

**УКРАЇНА****(19) UA (11) 109973 (13) C2**  
**(51) МПК****G02B 5/08 (2006.01)****G02B 5/20 (2006.01)****ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ****(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки:	<b>а 2014 05044</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и):	<b>Тільш Роланд (DE), Кляйнхемпель Ронні (DE), Валь Андре (DE)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки:	<b>28.09.2012</b>	<b>(73)</b> Власник(и):	<b>САУТУОЛЛ ЮРОП ГМБХ, Southwallstrasse 1, 01900 Grossrohrsdorf, Germany (DE)</b>
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід:	<b>26.10.2015</b>	<b>(74)</b> Представник:	<b>Мошинська Ніна Миколаївна, реєстр. №115</b>
<b>(31)</b> Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>10 2011 116 191.4</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	<b>WO 2009085741 A2, 09.07.2009 US 5061568 A, 29.10.1991 US 2002182393 A1, 05.12.2002 WO 2009120175 A1, 01.10.2009</b>
<b>(32)</b> Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>13.10.2011</b>		
<b>(33)</b> Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	<b>DE</b>		
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку:	<b>25.06.2014, Бюл.№ 12</b>		
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>26.10.2015, Бюл.№ 20</b>		
<b>(86)</b> Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	<b>PCT/EP2012/069204, 28.09.2012</b>		

**(54) БАГАТОШАРОВІ СИСТЕМИ ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОГО ВІДБИТТЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В ДІАПАЗОНІ ДОВЖИН ХВИЛЬ СОНЯЧНОГО СВІТЛА І СПОСІБ ЇХНЬОГО ВИРОБНИЦТВА****(57) Реферат:**

Винахід належить до багатошарових систем для селективного відбиття електромагнітного випромінювання в діапазоні довжин хвиль сонячного світла і способу їхнього виготовлення, переважно на відповідних полімерних матеріалах-носіях. Запропонована у винаході багатошарова система складається щонайменше з одним шару срібла або сплаву срібла, кожен з таких шарів має зародковий(і) шар(и), а також покривний(і) шар(и), нанесені на обидві верхні поверхні повністю. Зародковий та покривний шари виконані при цьому з діелектричного матеріалу. Це ZnO і/або ZnO:X. Принаймні одна з таких багатошарових систем утворюється при цьому на гнучкій полімерній основі, переважно на оптично прозорій плівці у видимій області спектра.

**UA 109973 C2**

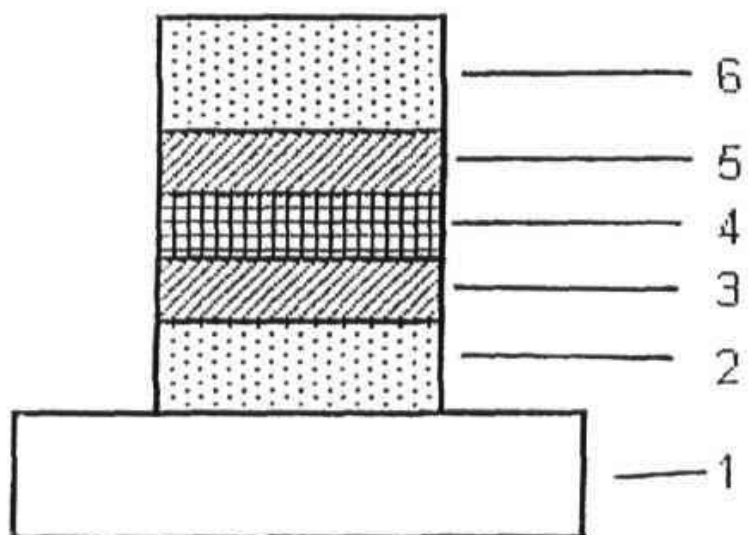


Fig. 1

Винахід стосується багатошарових систем для селективного відбиття електромагнітного випромінювання в діапазоні довжин хвиль сонячного світла, та способу їхнього виробництва переважно на спеціальних полімерних матеріалах-носіях.

Використання цього композитного матеріалу, який складається з зазначених багатошарових систем на спеціальному носії, пов'язане, головним чином, з технологією виробництва композитного багатошарового скла, в поєднанні з іншою полімерною клейкою плівкою і склом.

Подальше використання - це комбінація зазначеного композитного матеріалу з покритою або не покритою плівкою або клеєм та використання як "вікна-фільму" з метою подальшого застосування для скління.

