороны, единственный или первый функциональный металлический слой (140), если считать, начиная от вышеупомянутой поверхности (31).



201692390 A1

201692390 A1

ПОДЛОЖКА, СОДЕРЖАЩАЯ МНОГОСЛОЙНУЮ СИСТЕМУ, ВКЛЮЧАЮЩУЮ НЕСПЛОШНОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ СЛОЙ, СТЕКЛОПАКЕТ, ПРИМЕНЕНИЕ И СПОСОБ

Настоящим изобретением предлагается прозрачная подложка, изготовленная, в частности, из жесткого минерального материала, такого как стекло, причем вышеупомянутую подложку покрывает тонкопленочная многослойная система, включающая один или несколько функциональных слоев, которые способны воздействовать на солнечное излучение и/или длинноволновое инфракрасное излучение.

Более конкретно, настоящим изобретением предлагается подложка, в частности, прозрачная стеклянная подложка, которую покрывает тонкопленочная многослойная система, включающая "n" металлических функциональных слоев, в частности, функциональных слоев на основе серебра или металлического сплава, содержащего серебро, и "(n+1)" противоотражающих покрытий, где n представляет собой целое число, составляющее 1 или более, которые чередуются друг с другом, таким образом, что каждый функциональныйя слой располагается между двумя противоотражающими покрытиями. Каждое противоотражающее покрытие включает, по меньшей мере, один противоотражающий слой, причем каждое покрытие предпочтительно состоит из множества слоев, из которых, по меньшей мере, один слой или даже каждый слой представляет собой противоотражающий слой. Здесь понятие "противоотражающий слой" является синонимом по отношению к понятию "диэлектрический слой"; причем понятие "диэлектрический слой" используется, главным образом, как противоположное по отношению к понятию "металлический функциональный слой", поскольку металлическая природа таких функциональных слоев означает, что они не могут быть диэлектрическими.

Более конкретно, настоящим изобретением предлагается использование таких подложек в изготовлении теплоизоляционных и/или солнцезащитных стеклопакетах. Эти стеклопакеты могут предназначаться для использования в зданиях или транспортных средствах, в частности, в целях уменьшения потребности в

кондиционировании воздуха или предотвращения чрезмерного перегрева (это осуществляют так называемые "солнцезащитные" стеклопакеты) и/или в целях уменьшения рассеяния энергии в окружающую среду (это осуществляют так называемые "низкоэмиссионные" стеклопакеты), поскольку непрерывно увеличивается площадь остекленных поверхностей зданий и салонов пассажирских транспортных средств.

Эти подложки могут, в частности, встраиваться в электронные устройства (такие как осветительное устройство, дисплейное устройство, фотоэлектрическая панель, электрохромный стеклопакет и т. д.), причем многослойный материал в таком случае может использоваться в качестве токопроводящего электрода, или он может встраиваться в стеклопакеты, имеющие определенные функциональные свойства, такие как, например, нагреваемые стеклопакеты.

Известная пленочная многослойная система одного типа, которая придает подложкам такие свойства, сформирована с функциональным металлическим слоем, имеющим отражающие свойства по отношению к инфракрасному излучению и/или по отношению к солнечному излучению, в частности, металлическим функциональныймслоем, основу которого составляет серебро или металлический сплав, содержащий серебро, или который полностью изготавливается из серебра.

Таким образом, в многослойной системе данного типа функциональный металлический слой располагается между двумя противоотражающими диэлектрическими покрытиями, каждое из которых, как правило, включает множество слоев, каждый из которых выполнен из противоотражающего материала, представляющего собой нитрид (в частности, нитрид алюминия или кремния) или оксид.

Однако в некоторых случаях защитное покрытие вставляют между одним или каждвм противоотражающим покрытием и функциональным металлическим слоем, причем защитное покрытие располагается под функциональнымслоем, т.е. на той же стороне, на которой находится подложка, защищая функциональный слой в процессе любой высокотемпературной термической обработки, такой

как термическая обработка, представляющая собой изгиб и/или закалку, а защитное покрытие, расположенное на функциональным слое, т.е. на стороне, противоположной по отношению к подложке, защищает этот слой от возможного разрушения в процессе осаждение вышележащего противоотражающего покрытия и в процессе любой высокотемпературной термической обработки, такой как термическая обработка, представляющая собой изгиб и/или закалку.

В настоящее время, как правило, оказывается желательным, чтобы каждый металлический функциональный слой представлял собой сплошной слой, т.е. на всей площади и на протяжении всей толщины состоял из рассматриваемого металлического материала.

Для данного материала (например, серебра) и в условиях осаждения, которые являются традиционными для данного материала, специалисты в данной области техники считают, что сплошной слой получается только тогда, когда осаждается слой, имеющий определенную толщину.

Энергия адгезии между сплошным серебряным слоем и противоотражающими слоями является очень низкой, составляя приблизительно 1 Дж/м^2, а энергия адгезии между двумя противоотражающими слоями превышает от 5 до 9 раз энергию адгезии между серебряным слоем и противоотражающим слоем. Энергия адгезии многослойного материала, включающего, по меньшей мере, один функциональный слой, который изготавливается из серебра или на основе серебра, таким образом, ограничивается низкой энергией адгезии между сплошными металлическими функциональными слоями и другими материалами.

Авторы настоящего изобретения исследовали возможность осаждения тонкопленочных многослойных систем, включающих один или несколько металлических слоев, и возможность изготовления одного или нескольких таких металлических слоев, у которых толщина составляет менее чем минимальная толщина, требуемая для получения сплошного слоя в рассматриваемых условиях.

Авторы настоящего изобретения наблюдали, что многослойные системы, включающие несплошной металлический слой, которвй размещен между подложкой и единственным или первыйм сплошном

функциональным металлическим слоем многослойной системы, имеют высокую механическую прочность и, по существу, что является еще более неожиданным, высокую химическую стойкость.

Кроме того, авторы настоящего изобретения наблюдали, что многослойные системы, изготовленные таким образом, являются прозрачными (у них отсутствуют мутность и радужность) и проявляют цвет, как в проходящем, так и в отраженном свете, который является аналогичным цвету, который проявляют многослойные системы, включающие один или несколько аналогичных сплошных функциональных металлических слоев.

Таким образом, оказывается возможным использование неоднородного поглощения в определенном диапазоне видимого света такого несплошного металлического слояслоя для получения специфических эффектов поглощения при длине волны в определенных диапазонах, чтобы нейтрализовать определенные цветовые характеристики (в частности, цвет в отраженном свете на стороне многослойной системы или на стороне подложки).

Кроме того, в контексте настоящего изобретения, оказывается возможным получение более высокого солнечного фактора, чем в случае аналогичного многослойного материала, в котором отсутствуют несплошные дискретные металлические слои или присутствуют один или несколько непрерывных поглощающих слоев.

Что касается предшествующего уровня техники, из международной патентной заявки № WO 2011/123402 известны многослойные системы, включающие три металлических функциональных слоя, из которых первый металлический функциональный слой является несплошным и располагается между двумя другими слоями. Этот несплошной слой имеет высокое светопоглощение в видимом диапазоне, и считается, что осаждение этого несплошного металлического слоя на станнат цинка, а не на оксид цинка, увеличивает светопоглощение в видимом свете, которое имеет многослойная система, т.е. несплошной металлический слой. Однако значения светопоглощения не указываются для примеров 1-5 и 9 или для сравнительного примера 6.

Кроме того, не определены интегрированные значения для светопропускания и светоотражения на стороне подложки или многослойной системы; только цвета в системе L*a*b* после закалки при отражении на стороне многослойной системы, при отражении на стороне подложки и в проходящем свете определены для покрытых подложек, не включенных в стеклопакеты (таблица 1).

Светопропускание (VLT) определено в примерах 1-4, но только после установки покрытой подложки в двойной стеклопакет; оно составляет в среднем 40%.

Таким образом, один объект настоящего изобретения в его наиболее широкой акцептации представляет собой подложку по пункту 1 формулы изобретения. Данную подложку на одной поверхности покрывает тонкопленочная многослойная система, включающая, по меньшей мере, один функциональный металлический слой, который изготавливается из серебра или на основе серебра и имеет толщину e, составляющую от 7 нм до 20 нм, включая граничные значения, и два противоотражающих покрытия, причем каждое из вышеупомянутых противоотражающих покрытий включает, по меньшей мере, один противоотражающий слой, причем вышеупомянутый функциональный слой располагается между двумя противоотражающими покрытиями. Вышеупомянутая многослойная система включает подстилающий несплошной металлический слой, который имеет толщину e′, составляющую от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения, причем вышеупомянутый подстилающий несплошной металлический слой заключают между собой, с одной стороны, вышеупомянутая поверхность и, с другой стороны, единственный или первый функциональный металлический слой, если считать, начиная от вышеупомянутой поверхности.

Согласно одному варианту осуществления, вышеупомянутая многослойная система включает только один подстилающий несплошной металлический слой.

Согласно еще одному варианту осуществления, вышеупомянутая многослойная система дополнительно включает вышележащий несплошной металлический слой, которая имеет толщину e′,

составляющую от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения, причем вышеупомянутый вышележащий несплошной металлический слой располагается над единственным или последним функциональным металлическим слоем, если считать, начиная от вышеупомянутой поверхности. Согласно данному варианту осуществления, в таком случае в вышеупомянутой многослойной системе предпочтительно присутствуют только два несплошных металлических слоя, в том числе подстилающий несплошной металлический слой и вышележащий несплошной металлический слой.

Согласно настоящему изобретению, несплошной металлический слой, осажденный таким способом, или каждый несплошной металлический слой, осажденный таким способом, представляет собой самоструктурирующуюся слоистую конструкцию, которая предпочтительно присутствует в форме взаимосоединенных островков, причем зоны между этими островками не являются покрытыми.

Вышеупомянутый подстилающий несплошной металлический слой предпочтительно располагается в составе подстилающего противоотражающего покрытия, и на каждой его стороне располагается противоотражающий слой; кроме того, необязательный вышележащий несплошной металлический слой предпочтительно располагается в составе вышележащего противоотражающего покрытия, представляющего собой последнее противоотражающее покрытие многослойной системы, если считать, начиная от подложки, и на каждой его стороне располагается противоотражающий слой.

В том случае, когда вышеупомянутая тонкопленочная многослойная система включает множество металлических функциональных слоев, в частности, множество металлических функциональных слоев, изготовленных из серебра или на основе серебра, предпочтительно ни одно из противоотражающих покрытий, которые располагаются между двумя металлическими функциональными слоями, не включает несплошной металлический слой, толщина которого составляет от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения.

В контексте настоящего изобретения, несплошной

металлический слой или каждый несплошной металлический слой может иметь толщину e′, составляющую от 0,5 нм до 2 нм, включая эти граничные значения.

Предпочтительно вышеупомянутый единственный или каждый несплошной металлический слой располагается, одной стороной, непосредственно на противоотражающем слое, у которой показатель преломления при 550 нм составляет, по меньшей мере, 1,9, и, другой стороной, непосредственно под противоотражающим слоем, у которой показатель преломления при 550 нм составляет, по меньшей мере, 1,9; для вышеупомянутого единственного или каждого несплошного металлического слоя показатель преломления вышеупомянутого противоотражающего слоя, расположенного непосредственно ниже, предпочтительно является таким же, как показатель преломления вышеупомянутого противоотражающего слоя, расположенного непосредственно выше.

Кроме того, вышеупомянутый единственный или каждый несплошной металлический слой предпочтительно располагается, одной стороной, непосредственно на противоотражающем слое, у которого оптическая толщина при 550 нм составляет от 1 нм до 8 нм, включая граничные значения, или даже составляет от 2 нм до 6 нм, включая граничные значения, и, другой стороной, непосредственно под противоотражающим слоем, у которой оптическая толщина при 550 нм составляет от 1 нм до 8 нм, включая граничные значения, или даже составляет от 2 нм до 6 нм, включая граничные значения.

Поскольку этот единственный несплошной металлический слой или, что наиболее предпочтительно, эти два несплошных металлических слоя в многослойной системе не являются непрерывными, это позволяет противоотражающим слоям, которые окружают несплошной металлический слой или каждый несплошной металлический слой, осуществлять непосредственный контакт. Противоотражающие слои прочно прикрепляются друг к другу в этих зонах непосредственного контакта. Любая трещина, которая образуется на наименее прочной поверхности раздела, т.е. на поверхности раздела между несплошным металлическим слоем и

прилегающим противоотражающим слоем, таким образом, должна дальше распространяться между двумя противоотражающими слоями, и для этого, следовательно, потребуется большее количество энергии. Энергия адгезии многослойной системы в этом месте, таким образом, значительно повышается, в частности, в случае непрерывного поглощающего слоя.

В контексте настоящего изобретения выражение "несплошной слой" следует понимать как означающее, что если рассматривается квадрат любого размера на поверхности многослойной системы согласно настоящему изобретению, то в этом квадрате несплошной функциональный слой предпочтительно покрывает только от 50% до 98% площади квадрата или предпочтительнее от 53% до 83% площади квадрата, или предпочтительнее от 63% до 83% площади квадрата, соответственно.

Считается, что квадрат располагается на основной части покрытия; в контексте настоящего изобретения не рассматривается создание определенной границы или определенной краевой области, которая была бы в таком случае скрытой в конечном изделии.

Согласно настоящему изобретению, самоструктурирующийся несплошной металлический слой этого типа имеет более высокую энергию адгезии, чем энергия адгезии непрерывного металлического функционального слоя, и его оптические свойства (светопропускание, светоотражение и излучательная способность), хотя и ухудшаются, все же остаются в пределах, которые являются приемлемыми для определенных конкретных приложений.

Вышеупомянутый единственный или каждый несплошной металлический слой предпочтительно изготавливается из серебра или на основе серебра.

Предпочтительно вышеупомянутый единственный или каждый несплошной металлический слой не вступает в непосредственный контакт, в том числе сверху или снизу, с непрерывным металлическим слоем.

Кроме того, оказывается возможным:

- что вышеупомянутое противоотражающее покрытие, расположенное под каждым металлическим функциональным слоем, включает противоотражающий слой, который имеет средний

показатель преломления и изготавливается из материала, у которого показатель преломления составляет от 1,8 до 2,2 при 550 нм, причем данный противоотражающий слой, имеющий средний показатель преломления, предпочтительно имеет оксидную основу, и/или данный противоотражающий слой, имеющий средний показатель преломления, предпочтительно имеет физическую толщину, составляющую от 5 до 35 нм;

- что вышеупомянутое противоотражающее покрытие, которое заключают между собой поверхность и первый или единственный металлический функциональный слой, включает противоотражающий слой, который имеет высокий показатель преломления и изготавливается из материала, у которого показатель преломления составляет от 2,3 до 2,7 при 550 нм, причем данная противоотражающий слой, имеющий высокий показатель преломления предпочтительно имеет оксидную основу, и/или данный противоотражающий слой, имеющий высокий показатель преломления, предпочтительно имеет физическую толщину, составляющую от 5 до 25 нм;

- что противоотражающее покрытие, расположенное над первым или единственным металлическим функциональным слоем, на стороне, противоположной поверхности, включает противоотражающий слой, который имеет средний показатель преломления и изготавливается из материала, у которого показатель преломления составляет от 1,8 до 2,2 при 550 нм, причем данный противоотражающий слой, имеющий средний показатель преломления, предпочтительно имеет оксидную основу, и/или данный противоотражающий слой, имеющий средний показатель преломления, предпочтительно имеет физическую толщину, составляющую от 5 до 35 нм;

- что противоотражающее покрытие, расположенное над первым или единственным металлическим функциональным слоем, на стороне, противоположной поверхности, включает противоотражающий слой, который имеет высокий показатель преломления и изготавливается из материала, у которого показатель преломления составляет от 2,3 до 2,7 при 550 нм, причем данный противоотражающий слой, имеющий высокий

показатель преломления, предпочтительно имеет оксидную основу, и/или данный противоотражающий слой, имеющий высокий показатель преломления, предпочтительно имеет физическую толщину, составляющую от 5 до 25 нм;

- что вышеупомянутая многослойная система включает два или три металлических функциональных слоя, изготовленных из серебра или на основе серебра, причем каждый из них имеет толщину e, составляющую от 7 нм до 20 нм, включая граничные значения, и что вышеупомянутая многослойная система дополнительно включает единственный подстилающий несплошной металлический слой, которая имеет толщину e′, составляющую от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения, причем вышеупомянутый подстилающий несплошной металлический слой заключают между собой, с одной стороны, вышеупомянутая поверхность и, с другой стороны, первый металлический функциональный слой, если считать, начиная от вышеупомянутой поверхности; и

- что вышеупомянутая многослойная система включают два или три металлических функциональных слоя, изготовленных из серебра или на основе серебра, причем каждый из них имеет толщину e, составляющую от 7 нм до 20 нм, включая граничные значения, и что в вышеупомянутой многослойной системе дополнительно содержатся только два несплошных металлических слоя, в том числе подстилающий несплошной металлический слой, который имеет толщину e′, составляющую от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения, причем вышеупомянутый подстилающий несплошной металлический слой заключают между собой, с одной стороны, вышеупомянутая поверхность и, с другой стороны, единственный или первый металлический функциональный слой, если считать, начиная от вышеупомянутой поверхности; и вышележащий несплошной металлический слой, который имеет толщину e′, составляющую от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения, причем вышеупомянутый вышележащий несплошной металлический слой располагается над последним металлическим функциональным слоем, если считать, начиная от вышеупомянутой поверхности.

Термин "покрытие" следует понимать, в контексте настоящего

изобретения, как означающий, что может присутствовать единственный слой или множество слоев из различных материалов в составе покрытия.

Термин "многослойная система" следует понимать как означающий множество тонких слоев, которые осаждаются поверх друг друга, и между ними отсутствует минеральная подложка (подложка, изготовленная из минерального материала, такого как стекла) или органическая подложка (такая как пластмассовый лист).

В традиционном случае, когда слой считается изготовленным на основе материала или содержащим материал в качестве основы, и это означает, что слой состоит, главным образом, из данного материала, т.е. что химический элемент материала, или, соответствующий продукт из данного материала, если он считается присутствующим в своей устойчивой стехиометрической формуле, составляет, по меньшей мере, 50 ат.% рассматриваемого слоя.

В традиционном случае выражение "металлический функциональный слой" означает осаждение отражающего инфракрасного излучение слоя, который является непрерывной.

Кроме того, в традиционном случае выражение "противоотражающий слой", в контексте настоящего изобретения, следует понимать как означающее, что, с точки зрения своей природы, данный материал представляет собой "неметалл", т.е. он не является металлическим. В контексте настоящего изобретения это выражение означает материал, у которого соотношение n/k при любой длине волны в диапазоне видимого света (от 380 нм до 780 нм) составляет 5 или более.

Следует напомнить, что n представляет собой действительный показатель преломления материала при данной длине волны, и k представляет собой мнимый компонент показателя преломления при данной длине волны; соотношение n/k вычисляется для данной длины волны.

Значения показателя преломления, которые приведены в настоящем документе, представляют собой значения, измеряемые при длине волны 550 нм, как в традиционном случае.

Согласно настоящему изобретению, один или каждый

вышеупомянутый несплошной металлический слой может иметь следующую толщину e′:

- 1,0≤e′≤4,5 нм или даже 1,0≤e′≤4,0 нм; или 2,0≤e′≤4,5 нм или даже 2,0≤e′≤4,0 нм при осаждении на слой на основе диоксида титана TiO_2; или

- 1,0≤e′≤4,5 нм или даже 1,0≤e′≤4,0 нм; или 2,0≤e′≤4,5 нм или даже 2,0≤e′≤4,0 нм при осаждении на слой на основе двойного оксида цинка и олова $ZnSnO_x$; или

- 1,0≤e′≤5,0 нм или даже 1,0≤e′≤4,5 нм; или 2,0≤e′≤5,0 нм или даже 2,0≤e′≤4,5 нм при осаждении на слой на основе оксида цинка ZnO; или

- 1,0≤e′≤5,0 нм или даже 1,0≤e′≤4,0 нм; или 2,0≤e′≤5,0 нм или даже 2,0≤e′≤4,0 нм при осаждении на слой на основе нитрида кремния Si_3N_4.

Предпочтительно многослойная система согласно настоящему изобретению осаждается непосредственно на поверхность подложки.

Для многослойной системы согласно настоящему изобретению, включающей единственный непрерывный металлический функциональный слой, этот функциональный слой может иметь толщину, составляющую от 8 до 17 нм, или даже от 10 до 15 нм, или даже от 12 до 14 нм, чтобы получился эффективный низкоэмиссионный многослойная система.

Согласно еще одному конкретному варианту осуществления настоящего изобретения, по меньшей мере, один металлический функциональный слой осаждается непосредственно на подстилающее защитное покрытие, расположенное между функциональным слоем и противоотражающим покрытием, нижележащим по отношению к функциональному слою, и/или, по меньшей мере, один функциональный слой осаждается непосредственно под вышележащим защитным покрытием, расположенным между функциональным слоем и противоотражающим покрытием, вышележащим по отношению к функциональному слою, и подстилающее защитное покрытие и/или вышележащее защитное покрытие включает тонкий слой на основе никеля или титана, имеющему физическую толщину, которая

составляет от 0,2 нм до 2,5 нм, включая граничные значения.

Последний слой вышележащего противоотражающего покрытия, т.е. слой, наиболее удаленный от подложки, может содержать в качестве основы оксид, и тогда этот оксид предпочтительно осаждается в субстехиометрической форме; основу слоя может представлять собой, в частности, диоксид титана (в форме TiO_x) или смешанный оксид олова и цинка (в форме $Sn_zZn_yO_x$).

Таким образом, последний слой (или наружное покрытие) многослойной системы может представлять собой защитный слой, который предпочтительно осаждается в субстехиометрической форме. Эта слой окончательно окисляется до стехиометрического состояния на основной части многослойноой системы после осаждения.

Кроме того, настоящее изобретение предлагает многослойный стеклопакет, включающий, по меньшей мере, две подложки, которые удерживаются вместе друг с другом посредством рамной конструкции, причем вышеупомянутый стеклопакет отделяет наружное пространство от внутреннего пространства, в котором, по меньшей мере, одна промежуточная заполненная газом полость располагается между двумя подложками, из которых одна подложка представляет собой подложку согласно настоящему изобретению.

Согласно конкретному варианту осуществления настоящего изобретения, многослойная система наносится на поверхность 4 двойного стеклопакета, т.е. на поверхность стеклопакета, которая не является защищенной посредством промежуточной заполненной газом полости, поскольку многослойная система обладает достаточной устойчивостью.

Стеклопакет согласно настоящему изобретению включает, по меньшей мере, одну подложку, на которую наносится многослойная система согласно настоящему изобретению, и с которой необязательно соединяется, по меньшей мере, еще одна подложка. Каждая подложка может быть бесцветной или окрашенной. По меньшей мере, одна из подложек, может, в частности, состоять из окрашенного в массе стекла. Выбираемый тип окраски будет зависеть от желательного светопропускания и/или цвета для изготавливаемого стеклопакета.