Такі багатошарові системи використовуються для конкретного селективного світлопропускання або відбивання електромагнітного сонячного випромінювання, при цьому на прозорій підкладці, на такий як, наприклад, скло або полімерна плівка, за допомогою відомих методів вакуумного нанесення, зокрема PVD-способу, тонким шаром утворюється тонка плівка для електромагнітного випромінювання. Таким чином, кінцева мета цього процесу досягти найбільшої частки відбивання випромінювання в невидимому діапазоні (наприклад, частини сонячної енергії близької до інфрачервоної області спектра), а частку пропущеної сонячної енергії мінімізувати. Особливим завданням є те, щоб за допомогою показників композитного скла характерним для багатошарових систем на спеціальному носії, можна було б отримати світлопропускання  $T_{is}$  (розраховано за DIN ISO 13837, спр. 1) у межах 40 % від випроміненого сонцем, та обмежити електромагнітне випромінювання на поверхню землі. Завдяки цьому нагрівання всередині приміщень або транспортних засобів мінімізується, та знижується вартість енергії, якої необхідно для утворення сприятливих кліматичних умов для задовільного стану осіб, що знаходяться всередині цих приміщень або транспортних засобів. На противагу цьому, найбільша частина випромінювання в діапазоні видимого світла повинна не відбиватися і по-можливості не поглинатися, так щоб видима людським оком частина сонячного випромінювання ( $T_{vis}$  розраховується відповідно до ASTM E 308 для джерела освітлення A і спостерігача 2°) могла триматися вище 70 %. Дотримання цієї вимоги для  $T_{vis}$  вимагає закон для використання в автомобільному склінні.

Для цього вже давно використовуються багатошарові системи, які утворюються на підкладці (склі або пластику). При цьому мають на увазі змінношарові системи, в яких утворюються один на одному шари діелектричних матеріалів, заломлюються вгору та вниз. Часто використовуються, змінюючи один одного тонкі металеві шари з тонкими діелектричними (оксидними та нітридними) шарами. Ці оксиди або нітриди при довжині хвилі 550 нм повинні мати оптичні показники заломлення в діапазоні від 1,8 до 2,5.

Поряд з іншими металами, що відбивають промені, такими як золото або мідь, для металевих шарів можуть бути використані такі метали, як срібло або сплави срібла (Ag-Au, Ag-Cu, Ag-Pd тощо), які мають дуже гарні оптичні властивості для такого використання.

Перевагою буде, якщо нанести такий срібний або срібно-місний шар на зародковий шар.

Для застосування складної багатошарової системи, яка складається з послідовності оксидних та Ag-шарів, необхідно, щоб вже застосований/нанесений Ag-шар з оксидами утворив покриття в результаті реактивного процесу розпилення.

Відомо, що Ag легко окислюється, якщо потрапляє в умови, які сприяють окисненню, такі  $O_2$  або  $H_2O$ , а особливо в реактивній плазмі, яка містить ці гази. З окисненням значно погіршуються властивості Ag, так що, як правило, бажані візуальні та енергетичні властивості такої багатошарової системи без особливих попереджувальних заходів не досягаються. Одним з таких сучасних захисних заходів є застосування дуже тонкого металевого шару на поверхні срібного шару.

Як верхні (захисні) шари використовуються звичайно переважно Ti- або NiCr-сплави з типовою товщиною шару < 5 нм. Завдяки цьому попереджується окиснення срібла на верхній поверхні шару, оскільки попереджується безпосередній контакт верхньої поверхні з киснем та іншими реактивними складовими атмосфери (плазми) при подальшому утворенні діелектричного шару. Таким чином, срібло захищене від руйнації, проте шар металевого покриття може при цьому окислюватися.

Оскільки необхідна спеціальна станція покривання для розподілу тонкого покривного шару в машині для покривання, це не застосовується для нанесення діелектричного матеріалу (що необхідно для оптичного ефекту системи покриття). Як правило, це призводить до підвищення часу покриття і, таким чином, збільшення вартості покриття.

При використанні багатошарових систем в цілому збільшується міжфазна нерівність зі збільшенням кількості шарів. При цьому у випадку з тонкими шарами це може призвести до того, що другий і третій срібні шари в багатошаровій системі будуть мати гірші електричні та

оптичні властивості у порівнянні товщини. Це, наприклад, опосередковано визначається шляхом вимірювання електричного опору. Завдяки додатковим ефектам поглинання на нерівній межі між сріблом і діелектричними шарами також зменшується прозорість для електромагнітного випромінювання в діапазоні довжин хвиль видимого світла.