Стеклопакет согласно настоящему изобретению может иметь многослойную конструкцию, в которой, в частности, соединяются, по меньшей мере, две жесткие стеклянные подложки и, по меньшей мере, один термопластический полимерный лист, чтобы получилась листовая конструкция, содержащая стекло/тонкопленочную многослойнуюя систему/полимерный лист(ы)/стекло/стекло. Основу полимера могут составлять, в частности, поливинилбутираль (PVB), сополимер этилена и винилацетата (EVA), полиэтилентерефталат (PET) или поливинилхлорид (PVC).

Кроме того, настоящее изобретение предлагает использование одного и предпочтительно не более чем двух несплошных металлических слоев согласно настоящему изобретению в многослойной системе, включающей, по меньшей мере, один металлический функциональный слой, который изготавливается из серебра или на основе серебра и имеет толщину e, составляющую от 7 нм до 20 нм, включая граничные значения, и два противоотражающих покрытия, причем каждое из вышеупомянутых противоотражающих покрытий включает, по меньшей мере, один противоотражающий слой, причем вышеупомянутый функциональный слой располагается между двумя противоотражающими покрытиями, вышеупомянутая многослойная система дополнительно включает подстилающий несплошной металлический слой, который имеет толщину e′, составляющую от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения, данный вышеупомянутый подстилающий несплошной металлический слой заключают между собой, с одной стороны, вышеупомянутая поверхность и, с другой стороны, единственный или первый металлический функциональный слой, если считать, начиная от вышеупомянутой поверхности; причем необязательный другой несплошной металлический слой представляет собой вышележащий несплошной металлический слой, который располагается над единственным или последним металлическим функциональным слоем, если считать, начиная от вышеупомянутой поверхности, и который имеет толщину e′, составляющую от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения.

Кроме того, настоящее изобретение предлагает способ

осаждения одного и предпочтительно не более чем двух несплошных металлических слоев согласно настоящему изобретению в составе многослойной системы, включающей, по меньшей мере, один металлический функциональный слой, который изготавливается из серебра или на основе серебра и имеет толщину e, составляющую от 7 нм до 20 нм, включая граничные значения, и два противоотражающих покрытия, причем каждое из вышеупомянутых противоотражающих покрытий включает, по меньшей мере, один противоотражающий слой, причем вышеупомянутый функциональный слой располагается между двумя противоотражающими покрытиями, вышеупомянутая многослойная система дополнительно включает подстилающий несплошной металлический слой, который имеет толщину e′, составляющую от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения, вышеупомянутый подстилающий несплошной металлический слой заключают между собой, с одной стороны, вышеупомянутая поверхность и, с другой стороны, единственный или первый металлический функциональный слой, если считать, начиная от вышеупомянутой поверхности; еще один необязательный несплошной металлический слой располагается над единственным или последним металлическим функциональным слоем, если считать, начиная от вышеупомянутой поверхности, и имеет толщину e′, составляющую от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения.

Таким образом, настоящее изобретение предпочтительно предлагает тонкопленочную многослойную систему, которая получается посредством осаждения на прозрачную подложку и имеет светопропускание в видимом свете T_L, составляющее более чем 50%, светоотражение в видимом свете R_C (на стороне многослойной системы), составляющее менее чем 20% и даже менее чем 10%, и относительно нейтральный цвет в проходящем и отраженном свете, причем излучательная способность покрытой подложки является меньшей, чем излучательная способность подложки без покрытия.

Таким образом, настоящее изобретение предпочтительно предлагает тонкопленочную многослойную систему, которую составляют 1, 2, 3, 4 или даже большее число металлических функциональных слоев, изготовленных из серебра или на основе

серебра, и в которой содержится один и предпочтительно не более чем два несплошных металлических слоя, таким образом, что данная многослойная система приобретает высокую механическую прочность и/или высокую химическую стойкость.

Подробности и предпочтительные отличительные признаки настоящего изобретения становятся очевидными из следующих неограничительных примеров, проиллюстрированных на прилагаемых чертежах, в числе которых:

- фиг. 1 иллюстрирует многослойную систему, содержащую один функциональный слой и один несплошной металлический слой, причем несплошной металлический слой осаждается поверх металлического функционального слоя;

- фиг. 2 иллюстрирует многослойную систему, содержащую один функциональный слой и один несплошной металлический слой, причем несплошной металлический слой осаждается под металлическим функциональным слоем;

- фиг. 3 иллюстрирует многослойную систему, содержащую один функциональный слой и два несплошных металлических слоя, причем один несплошной металлический слой осаждается поверх металлического функционального слоя, и один несплошной металлический слой осаждается под металлическим функциональным слоем;

- фиг. 4 иллюстрирует конструкцию двухслойного стеклопакета, включающего многослойную систему согласно настоящему изобретению;

- фиг. 5 иллюстрирует полученные методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) фотографии несплошного металлического слоя, изготовленного из серебра и имеющей степень покрытия поверхности (слева направо) от 53% до 98%;

- фиг. 6 иллюстрирует светопропускание T_L (выраженное в форме коэффициента, составляющего от 0 до 1, для традиционно рассматриваемых значений от 0 до 100%) в примерах 1-3 как функцию длины волны λ;

- фиг. 7 иллюстрирует спектр поглощения Ab (выраженного в форме коэффициента, составляющего от 0 до 1, для традиционно

рассматриваемых значений от 0 до 100%) в примерах 1-3 как функцию длины волны λ;

- фиг. 8 иллюстрирует светоотражение R_L (выраженное в форме коэффициента, составляющего от 0 до 1, для традиционно рассматриваемых значений от 0 до 100%) в примерах 1-3 как функцию длины волны λ;

- фиг. 9 иллюстрирует светопропускание T_L, выраженное в процентах, для чистой подложки и примеров 5, 5.0, 5.1 и 5.2 как функцию длины волны λ;

- фиг. 10 иллюстрирует спектр поглощения Ab, выраженного в процентах, для чистой подложки и примеров 5, 5.0, 5.1 и 5.2 как функцию длины волны λ;

- фиг. 11 иллюстрирует светоотражение R_G, выраженное в процентах, на стороне, противоположной многослойной системы, для чистой подложки и примеров 5, 5.0, 5.1 и 5.2 как функцию длины волны λ;

- фиг. 12 иллюстрирует светоотражение R_C, выраженное в процентах, на стороне многослойной системы, для чистой подложки и примеров 5, 5.0, 5.1 и 5.2 как функцию длины волны λ;

- фиг. 13 иллюстрирует многослойную систему, содержащую два функциональных слоя и два несплошных металлических слоя, причем один несплошной металлический слой осаждается под первым металлическим функциональным слоем, и один несплошной металлический слой осаждается поверх второго металлического функциональнго слоя; и

- фиг. 14 многослойная система, содержащая три функциональных слоя и два несплошных металлических слоя, причем один несплошной металлический слой осаждается под первым металлическим функциональным слоем, и один несплошной металлический слой осаждается поверх третьего металлического функционального слоя.

Фиг. 1-3 иллюстрируют конструкцию содержащего один функциональный слой многослойной системы 34, т.е. многослойной системы, содержащей один функциональный слой, осажденный на прозрачную стеклянную подложку 30 и, точнее, на одну

поверхность 31 этой подложки 30, причем в данной конструкции один функциональный слой 140, изготовленный на основе серебра или металлического сплава, содержащего серебро, и предпочтительно изготовленная из чистого серебра, располагается между двумя противоотражающими покрытиями, причем нижележащее противоотражающее покрытие 120 располагается под функциональным слоем 140, т.е. на той же стороне, на которой находится подложка 30, и нижележащее противоотражающее покрытие 160 располагается над функциональным слоем 140, т.е. на стороне, противоположной подложке 30.

Каждое из этих двух противоотражающих покрытий 120, 160 включает, по меньшей мере, один противоотражающий слой 128, 168.

Необязательно, с одной стороны, функциональный слой 140 может осаждаться непосредственно на подстилающее защитное покрытие, расположенное между нижележащим противоотражающим покрытием 120 и функциональным слоем 140, и, с другой стороны, функциональный слой 140 может осаждаться непосредственно под вышележащим защитным покрытием 150, расположенным между функциональным слоем 140 и вышележащим противоотражающим покрытием 160.

Хотя нижележащие и/или вышележащие защитные слои осаждаются в металлической форме и определяются как металлические слои, по существу, они представляют собой оксидные слои, потому что их основная функция заключается в том, чтобы окисляться в процессе осаждения многослойной системы в целях защиты функционального слоя.

Это противоотражающее покрытие 160 может завершать необязательный и, в частности, имеющий оксидную основу защитный слой (не проиллюстрирован на чертеже), который, в частности, является субстехиометрическим по отношению к кислороду.

Когда многослойная система, содержащая один функциональный слой, используется в многослойном стеклопакете 100, имеющем двухслойную конструкцию стеклопакета, как проиллюстрировано на фиг. 4, данный стеклопакет включает две подложки 10, 30, которые удерживаются вместе друг с другом посредством рамной

конструкции 90, и которые отделяет друг от друга промежуточная заполненная газом полость 15.

Таким образом, стеклопакет отделяет наружное пространство ES от внутреннего пространства IS.

Поскольку многослойная система согласно настоящему изобретению имеет высокую механическую прочность, она может располагаться на поверхности 4 (покрывая лист, ближайший к внутреннему пространству здания по отношению к направлению падающего солнечного света, который поступает в здание, в частности, его поверхность на внутренней стороне).

Фиг. 4 иллюстрирует данное расположение (направлению падающего солнечного света, который поступает в здание, обозначает двойная стрелка) на поверхности 4 тонкопленочной многослойной системы 34, расположенной на наружной поверхности 31 подложки 30 и находящейся в контакте с наружным пространством ES, в то время как другая поверхность 29 подложки 30 находится в контакте с промежуточной заполненной газом полостью 15.

Однако оказывается также возможным, что в данной конструкции двухслойного остекления предусматривается одна из подложек, которая имеет многослойную структуру; тем не менее, это не может стать возможной причиной ошибки, потому что в таких конструкциях отсутствует промежуточная заполненная газом полость.

Был изготовлен ряд систем в семи следующих примерах:

- пример 1 представляет собой стандартный пример изготовления многослойной системы, в котором содержится один функциональный слой, и не содержатся несплошные металлические слои;

- пример 2 представляет собой сравнительный пример, основу которого составляет пример 1, и в котором дополнительно присутствует, в верхней части многослойной системы, содержащей один функциональный слой (т.е. над этим функциональным слоем, начиная от подложки), металлический поглощающий слой 167';

- пример 3 представляет собой пример, основу которого

составляет пример 1, и в котором дополнительно присутствует, в верхней части многослойной системы, содержащей один функциональный слой, вышележащий несплошной металлический слой 167;

- пример 4 представляет собой сравнительный пример, основу которого составляет пример 1, и в котором дополнительно присутствует, в нижней части многослойной системы, содержащей один функциональный слой (т.е. между этой функциональным слоем и подложкой), поглощающий слой 123';

- пример 5 представляет собой пример, основу которого составляет пример 1, и в котором дополнительно присутствует, в нижней части многослойной системы, содержащей один функциональный слой, подстилающий несплошной металлический слой 123;

- пример 6 представляет собой сравнительный пример, основу которого составляет пример 1, и в котором дополнительно присутствует, в нижней части многослойной системы, содержащей одну функциональный слой (т.е. между этим функциональным слоем и подложкой), поглощающий слой 123', и в котором дополнительно присутствует, в верхней части многослойной системы, содержащей один функциональный слой (т.е. над этим функциональным слоем, начиная от подложки), поглощающий слой 167'; и

- пример 7 представляет собой пример, основу которого составляет пример 1, и в котором дополнительно присутствует, в нижней части многослойной системы, содержащей один функциональный слой, подстилающий несплошной металлический слой 123, и в котором дополнительно присутствует, в верхней части многослойной системы, содержащей один функциональный слой, вышележащий несплошной металлический слой 167.

Для всех перечисленных ниже многослойных систем осаждение слоев осуществлялось в следующих условиях:

Слой	Используемая мишень	Давление осаждения	Газ
Si_3N_4:Al	92:8 мас.% Si:Al	$1,5 \cdot 10^{-3}$ мбар	$Ar/(Ar+N_2)=45\%$

TiO_2	TiO_2	$1,5 \cdot 10^{-3}$ мбар	$Ar/(Ar+O_2)=45\%$
ZnO	ZnO	$1,5 \cdot 10^{-3}$ мбар	$Ar/(Ar+O_2)=83\%$
NiCr	80:20 мас.% Ni:Cr	$2 \cdot 10^{-3}$ мбар	100% Ar
Ag	Ag	$8 \cdot 10^{-3}$ мбар	100% Ar

Таким образом, слои, осажденные в этих примерах, можно разделить на пять категорий:

i - слои, которые составляет диэлектрический/противоотражающий материал, и которые имеют соотношение n/k при любой длине волны в диапазоне видимого света, составляющее более чем 5: слои 121, 121', 128, 162, 168, 169, 169', изготовленные из Si_3N_4:Al, или TiO_2, или ZnO;

ii - непрерывные металлические функциональные слои 140, изготовленные из серебра, которое представляет собой материал, имеющий отражающий свойства по отношению к инфракрасному излучению и/или по отношению к солнечному излучению;

iii - вышележащие защитные слои 150, предназначенные, чтобы защищать функциональный слой от изменения ее природы в процессе осаждения многослойной системы: Ni, NiCr; как правило, их воздействие на оптические и энергетические свойства игнорируется, поскольку они имеют малую толщину, которая составляет менее чем или равняется 2 нм;

iv - в примерах 3, 5 и 7: несплошные металлические слои 123 и/или 167, или слои DML (DML означает несплошной металлический слой; и

v - в сравнительных примерах 2, 4 и 6: металлические поглощающие слои 123' и/или 167', изготовленные из титана; слой этого типа представляет собой непрерывный слой.

Во всех примерах тонкопленочная многослойная система осаждалась на подложку G, которая представляла собой листовое прозрачное натриево-кальциево-силикатное стекло толщиной 4 мм, продаваемое под маркой Planilux компанией SAINT-GOBAIN.

Для этих многослойных систем:

- T_L представляет собой светопропускание в видимом свете, выраженное в процентах и измеряемое с использованием источника

света D65 при наблюдении под углом 2°;

- a^*_T и b^*_T представляют собой цветовые координаты a* и b* пропускаемого света в пространстве LAB, измеряемые с использованием источника света D65 при наблюдении под углом 2°;

- R_G представляет собой светоотражение на стороне стекла (на поверхности подложки, которая является противоположной по отношению к поверхности, на которую осаждается многослойная система) в диапазоне видимого света, выраженное в процентах и измеряемый с использованием источника света D64 при наблюдении под углом 2°;

- a^*_G и b^*_G представляют собой цветовые координаты a* и b* отраженного света в пространстве LAB, измеряемое с использованием источника света D65 при наблюдении под углом 2° на стороне подложки, противоположной по отношению к стороне, которую покрывает многослойная система (поверхность 29);

- R_C представляет собой светоотражение на стороне тонкопленочной многослойной системы (поверхность 31 подложка) в диапазоне видимого света, выраженное в процентах и измеряемое с использованием источника света D65 при наблюдении под углом 2°;

- a^*_C и b^*_C представляют собой цветовые координаты a* и b* отраженного света в пространстве LAB, измеряемое с использованием источника света D65 при наблюдении под углом 2° на покрытой стороне подложки (поверхность 31);

- g представляет собой фактор G или солнечный фактор для следующих конфигураций:

- в примерах 1-3: многослойная система располагалась на поверхности 3 двухслойного стеклопакета, включающем две стеклянные подложки толщиной 4 мм, разделенные заполненной аргоном полости толщиной 16 мм, включая одну подложку, на которую нанесена многослойная система, таким образом, что через вторую подложку проходит падающий свет; и

- в примерах 4-7: многослойная система располагалась на поверхности 2 двухслойного стеклопакета, включающем две стеклянные подложки толщиной 4 мм, разделенные заполненной аргоном полости толщиной 16 мм, включая одну подложку, на

которую нанесена многослойная система, таким образом, что через первую подложку проходит падающий свет.

Этот фактор определяется согласно стандарту EN 410 и соответствует сумме прямого переноса энергии через стеклопакет и вторичного теплопереноса во внутреннее пространство.

Согласно настоящему изобретению, несплошной металлический слой DML представляет собой несплошной слой, который предпочтительно характеризует степень покрытия поверхности (выраженная в процентах площадь слоя, которая располагается непосредственно под несплошным металлическим слоем, и которую покрывает несплошной металлический слой), составляющая от 50% до 98%.

Согласно настоящему изобретению, несплошной металлический слой DML представляет собой слой, который, в основном, включает предпочтительно (т.е. включает, по меньшей мере, 50 ат.%), по меньшей мере, один металл, в качестве которого выбираются Ag, Au, Cu, Pt.

Согласно настоящему изобретению, несплошный металлический слой DML представляет собой слой, который предпочтительно защищен на каждой стороне, сверху и снизу, слоем, который составляет диэлектрический/противоотражающий материал, и имеет показатель преломления n, составляющий предпочтительно, по меньшей мере, 1,9.

Фиг. 5 иллюстрирует, слева направо:

- степень покрытия поверхности, составляющая 53%, получается за счет слоя серебра толщиной 2 нм; данная многослойная система имеет излучательную способность ε, составляющую 88,7%;

- степень покрытия поверхности, составляющая 63%, получается за счет слоя серебра толщиной 3 нм; данная многослойная система имеет излучательную способность ε, составляющую 49,3%;

- степень покрытия поверхности, составляющая 84%, получается за счет слоя серебра толщиной 4 нм; данная многослойная система имеет излучательную способность ε,

составляющую 23,9%; и

- степень покрытия поверхности, составляющая 98%, получается за счет слоя серебра толщиной 5 нм; данная многослойная система имеет излучательную способность ε, составляющую 15,7%;

которые были получены для тонкопленочной многослойной системы Z, имеющей следующую структуру: подложка/ZnO/серебряный слой DML/ZnO, причем в каждом случае слой ZnO (имеющий показатель преломления n=1,9) имел толщину 10 нм.

Теоретические вычисления демонстрируют, что оказывается возможным получение многослойноой системы типа Z, у которой излучательная способность ε_Z составляет менее чем излучательная способность чистой подложки для серебряного слоя DML толщиной 5 нм или менее, т.е. для степени покрытия поверхности, составляющей от 50% до 98%, но, тем не менее, является более чем наблюдаемое значение.

Когда в настоящем документе упоминается толщина e слоя DML, здесь не рассматривается толщина, измеряемая в зонах, покрытых слоем DML, или средняя толщина, но рассматривается толщина, которая была бы получена в том случае, если бы слой был непрерывным.

Это значение может быть определено посредством рассмотрения скорости осаждения слоя (или, точнее, скорости прохождения подложки через камеру для осаждения покрытия, в которой осаждается металлический функциональный слой), т.е. количеством материала, напыляемого за единицу времени, и площади, на которой осаждается слой. Эта толщина имеет большое практическое значение, потому что она является непосредственно сопоставимой с толщиной непрерывных функциональных слоев.

Таким образом, толщина e' представляет собой толщину, которая была бы измерена в том случае, если бы осажденный слой была непрерывной.

На практике, если рассматриваются нормальные условия осаждения методом магнетронного напыления (очень низкое давление, состав мишени, скорость прохождения подложки,

электрическая мощность катода), в которых толщина функционального слоя составляет 10 нм, все, что требуется для получения функционального слоя, имеющей половинную толщину, т.е. толщину, составляющую 5 нм, представляет собой уменьшение в два раза скорости прохождения подложки.

Фиг. 5 иллюстрирует четыре двухцветные (черно-белые) фотографии, полученные методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). На этих четырех микрофотографиях на данном чертеже серебро обозначается белым цветом, и ZnO обозначается черным цветом.

Согласно наблюдениям, для многослойной системы Z этого типа энергия адгезии является почти постоянной для серебряного слоя, толщина которого составляет более чем 5 нм; эта энергия составляет от 1,0 до 1,5 Дж/м^2, что представляет собой достаточно низкое значение.

Приведенная ниже таблица 1 иллюстрирует выраженные в нанометрах значения геометрической или физической толщины (т.е. не оптической толщины) каждого из слоев в примерах 1-3, со ссылкой на 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_3N_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

В примерах 1-3 противоотражающее покрытие 120, которое заключают между собой поверхность 31 и единственный металлический функциональный слой 140, включает противоотражающее покрытие 124, имеющее высокий показатель преломления и изготовленное из материала, у которого показатель

преломления составляет от 2,3 до 2,7 при 550 нм, этот имеющий высокий показатель преломления противоотражающий слой 124 предпочтительно имеет физическую толщину, составляющую от 5 до 25 нм.

В примерах 1-3 противоотражающее покрытие 160, расположенное над единственной металлической функциональным слоем 140, включает противоотражающий слой 162, имеющий средний показатель преломления и изготовленный из материала, у которого показатель преломления составляет от 1,8 до 2,2 при 550 нм, данный противоотражающий слой 162, имеющий средний показатель преломления, предпочтительно имеет физическую толщину, составляющую от 5 до 35 нм.

Приведенная ниже таблица 2 иллюстрирует выраженные в нанометрах значения физической толщины каждого из слоев в примерах 4 и 5 со ссылкой на фиг. 2:

Таблица 2

Слой	Пример 4	Пример 5
168 - Si_3N_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

Приведенная ниже таблица 2 иллюстрирует выраженные в нанометрах значения физической толщины каждого из слоев в примерах 6 и 7 со ссылкой на 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_3N_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 сопоставимыми с примерами 3, 5 и 7, соответственно, потому что во всех примерах присутствует единственный металлический функциональный слой, изготовленный из одинакового материала (Ag) и имеющий одинаковую толщину; кроме того, эти примеры являются сопоставимыми с примером 1, потому что в нем также присутствует единственный металлический функциональный слой, изготовленный из одинакового материала (Ag) и имеющий одинаковую толщину; не являются одинаковыми противоотражающие покрытия из одного ряда (примеры 2-3 образуют один ряд, примеры 4-5 образуют один ряд и примеры 6-7 образуют один ряд) и другого ряда, потому что их составы оптимизируются в целях получения наилучших возможных эксплуатационных характеристик.

Следующая таблица иллюстрирует основные оптические свойства в примерах 3, 5 и 7 (присутствует один слой DML (пример 3 и 5) или два слоя DML (пример 7)) и позволяет сравнивать эти свойства со свойствами в соответствующих примерах 2, 4 и 6 (присутствует один (пример 2 и 4) или два (пример 6) титановых поглощающих слоя, имеющих такую же толщину, как толщина каждого слоя DML) и со свойствами в примере 1 (в котором не присутствует слой DML или поглощающий слой).