Отже, завданням пропонованого винаходу є використання багатошарової системи з метою використання способу "Багатошарового скла", а саме "вікно-фільм", що має поліпшені властивості для скління транспортних засобів.

Це, по-перше, забезпечить високу передачу та низьке відбиття у видимій області спектра, а по-друге, низьку передачу і високе відбиття частинки випромінювання з невидимої області спектру (найближчий інфрачервоний).

Водночас, іншим завданням пропонованого винаходу є те, щоб запропонувати власне спосіб виробництва цієї описаної багатошарової системи, для нанесення на відповідну основу. Особливим завданням цього винаходу є запропонувати такий економічно ефективний метод для застосування способом нанесення на полімерний матеріал-основу як рулон-в-рулон.

Відповідно до винаходу, це завдання з багатошаровою системою досягається, якщо є ознаки пункту 1. Спосіб виробництва цих багатошарових систем визначається пунктом 8. Варіанти, яким слід надати перевагу, та подальший розвиток можуть бути реалізовані відповідно до порядку пунктів, викладених у Формулі винаходу.

Пропонована багатошарова система для селективного відбиття електромагнітного випромінювання в діапазоні довжин хвиль сонячного світла має щонайменше один шар зі срібла або зі сплаву срібла, кожен з яких має зародковий шар та покривний шар з повним нанесенням їх на обидві верхні поверхні, а зародковий шар і покривний шар виконані з діелектричного матеріалу. При цьому як зародковий шар, так і покривний шар виготовляються з ZnO і/або ZnO:X. При цьому принаймні одна з таких багатошарових систем утворюється на гнучкій полімерній підкладці, найбільш переважним варіантом у видимій області спектра буде оптично прозора плівка. Зародковий шар та покривний шар можуть бути утворені з чистого оксиду цинку, легovanого оксиду цинку, або один з двох шарів виготовляється з ZnO, а інший шар - з легovanого оксиду цинку. При цьому може використовуватися як чисте срібло, так і сплав срібла, в якому Au, Pd або Cu додаються в невеликій кількості. Внаслідок цього такі шари, як правило, називають срібними. У срібному сплаві частка іншого металу має бути дуже маленькою, як правило, по можливості менше 2 %.

Така одна багатошарова система або певна кількість з таких багатошарових систем виконуються одна над одною на підкладці. При цьому можна використовувати відомий спосіб вакуумного нанесення, зокрема спосіб PVD, проте найбільш переважним буде магнетронне розпилення. Покриття на пластикових основах (полімерних плівках) часто виконується в пакетному режимі, тому що ці основи зазвичай знаходяться в рулонах з кінцевою довжиною.

Перевагою буде, якщо як зародковий шар, так і покривний шар можуть покриватися ідентичним матеріалом мішені. Тобто, ідентичний матеріал виконує в принципі свою функцію. При цьому можливо відрегулювати введення відповідної газової суміші в місце покриття з одного боку для зародкового шару, а з іншого - для покривного шару в кожній стадії нанесення покриття, щоб оптимізувати таким чином кожну функцію. Це дає можливість зробити покриття у режимі "прямо + зворотно" шляхом обертання вперед-назад (при кожному обертанні утворюється ізольована система з зародкового шару, срібного та покривного шарів), що є дуже ефективним з економічної точки зору. Багатошарова система може бути отримана без трудомістких операцій вентиляції при переміщенні рулону з множиною срібних шарів, зародкових шарів та зовнішніх шарів. Мішені для утворення зародкового шару, срібного та покривного шарів можуть бути впорядковані при цьому одна за одною в напрямку подачі осі основи. Мішені для утворення зародкового шару та покривного шарів можуть бути з ідентичного матеріалу.

Під час покриття основа намотується з рулону в рулон, залежно від напрямку подачі основи по черзі може утворитися кожною мішенню спочатку - зародковий шар, а при протилежному напрямку подачі наноситься покривний шар. У результаті, зокрема, в багатошарових системах з декількома срібними шарами (кожен з яких покритий зародковим шаром і покривним шаром) скорочуються час та витрати виробництва.