Таблица 4

	Пример 1	Пример 2	Пример 3	Пример 4	Пример 5	Пример 6	Пример 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, можно видеть, что становится возможным изготовление следующих материалов:

- многослойная система, содержащая один металлический функциональный слой и несплошной металлический слой в вышележащем противоотражающем покрытии (пример 3), имеющая боле высокий солнечный фактор G, чем солнечный фактор многослойной системы, содержащей один металлический функциональный слой и металлический поглощающий слой в вышележащем противоотражающем покрытии (пример 2), и при этом, тем не менее, имеющую почти такое же светопропускание в видимом свете;

- многослойная система, содержащая один металлический функциональный слой и несплошной металлический слой в подстилающем противоотражающем покрытии (пример 5), имеющая более высокий солнечный фактор G, чем солнечный фактор многослойной системы, содержащей один металлический функциональный слой и металлический поглощающий слой в подстилающем противоотражающем покрытии (пример 4), и при этом, тем не менее, имеющая почти такое же светопропускание в видимом свете; и

- многослойная система, содержащая один металлический функциональный слой и несплошной металлический слой в подстилающем противоотражающем покрытии и несплошной металлический слой в вышележащем противоотражающем покрытии (пример 7), имеющая более высокий солнечный фактор G, чем солнечный фактор многослойной системы, содержащей один металлический функциональный слой и металлический поглощающий слой в подстилающем противоотражающем покрытии и металлический поглощающий слой в подстилающем противоотражающем покрытии (пример 6), и при этом, тем не менее, имеющая почти такое же

светопропускание в видимом свете.

Кроме того, наблюдалось улучшение нейтрализации цвета, причем, в частности, цвет в проходящем свете является менее желтым, и значение b^*_T уменьшается или даже становится отрицательным.

Фиг. 6-8 иллюстрируют, в примерах 1-3, соответственно, светопропускание T_L, поглощение Ab и светоотражение на стороне многослойной системы R_C как функцию выраженной в нанометрах длины волны λ.

Фиг. 6 показывает, что многослойная система, в которой содержится слой DML (пример 3), позволяет получать светопропускание в видимом свете, которое оказывается очень близким к светопропусканию, получаемому для многослойной системы, в котором содержится металлический поглощающий слой (пример 2); однако, поглощение оказывается выше в дальнем видимом и в ближнем инфракрасном свете (от 550 нм до 1000 нм) в примере 3, чем в примере 2, и отражение на стороне многослойной системы оказывается ниже в дальнем видимом и в ближнем инфракрасном свете (от 550 нм до 1000 нм) в примере 3, чем в примере 2, и в результате этого, в конечном счете, может получаться более высокий солнечный фактор для данного уровня светопропускание в видимом свете.

Фиг. 9-12, соответственно, иллюстрируют, как функцию выраженной в нанометрах длины волны λ, светопропускание T_L, поглощение Ab, светоотражение R_G на стороне подложки и светоотражение R_C на стороне многослойной системы для подложки G в чистом виде, т.е. без слоев на какой-либо из ее поверхностей, и в примере 5 и примерах 5.0, 5.1 и 5.2 (основу этих примеров представляет собой пример 5); причем существовало лишь одно различие между каждым из примеров 5.0, 5.1, 5.2 и примером 5:

- толщина слоя DML составляла 0 нм в примере 5.0 (слой DML);
- толщина слоя DML составляла 0,9 нм в примере 5.1; и
- толщина слоя DML составляла 1,2 нм в примере 5.2.

Эти чертежи иллюстрируют, что присутствие слоя DML увеличивает поглощение за счет светопропускания, но что низкое светоотражение получается на стороне подложки и на стороне многослойной системы.

Увеличение номинальной толщины DML обеспечивает повышение общего уровня поглощения и цветовой селективности.

Эти исследования иллюстрируют, в частности, что несплошной металлический слой, у которого толщина e′ находится в интервале от 0,9 до 1,2 нм, является особенно благоприятной для получения относительно высокого (от 65 до 68%) светопропускания в видимом свете, и в то же время она имеет относительно низкое (от 6 до 7%) светоотражение на стороне стекла и относительно низкое (от 8 до 9%) на стороне многослойной системы.

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

Во всех представленных выше примерах единственный и/или каждый несплошной металлический слой 123, 167 располагается, с одной стороны, непосредственно на противоотражающем слое 121′, 169′, у которого показатель преломления при 550 нм составляет, по меньшей мере, 1,9 и даже, в данном случае, 2,3 (потому что использовался TiO_2), и с другой стороны, непосредственно под противоотражающим слоем 121, 169, у которой показатель преломления при 550 нм составляет, по меньшей мере, 1,9 и даже, в данном случае, 2,3 (потому что использовался TiO_2), показатель преломления вышеупомянутого противоотражающего слоя 121′, 169′, расположенного непосредственно ниже, здесь является таким же, как показатель преломления вышеупомянутого противоотражающего слоя 121, 169, расположенного непосредственно выше.

Исследования продемонстрировали, что оказывается возможным использование нитрида кремния (Si_3N_4:Al), у которого показатель преломления при 550 нм составляет 2,0, вместо TiO_2 для слоев 121, 121′, 169, 169′.

Согласно наблюдениям, единственный и/или каждый слой DML 123, 167 имеет такой спектр поглощения, что поглощение является относительном низким при длине волны в диапазоне от 380 нм до 480 нм по сравнению с поглощением при длине волны в диапазоне от 480 нм до 780 нм.

Кроме того, согласно наблюдениям, оказывается необязательным, чтобы единственный и/или каждый слой DML 123, 167 находился в непосредственном контакте, располагаясь, в том числе, снизу или сверху, с непрерывным металлическим слоем, поскольку в таком случае специфический спектр поглощения слоя DML сливается с являющимся относительно постоянным в видимом свете, т.е. от 380 нм до 780 нм, спектром поглощения непрерывного металлического слоя, с которым он находится в контакте.

Фиг. 13 и 14 иллюстрируют структуру многослойной системы 35, в которой содержатся два функциональных слоя, и структуру многослойной системы 36, в которой содержатся три функциональных слоя, соответственно, причем вышеупомянутые многослойные системы осаждаются на прозрачной стеклянной подложке 30, точнее на одной поверхности 31 вышеупомянутой подложки 30.

Каждый из функциональных слоев 140, 180, 220, которые предпочтительно изготавливаются на основе серебра или металлического сплава, содержащего серебро, и предпочтительнее изготавливаются из чистого серебра, располагается между двумя противоотражающими покрытиями, представляющими собой нижележащее противоотражающее покрытие 120, 160, 200, расположенное ниже каждого функционального слоя 140, 180, 220, т.е. на той же стороне, на которой находится подложка 30, и вышележащее противоотражающее покрытие 160, 200, 240, расположенное выше каждого функционального слоя 140, 180, 220, т.е. на стороне, противоположной по отношению к подложке 30.

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

Фиг. 3 иллюстрирует многослойную систему 34, в которой

присутствуют металлический функциональный слой 140, предпочтительно слой, изготовленный, главным образом, из серебра или на основе серебра, который представляет собой единственный металлический функциональный слой многослойной системы, и два несплошных металлических слоя 123, 167, из которых один слой заключают между собой, с одной стороны, вышеупомянутая поверхность 31 и, с другой стороны, металлический функциональный слой 140, начиная от вышеупомянутой поверхности 31, а другой слой располагается над металлическим функциональным слоем 140, начиная от вышеупомянутой поверхности 31.

Фиг. 13 иллюстрирует аналогичную структуру для многослойной системы 35, в которой содержатся два функциональных слоя. Эта многослойная система 35 включает два металлических функциональных слоя 140, 180, причем данные слои предпочтительно изготавливаются на основе серебра или из чистого серебра, и два несплошных металлических слоя 123, 167, из которых один слой заключают между собой, с одной стороны, вышеупомянутая поверхность 31 и, с другой стороны, первый металлический функциональный слой 140, начиная от вышеупомянутой поверхности 31, а другой слой располагается над вторым металлическим функциональным слоем 180, начиная от вышеупомянутой поверхности 31.

Фиг. 14 иллюстрирует аналогичную структуру для многослойной системы 36, в которой содержатся три функциональные слоя. Эта многослойная система 36 включает три металлических функциональных слоя 140, 180, 220, в том числе один слой, который предпочтительно изготавливается, главным образом, на основе серебра или из чистого серебра, и два несплошных металлических слоя 123, 167, из которых один слой заключают между собой, с одной стороны, вышеупомянутая поверхность 31 и, с другой стороны, первый металлический функциональный слой 140, начиная от вышеупомянутой поверхности 31, а другой слой располагается над третьим металлическим функциональным слоем 220, начиная от вышеупомянутой поверхности 31.

Эти три конфигурации, содержащие два слоя DML, позволяют получать многослойные системы, которые проявляют низкое светоотражение, но имеют более нейтральный цвет в проходящем и отраженном свете, чем в том случае, если бы оба несплошных металлических слоя были заменены в каждой конфигурации металлическим поглощающим слоем.

Что касается структур, представленных на фиг. 13 и 14, может быть изготовлена единственный подстилающий несплошной металлический слой 123, который в таком случае заключают между собой, с одной стороны, вышеупомянутая поверхность 31 и, с другой стороны, первый металлический функциональный слой 140, если считать, начиная от вышеупомянутой поверхности 31, или единственный вышележащий несплошной металлический слой 167, который в таком случае располагается над последним металлическим функциональным слоем 180, 220, если считать, начиная от вышеупомянутой поверхности 31.

Как правило, использование одного или нескольких благородных металлов, таких как Ag, Au, Pt или Cu, обеспечивает простое и надежное осаждение слоев DML методом магнетронного напыления, поскольку данный метод позволяет регулировать рост островков; в частности, селективное поглощение, в частности, возникает в результате плазмонной природы металла, что становится возможным посредством островковой структуры.

Настоящее изобретение описывается выше посредством примеров. Следует понимать, что обычный специалист в данной области техники сможет производить разнообразные варианты осуществления настоящего изобретения, не выходя, однако, за пределы объема патента, который определяется формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Подложка (30), которую покрывает на одной поверхности (31) тонкопленочная многослойная система (34, 35, 36), включающая, по меньшей мере, один функциональный металлический слой (140, 180, 220), который изготавливается из серебра или на основе серебра и имеет толщину e, составляющую от 7 нм до 20 нм, включая граничные значения, и два противоотражающих покрытия (120, 160, 200, 240), причем каждое из вышеупомянутых противоотражающих покрытий включает, по меньшей мере, один противоотражающий слой (128, 168, 208, 248), причем вышеупомянутый функциональный слой (140) располагается между двумя противоотражающими покрытиями (120, 160), причем подложка отличается тем, что вышеупомянутая многослойная система включает подстилающий несплошной металлический слой (123), который имеет толщину e′, составляющую от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения, причем вышеупомянутый подстилающий несплошной металлический слой (123) заключен между, с одной стороны, вышеупомянутой поверхностью (31) и, с другой стороны, единственным или первым функциональным металлическим слоем (140), если считать, начиная от вышеупомянутой поверхности (31).

2. Подложка (30) по пункту 1, отличающаяся тем, что вышеупомянутая многослойная система включает только один подстилающий несплошной металлический слой (123).

3. Подложка (30) по пункту 1, отличающаяся тем, что вышеупомянутая многослойная система дополнительно включает вышележащий несплошной металлический слой (167), который имеет толщину e′, составляющую от 0,5 нм до 5 нм, включая граничные значения, причем вышеупомянутый вышележащий несплошной металлический слой (167) располагается над единственным или последним функциональным металлическим слоем (140, 180, 220), если считать, начиная от вышеупомянутой поверхности (31).

4. Подложка (30) по любому из пунктов 1-3, отличающаяся тем, что вышеупомянутый единственный или каждый несплошной металлический слой (123, 167) располагается, одной стороной,

непосредственно на противоотражающем слое (121', 169'), у которого показатель преломления при 550 нм составляет, по меньшей мере, 1,9, и, другой стороной, непосредственно под противоотражающим слоем (121, 169), у которого показатель преломления при 550 нм составляет, по меньшей мере, 1,9, причем показатель преломления вышеупомянутого непосредственно подстилающего противоотражающего слоя (121', 169') предпочтительно является таким же, как показатель преломления вышеупомянутого непосредственно вышележащего противоотражающего слоя (121, 169).

5. Подложка (30) по любому из пунктов 1-4, отличающаяся тем, что вышеупомянутый единственный или каждый несплошной металлический слой (123, 167) располагается, одной стороной, непосредственно на противоотражающем слое (121', 169'), у которого оптическая толщина при 550 нм составляет от 1 нм до 8 нм, включая граничные значения, или даже составляет от 2 нм до 6 нм, включая граничные значения, и, другой стороной, непосредственно под противоотражающим слоем (121, 169), у которого оптическая толщина при 550 нм составляет от 1 нм до 8 нм, включая граничные значения, или даже составляет от 2 нм до 6 нм, включая граничные значения.

6. Подложка (30) по любому из пунктов 1-5, отличающаяся тем, что вышеупомянутый единственный или каждый несплошной металлический слой (123, 167) изготовлен из серебра или на основе серебра.

7. Подложка (30) по любому из пунктов 1-6, отличающаяся тем, что вышеупомянутое противоотражающее покрытие (120, 160, 200), расположенное под каждым металлическим функциональным слоем (140, 180, 220), включает противоотражающий слой (128, 168, 208), имеющий средний показатель преломления и изготовленный из материала, у которого показатель преломления составляет от 1,8 до 2,2 при 550 нм, причем данный противоотражающий слой (128, 168, 208), имеющий средний показатель преломления, предпочтительно имеет оксидную основу, и/или этот противоотражающий слой (128, 168, 208), имеющий

средний показатель преломления, предпочтительно имеет физическую толщину, составляющую от 5 до 35 нм.

8. Подложка (30) по любому из пунктов 1-7, отличающаяся тем, что вышеупомянутое противоотражающее покрытие (120), которое расположено между поверхностью (31) и первым или единственным металлическим функциональный слоем (140), включает противоотражающий слой (124), имеющий высокий показатель преломления и изготовленный из материала, у которого показатель преломления составляет от 2,3 до 2,7 при 550 нм, причем данный противоотражающий слой (124), имеющий высокий показатель преломления, предпочтительно имеет оксидную основу, и/или данный противоотражающий слой (124), имеющий высокий показатель преломления, предпочтительно имеет физическую толщину, составляющую от 5 до 25 нм.

9. Подложка (30) по любому из пунктов 1-8, отличающаяся тем, что противоотражающее покрытие (160), расположенное над первым или единственным металлическим функциональным слоем (140), на стороне, противоположной поверхности (31), включает противоотражающий слой (162), имеющий средний показатель преломления и изготовленный из материала, у которого показатель преломления составляет от 1,8 до 2,2 при 550 нм, причем данный противоотражающий слой (162), имеющий средний показатель преломления, предпочтительно имеет оксидную основу и/или данный противоотражающий слой (162), имеющий средний показатель преломления, предпочтительно имеет физическую толщину, составляющую от 5 до 35 нм.

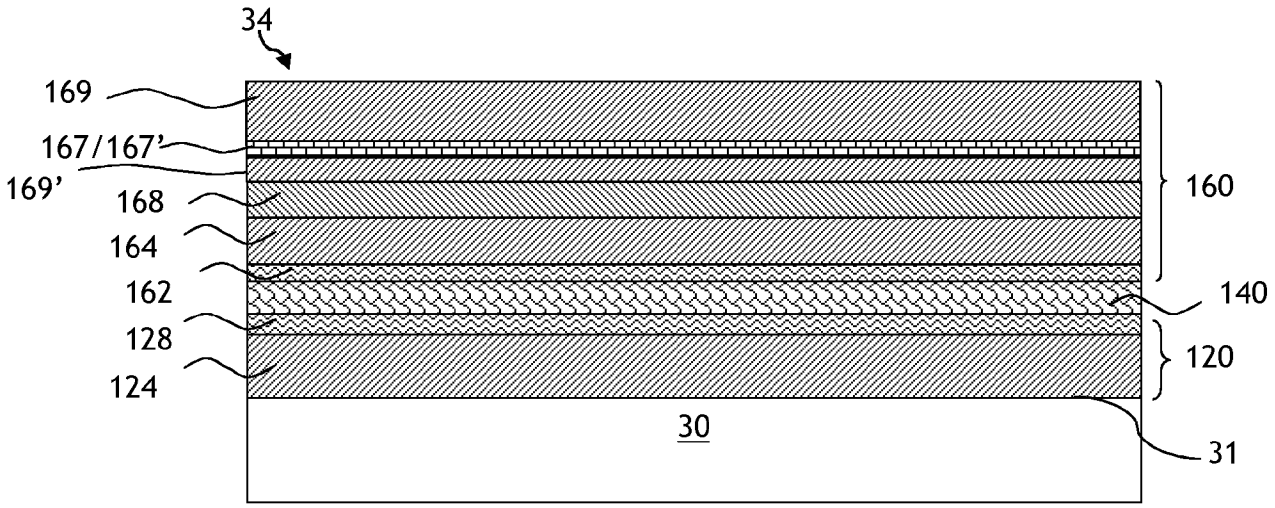
10. Многослойный стеклопакет (100), включающий, по меньшей мере, две подложки (10, 30), которые удерживаются вместе друг с другом посредством рамной конструкции (90), причем вышеупомянутый стеклопакет отделяет наружное пространство (ES) от внутреннего пространства (IS), в котором, по меньшей мере, одна промежуточная заполненная газом полость (15) располагается между двумя подложками, причем, по меньшей мере, одна подложка (30) представляет собой подложку по любому из пунктов 1-9.

11. Применение одного и предпочтительно не более чем двух несплошных металлических слоев (123, 167) в тонкопленочной

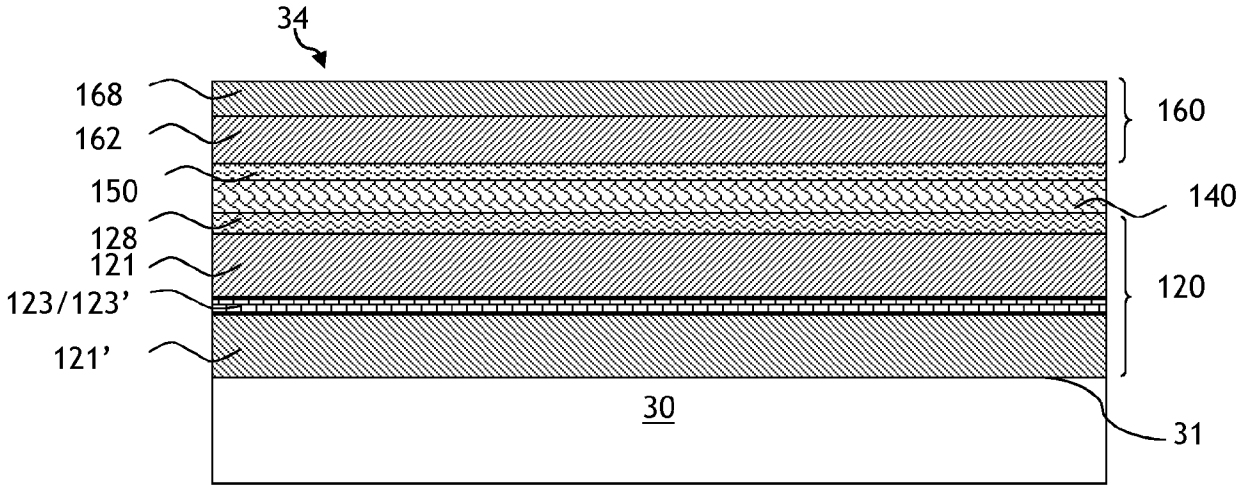
многослойной системе (34, 35, 36), которая осаждается на подложку (30) по любому из пунктов 1-9.

12. Способ осаждения одного и предпочтительно не более чем двух несплошных металлических слоев (123, 167) в тонкопленочной многослойной системе (34, 35, 36), которая осаждается на подложку (30) по любому из пунктов 1-9.