При цьому не важливо, скільки багатошарових систем, відповідно до винаходу, утворюється шляхом обертання назад і вперед. Інша можливість полягає у тому, що після кожної стадії по нанесенню покриття (при нанесенні багатошарової системи), рулон, який вже покритий, виймається та завантажується на первинну станцію розмотування і покривається, як на стадії покриття 1.

Для утворення зародкового шару і покривного шарів можна використовувати оксидні суміші  $\text{ZnO:X}$  з X, наприклад  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{In}_2\text{O}_3$  або  $\text{MgO}$ . При цьому в покритті можуть використовуватися відповідні мішені з кожним конкретним складом, тобто чистий  $\text{ZnO}$  або принаймні один із зазначених далі оксидів. Частка цих оксидів, які включені до  $\text{ZnO}$  в зародковому шарі та зовнішньому шарі, не повинна перевищувати 20 % від маси, частка 10 % від маси вважається переважною, що забезпечить насамперед яскраву виразність кристалічної структури зародкового шару.

Зародковий шар і/або покривний шар повинні мати товщину в діапазоні від 5 нм до 15 нм, а срібний шар повинен мати товщину між 5 нм і 25 нм, в найбільш переважному варіанті - 10 нм.

Перевагою буде, якщо буде можливість утворити додаткові діелектричні шари, які оточать таку багатошарову систему з обох боків.

Для реалізації винайденої багатошарової системи необхідно ізолювати послідовно стадії покриттям двох або більше срібношарових систем, найбільш переважною буде срібна тришарова система відповідно до Фігури 2 на одній підкладці. Під срібношаровою системою мається на увазі структура з діелектричного шару, тонкого зародкового шару, срібного, покривного шарів і на останок діелектричний шар (див. Фігуру 1).

Для досягнення бажаних оптичних властивостей, товщина срібних шарів і товщина діелектричних шарів повинна бути скоригована.

Діелектричні шари повинні мати показник заломлення  $n > 1,8$  при довжині хвилі до 550 нм, а також більш низьку абсорбцію, та можуть бути утворені з  $\text{In}_2\text{O}_3$ .

Утворена між двома срібними шарами діелектрична конструкція складається з покривного шару, діелектричного шару і зародкового шару, та має ефект діелектричного проміжного шару в оптичній системі фільтра для визначення позиції спектральної дальності передачі і кольору покривного вигляду багатошарового скла, що відомо з технічного положення. Особливо, відповідно до винаходу, перевагою є те, що товщина зародкового шару та покривного шарів сприяють шаровій товщині діелектричних відокремлювальних шарів, оскільки вони чинять відповідний оптичний ефект, який викликають інші діелектричні матеріали і покращують загальний візуальний ефект. Внесок зародкового шару і покривного шарів у діелектричну товщину в шаровій системі може бути врахований за допомогою їхнього оптичного індексу заломлення і геометричної товщини в структурі багатошарової системи. Індекс оптичного заломлення з  $\text{ZnO}$  при довжині хвилі 550 нм залежно від умов осадження дорівнює приблизно 1,95 до 2,05. Він може бути замінений на величину додаткового оксиду, який включений в зародковий шар і/або покривний шар і які не дуже відрізняються. Таким чином, можна скоригувати бажаний оптичний ефект у поєднанні інших діелектричних шарів з іншими матеріалами.

При створенні багатошарових систем можна використовувати вакуумне нанесення для утворення як срібного шару, так і зародкового шару та покривного шарів на трьох мішенях, які розташовані у напрямку подачі осі під час покриття і які можуть використовуватися або не використовуватися. Це особливо важливо при покритті від рулону до рулону та створює перевагу, як це втілено при покритті плівкової основи в пакетному режимі, що при утворенні шарової структури, у якій, згідно з даним винаходом, багатошарові системи повинні утворюватися одна над одною, що дозволяє скоротити налаштування пристрою і час. Таким чином, незалежно від напрямку руху основи може бути утворений спочатку зародковий шар з керамічною мішенню  $\text{ZnO}$  і/або  $\text{ZnO:X}$ , потім срібний шар з срібною мішенню і покривний шар, що містить другу  $\text{ZnO}$  і/або  $\text{ZnO:X}$  мішень. Умови процесу і, зокрема, склад газу, який подають у зону покриття для зародкового шару/покривного шару, на кожній стадії нанесення покриття можуть бути постійними, тобто однаковими.