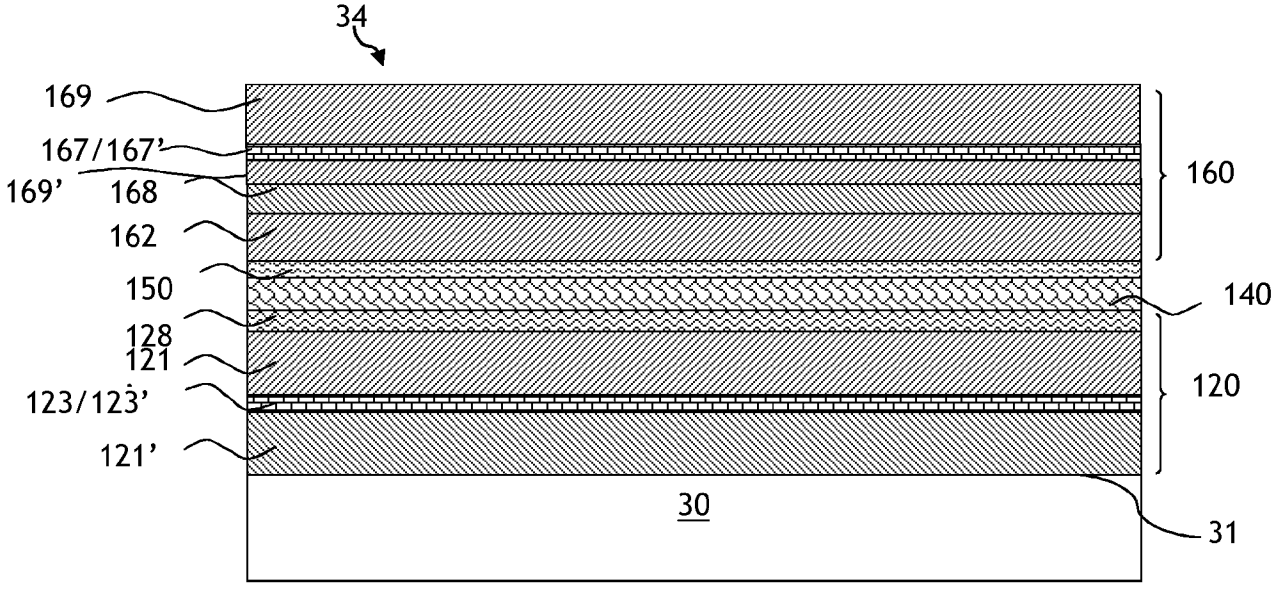
По доверенности



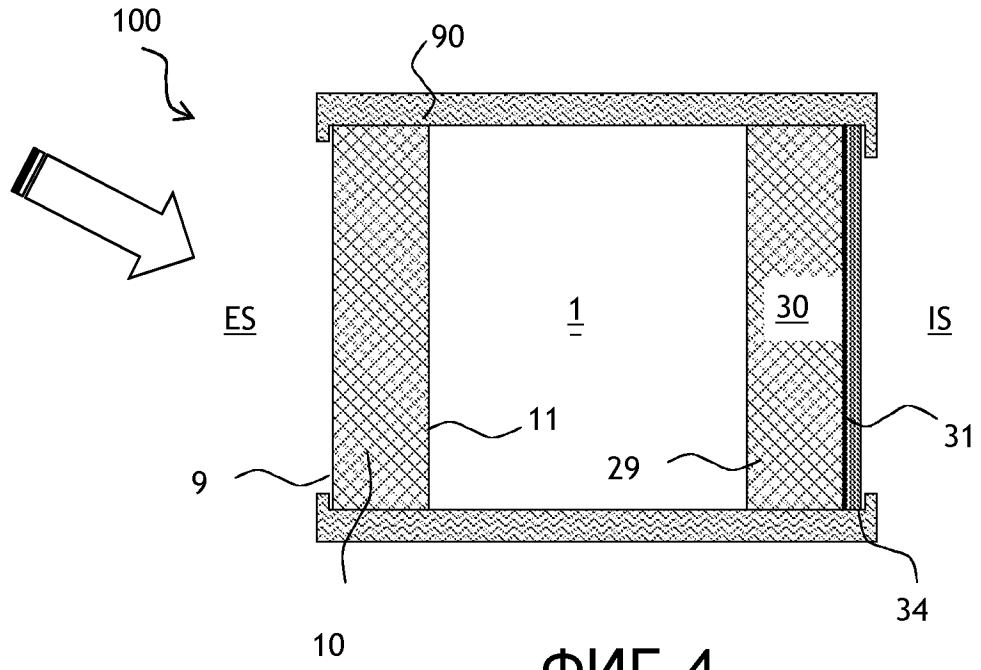
ФИГ. 1



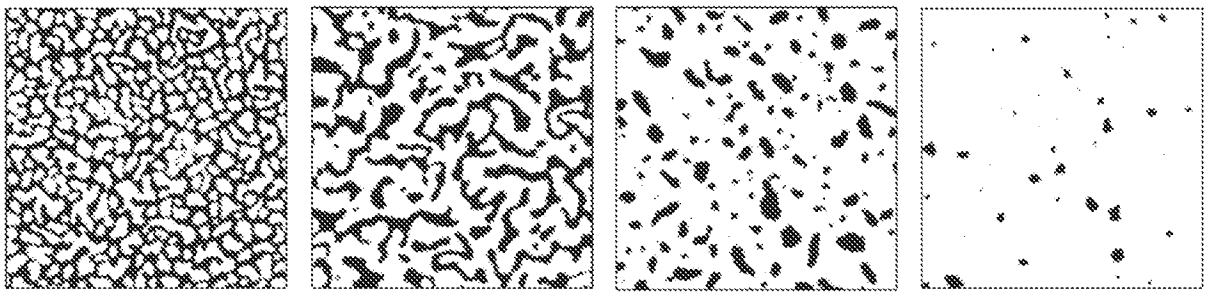
ФИГ. 2



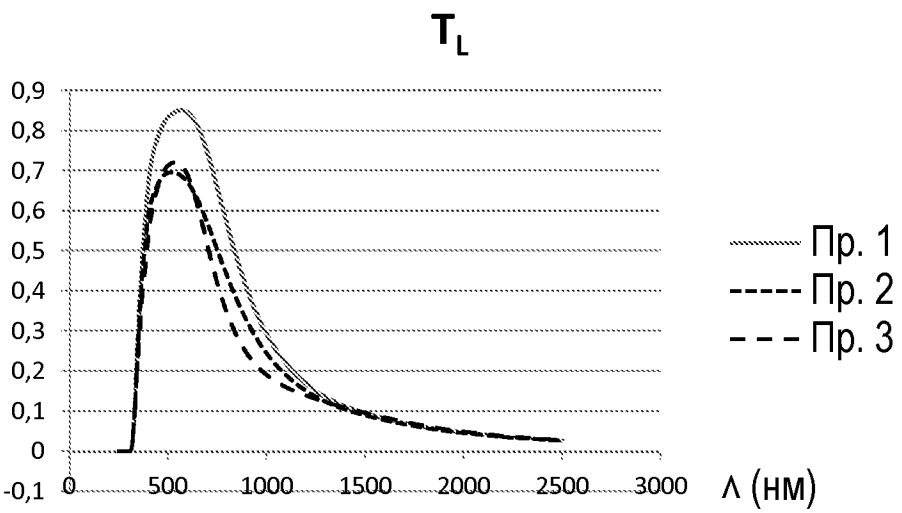
ФИГ. 3



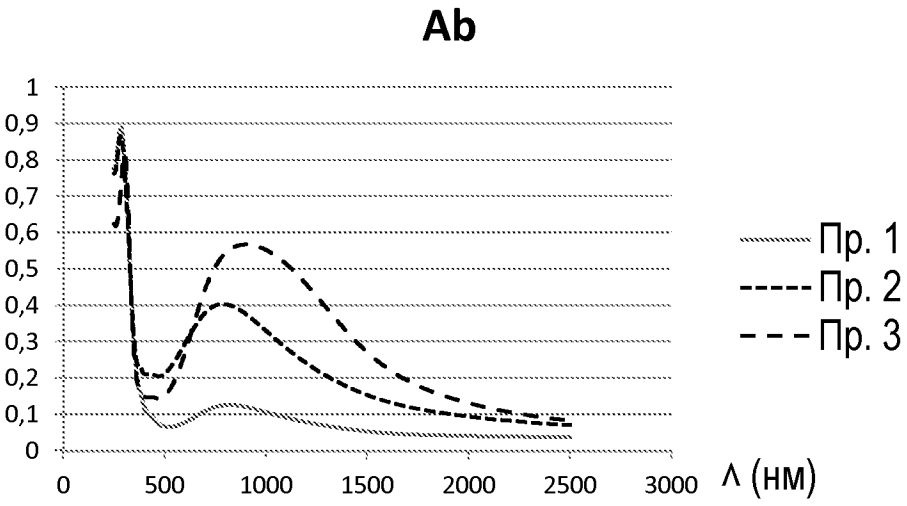
ФИГ. 4



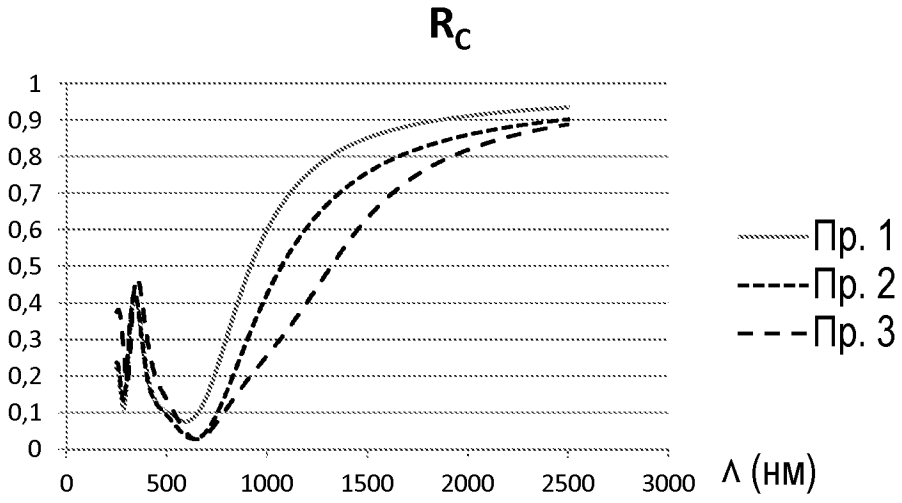
ФИГ. 5



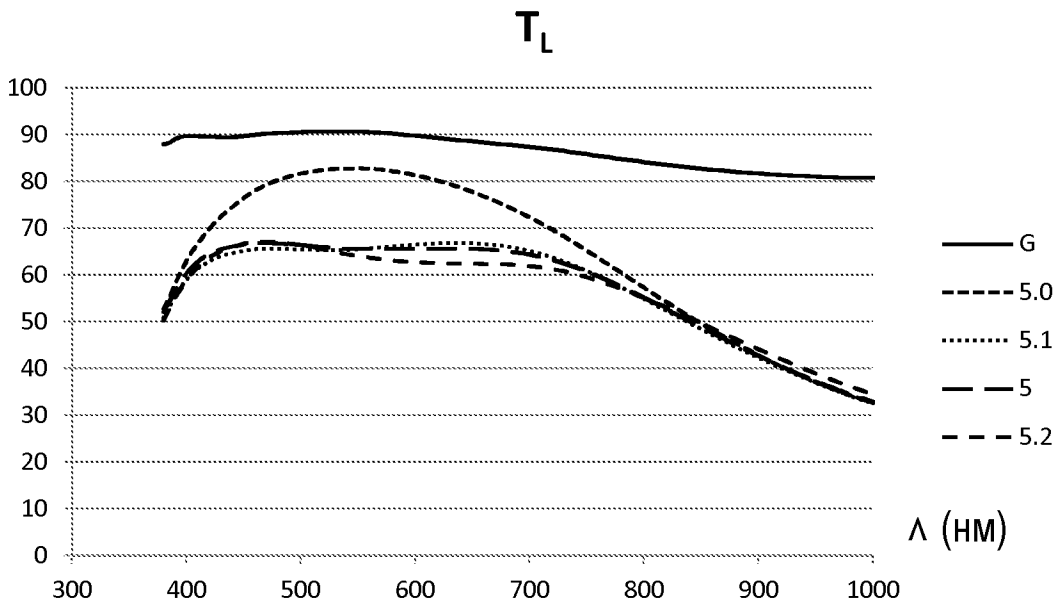
ФИГ. 6



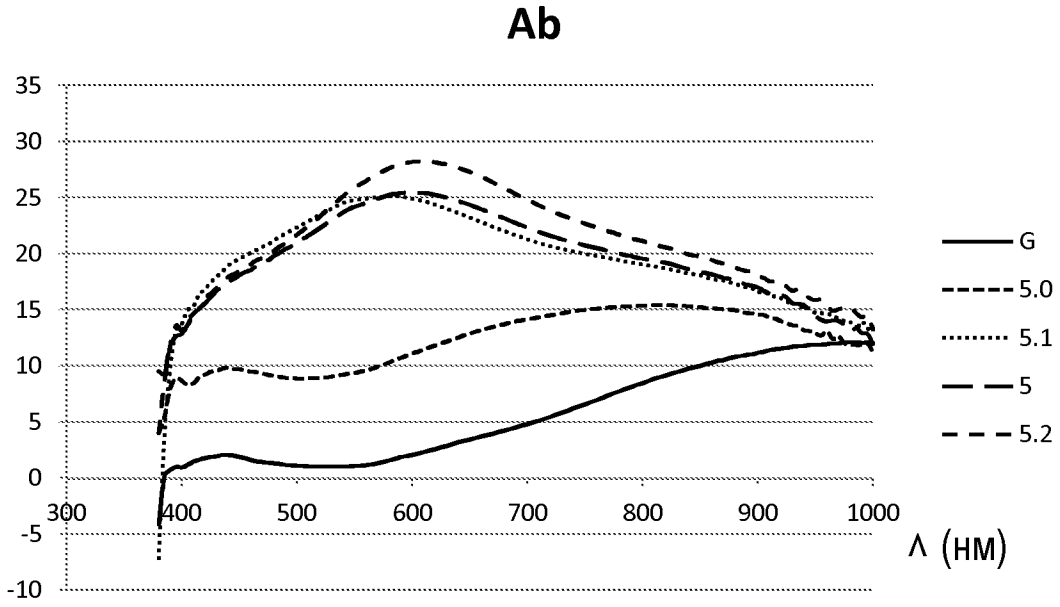
ФИГ. 7



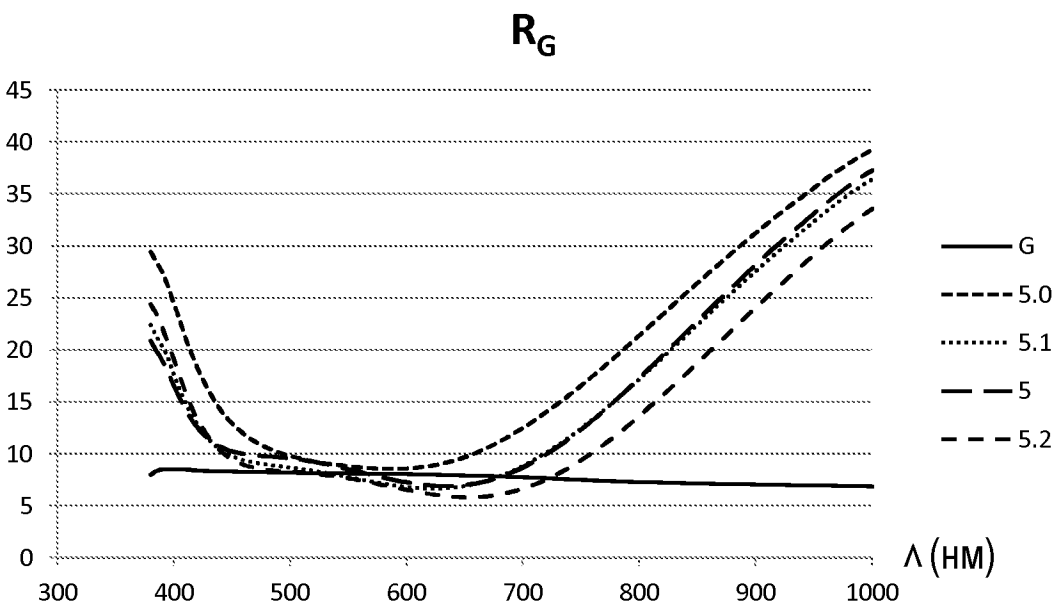
ФИГ. 8


T_L
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
300
400
500
600
700
800
900
1000
G
5.0
5.1
5
5.2
Λ (НМ)

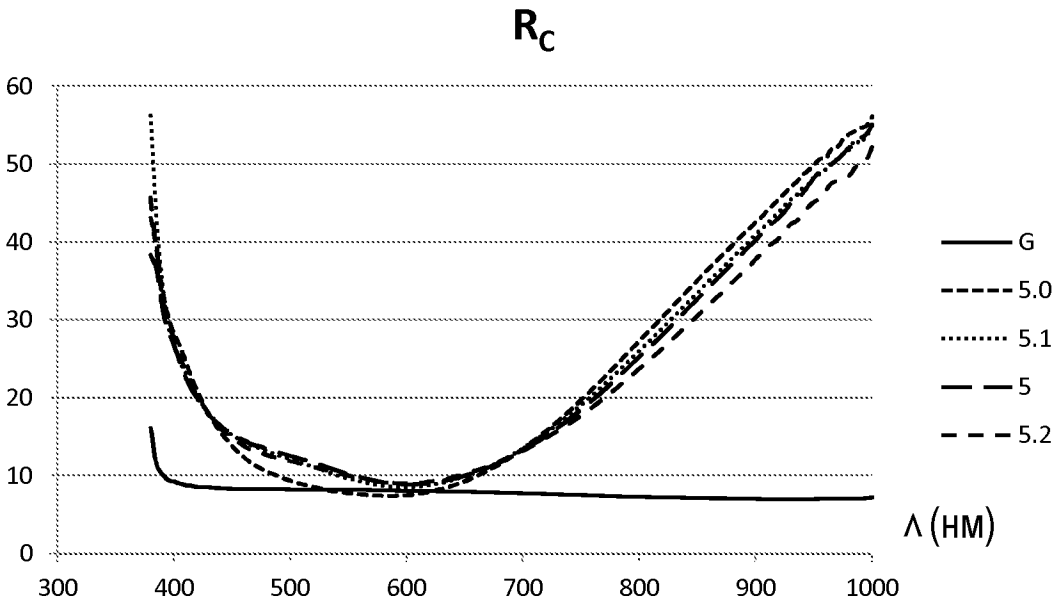