При утворенні зародкового шару та покривного шарів використана газова суміш (розпилення) повинна складатися з аргону, кисню і водню і мати визначений склад для зародкового шару та покривного шару. При цьому частка кисню і водню в розпилювальних газах повинна мати конкретне значення (орієнтовне значення  $< 10\%$ , може відрізнятися відповідним обладнанням для нанесення покриття, таким як вхідний отвір для газу і насос в зборі) для того, щоб з одного боку бажана шарова структура для оптимального затравкового ефекту позитивно впливала на шарове зростання при наступному нанесенні срібного шару, а з іншого - утворилися оптично прозорі (прозорі) шари. Покриття може бути успішним при типовому тиску у межах області покриття від 0,4-1,0 Па.

Для покривного шару на срібло можна вибрати також прийнятний газ для забезпечення адекватного захисту. При цьому концентрація кисню повинна бути низькою (орієнтовне значення  $< 10\%$  у розрахунку на загальну кількість газу). При цьому безумовною перевагою

буде також, щоб вміст водню був вищим, ніж вміст кисню (орієнтовне значення  $< 15\%$  у розрахунку на загальну кількість газу).

Значення винаходу полягає в тому, що використання зародкового шару та покривного шарів, утворених з  $\text{ZnO}$  і/або  $\text{ZnO:X}$  можуть покращити якість срібного шару. Це досягається, з  
5 одного боку, покращенням срібного зростання, а з іншого - завдяки відповідному захисному ефекту покривного шару.

Надалі позитивний вплив підсилюється завдяки формуванню дуже гладких граничних шарів між зародковим шаром і нанесеним за ним срібним шаром, та між нанесеним срібним шаром і нанесеним на нього покривним шаром.

Відомо, що тонкі срібні шари, на основі обумовлених зростанням структурних властивостей, набувають переваги над властивостями, які все ще значно відрізняються від масивного матеріалу і обмежують досяжні властивості багатошарових систем.

Завдяки застосуванню тонкого зародкового шару (або англійською мовою "seed layer"), який впливає на зростання, повинен утворитися шар, щоб отримати кращі властивості (подібні до  
15 цільного  $\text{Ag}$ ) завдяки вже досягнутому регулярному зростанню при низькій товщині шару. Відповідно до винаходу, це досягається краще, оскільки зародковий шар складається з  $\text{ZnO}$  і/або  $\text{ZnO:X}$  та має кристалічну структуру; структуру, що має епітаксійні відношення зі структурою срібла.

Особливо важливим є те, що це дозволяє створити такі умови нанесення покриття, що зародковий шар: а) зростає переважно кристалічно, та б) одночасно на ньому утримується  
20 зростання бажаного упорядкованого срібного шару, з набуванням визначеного кристалічного полярного напрямку.

При багатошарових системах, в яких утворюються багаточисельні багатошарові системи одна над одною, можна також визначати електропровідність другого, третього і четвертого срібного шарів відносно першого шляхом вимірювання поверхневого опору. Іншими словами,  
25 так можна показати, що якість срібних шарів, а отже і низька нерівність на граничному шаровому стеку, що складається з таких чисельних послідовних шарів, реалізована (див. Фіг. 3).

У високоефективних сонцезахисних покриттях, що використовуються для скління в автомобільній промисловості, може досягатися бажана повна світлопередача  $T_{\text{ts}} < 40\%$ , а також  $T_{\text{vis}} > 70\%$  і  $R_{\text{vis}} < 10\%$ . Але таку ж можливість мають шарові системи з більш високими  
30  $R_{\text{vis}}$  показниками.

Товщини зародкового шару та покривного шару можуть також бути вибрані таким чином, щоб вони могли бути використані для інтерференції певних типів електромагнітного випромінювання. У багатошарових системах з декількома шарами срібла зародковий шарі/або  
35 покривний шари можуть мати різну товщину, так що вони можуть спричиняти інтерференцію при різноманітній довжині хвилі.

Таким чином, згідно з винайденою структурою багатошарової системи з трьома срібними шарами, кожен з яких оточений зародковим шаром, покривним та діелектричним шарами, що знаходяться на PET-плівці як основа і така покрита плівка використана в багатошаровому склі  
40 (Фіг. 4), зберігається загальний обсяг пропущеного випромінювання  $T_{\text{TS}} < 40\%$ , частка на пропущене випромінювання в діапазоні довжини хвилі видимого світла  $R_{\text{vis}} > 70\%$ , частка відбитого випромінювання у діапазоні видимого світла  $R_{\text{vis}} 10\%$ .

Нижче надається детальний опис винаходу.

На Фігурі 1 схематично зображений приклад, в якому срібний шар оточений зародковим шаром та покривним шаром;  
45

На Фігурі 2 схематично зображений приклад з трьома срібними шарами, в структурі кожного з яких є зародковий шар та покривний шар в структурі однієї багатошарової системи;

На Фігура 3 представлена діаграма, в якій відображені обчислені і виміряні показники електричного опору поверхні при різній кількості срібних шарів в багатошаровій системі; і

На Фігурі 4 надане схематичне зображення монтажу пропонованої у винаході багатошарової системи, з пластиковою плівкою, накладеною на багатошарове скло.  
50

Зображений на Фігурі 1 приклад багатошарової системи з срібним шаром 4 був застосований на стадії нанесення покриття на PET-основу 1. При цьому здійснюється крок 2 із застосуванням  $\text{In}_2\text{O}_3$  як діелектричний шар при товщині шару 25 нм методом магнетронного розпилення в реактивному процесі з використанням металевих індієвих мішеней.  
55

Далі в станції для покриття наноситься зародковий шар 3, з товщиною шару від 8 нм з керамічною  $\text{ZnO:X}$  мішенню з домішкою  $2\% \text{Al}_2\text{O}_3$ . При цьому у розпилюваний газ аргон додають приблизно  $5\%$  кисню і водню. Нанесення металевих срібного шару товщиною 10 нм відбувається шляхом магнетронного розпилення в аргонівій плазмі. Для нанесення покривного шару 5 (товщина 7 нм) використовується  $\text{ZnO:X}$ -мішень з домішкою  $2\% \text{Al}_2\text{O}_3$ . При цьому в  
60

аргон додано 5 % кисню та 8 % водню. Заклучний діелектричний шар 6 утворюється з  $\text{In}_2\text{O}_3$  з товщиною шару 30 нм шляхом реактивного процесу з використанням металевих мішеней з індію.

5 При такій утвореній срібношаровій системі опір поверхні на срібному шару 4 становить від 6,2 Ом.

На Фігурі 2 показана структура багатошарової системи, що має три срібні шари 4, кожен з яких утворений між зародковим шаром 3 і покривним шаром 5, і ця структура була утворена за допомогою трьох кроків покриттів. Для демонстрації функції зародкового шару 3 і покривного шару 5, багатошарова система, описана Фігурою 1, виконується однаково три рази поспіль.

10 Проте для отримання необхідних властивостей з точки зору  $T_{\text{ts}}$ ,  $T_{\text{vjs}}$  і  $R_{\text{vis}}$  товщини шарів 2 та 6 з  $\text{In}_2\text{O}_3$ , а також срібний шар 4 повинен бути скоригований. Зародкові шари 3 і покривні шари 5 були виконані на кожній стадії нанесення покриття при однакових умовах.

15 На Фіг. 2 показана конструкцію, при якій на PET-основі, утворюються, згідно з даним винаходом, три багатошарові системи, в кожній з яких робиться зародковий шар 3, срібний шар 4 та покривний шар 5. Товщина та склад зародкових шарів 3 та покривних шарів 5 відповідають тому, що показано на Фіг. 1.

20 Так треба сформулювати утворений на основі 1 діелектричний шар 2, який виготовлений з  $\text{In}_2\text{O}_3$ , товщиною від 20 нм до 50 нм; діелектричні шари з  $\text{In}_2\text{O}_3$ , які виникають між зародковим шаром 3 і покривним шаром 5, повинні мати товщину в діапазоні від 40 нм до 150 нм. Діелектричний шар з  $\text{In}_2\text{O}_3$ , який утворюється на дальній верхній поверхні зовнішньої основи 1, повинен мати товщину в діапазоні від 20 нм до 70 нм. Усі срібні шари повинні мати товщину в діапазоні 7 нм до 25 нм.

25 На підставі експериментально визначеного електричного опору поверхні на багатошаровій системі з срібним шаром і товщиною шару 10 нм, буде отримано очікуваний електричний опір поверхні при паралельному ланцюзі з подальшою 10 нм товщиною срібних шарів. Визначені електричні опори в структурах багатошарових систем з кількома срібними шарами порівнюються з теоретично розрахованими значеннями. Діаграма, зображена на Фігурі 3, показує, що розрахункові значення з вимірними значеннями для дво-, три- і чотиришарових систем конгруентні. Це підтверджує, що другий, третій і четвертий срібні шари в багатошаровій системі виготовляються з порівняно гарними властивостями срібла. Ці дані виходять з Фігури 3 показаної діаграми, і підтверджують, що немає збільшення кінцевої поверхневої нерівності на срібних шарах із збільшенням кількості таких шарів срібла.