ФИГ. 9


Ab
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
300
400
500
600
700
800
900
1000
G
5.0
5.1
5
5.2
Λ (НМ)

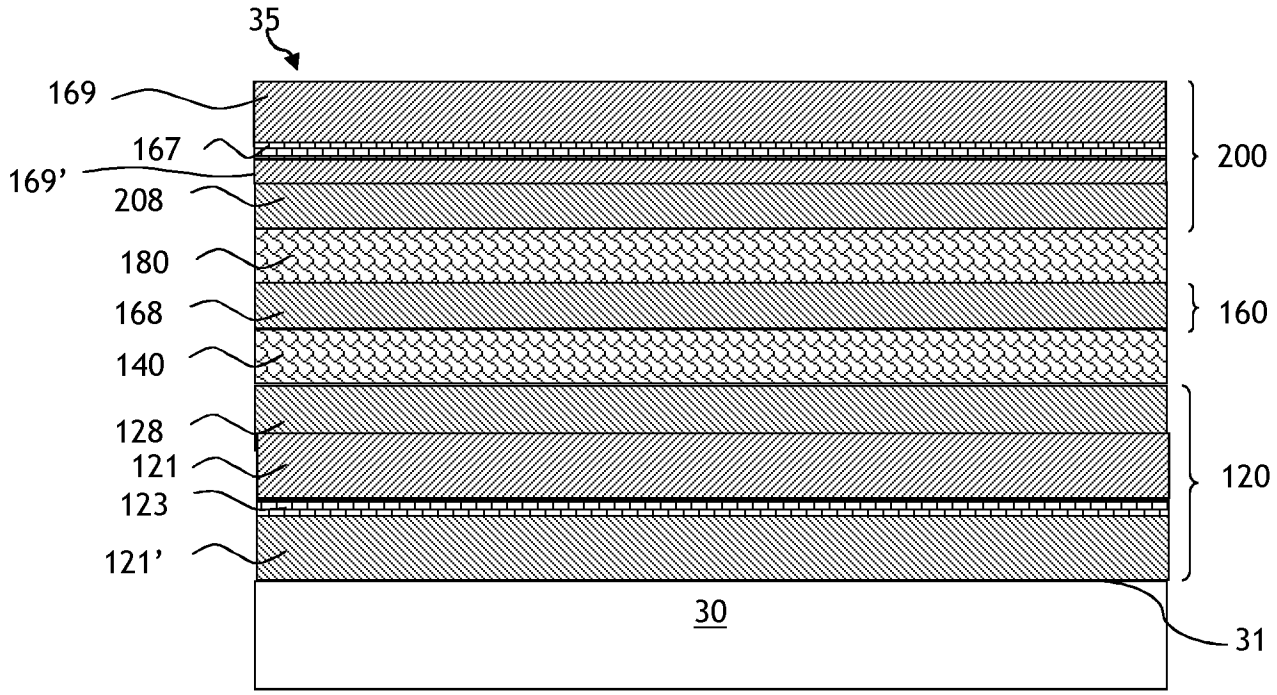
ФИГ. 10


R_G
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
300
400
500
600
700
800
900
1000
Λ (НМ)
G
5.0
5.1
5
5.2

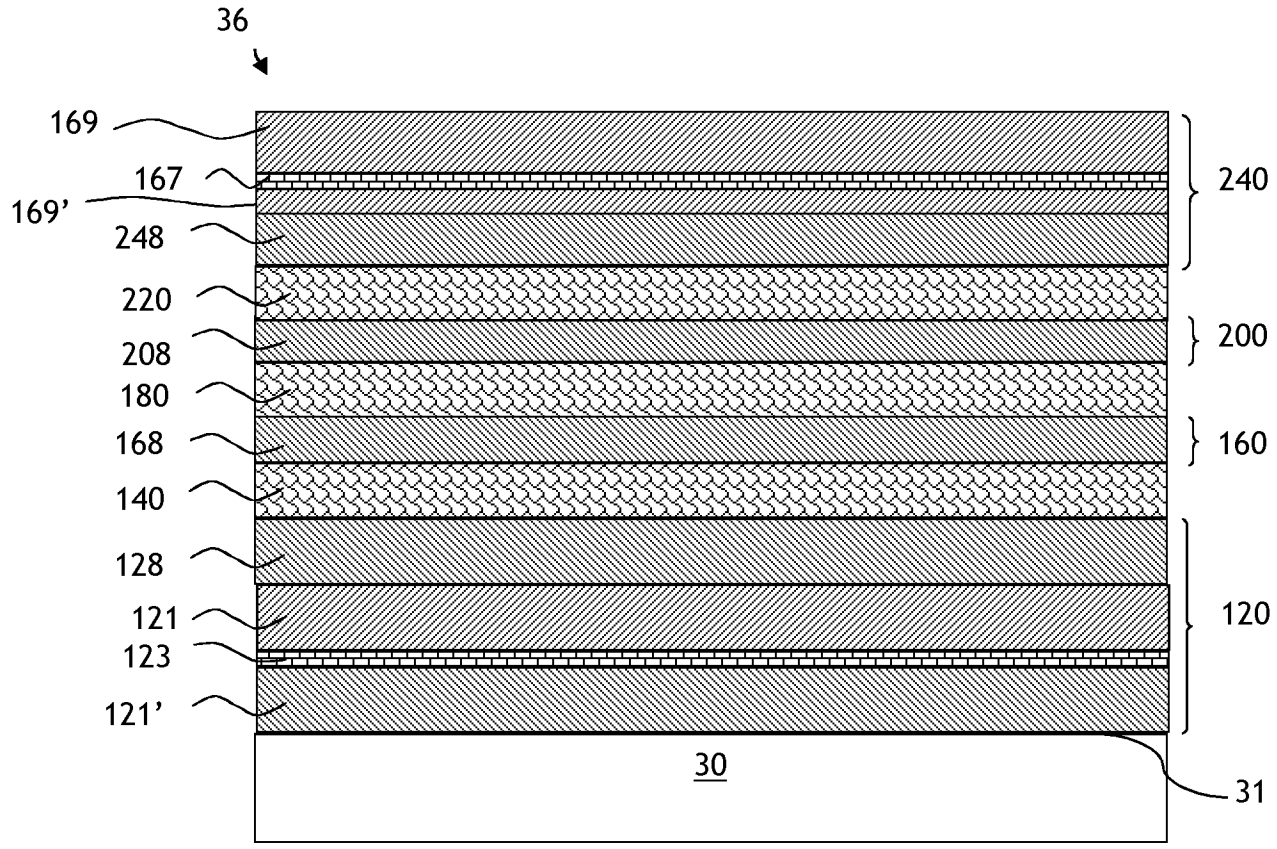
ФИГ. 11


R_C
60
50
40
30
20
10
0
300
400
500
600
700
800
900
1000
Λ (НМ)
G
5.0
5.1
5
5.2

ФИГ. 12


35
169
167
169'
208
180
168
140
128
121
123
121'
200
160
120
30
31

ФИГ. 13


36
169
167
169'
248
220
208
180
168
140
128
121
123
121'
240
200
160
120
30
31

ФИГ. 14