30 У подальшому багатошарова система, що складається з трьох накладених одна на одну багатошарових систем, згідно з даним винаходом, шляхом коригування кожного шару може бути оптимізована так, щоб було досягнуто властивостей  $T_{\text{TS}} < 40 \%$ ,  $T_{\text{vjs}} > 70 \%$  і  $R_{\text{vis}} < 10 \%$  в багатошаровому склі.

Структура "багатошарового скла" показана на Фігурі 4. При цьому: 1 - PET основа, 7 - пропонується у винаході багатошарова система, що має три срібні шари 4, 8 - PVB (полівінілбутираль) шари та 9 - скло.

40 Показаний на Фігурі 4 приклад, залишає шарові товщини для зародкових шарів від 3 до 8 нм, а для зовнішніх шарів 5-7 нм. Срібні шари 4 мали такі товщини (починаючи від основи 1):

- перший срібний шар = 8,7 нм,
- другий срібний шар = 16.9 нм та
- третій срібний шар = 13,7 нм.

45 Діелектричні шари 6 виготовлені з  $\text{In}_2\text{O}_3$  та мають наступні товщини, також починаючи з основи 1:

- перший шар з  $\text{In}_2\text{O}_3$ =24 нм,
- другий шар з  $\text{In}_2\text{O}_3$ =76 нм,
- третій шар з  $\text{In}_2\text{O}_3$ =90 нм та
- 50 - четвертий шар  $\text{In}_2\text{O}_3$ =32 нм.

Використовуючи цю шарову систему в багатошаровому склі, досягаються наступні значення:

$$T_{\text{vis}}(A, 2^\circ) = 72,4 \%$$

$$R_{\text{vis}}(A, 2^\circ) = 9,1\%$$

$$T_{\text{TS}}(\text{ISO}) = 38,1.$$

55

## ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Багатошарова система для селективного відбиття електромагнітного випромінювання зі спектра довжин хвиль сонячного світла, яка сформована на гнучкій полімерній підкладці, з щонайменше одним шаром зі срібла або сплаву срібла, який покритий по всій площі на обох поверхнях в кожному випадку зародковим шаром і покривним шаром, і ці зародковий і покривний шари утворені з діелектричного матеріалу, яка **відрізняється** тим, що зародковий шар (3) і покривний шар (5) утворені із  $ZnO$  і/або  $ZnO:X$ .
2. Багатошарова система за п. 1, яка **відрізняється** тим, що  $X$  вибраний з  $Al_2O_3$ ,  $Ga_2O_3$ ,  $SnO_2$ ,  $In_2O_3$  і  $MgO$  і міститься у співвідношенні максимум 20 мас. %.
3. Багатошарова система за будь-яким з попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що зародковий шар (3) і/або покривний шар (5) має товщину шару в діапазоні від 5 нм до 15 нм, а срібний шар (4) має товщину шару між 5 нм і 25 нм.
4. Багатошарова система за будь-яким з попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що між покривним шаром (5), який сформований на одному срібному шарі (4), і зародковим шаром (3), який сформований під іншим срібним шаром (4), сформований шар з діелектричного матеріалу, переважно  $In_2O_3$ .
5. Багатошарова система за будь-яким з попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що на підкладці (1) сформовані одна поверх іншої щонайменше дві, переважно три, багатошарові системи, кожна з одним срібним шаром (4).
6. Багатошарова система за будь-яким з попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що між підкладкою (1) і багатошаровою системою сформований діелектричний шар (2), що має товщину шару в діапазоні від 20 нм до 50 нм.
7. Багатошарова система за будь-яким з попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що між багатошаровими системами, кожна з яких має срібний шар (4), сформований(і), відповідно, один діелектричний шар (6), що має товщину шару в діапазоні від 40 нм до 150 нм, і/або на зовнішній поверхні, поверненій від підкладки (1), додатковий діелектричний шар (6), що має товщину шару в діапазоні від 20 нм до 70 нм.
8. Спосіб одержання багатошарової системи за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що в процесі вакуумного нанесення покриття, зокрема магнетронного розпилення, використовують мішені для формування зародкового(их) шару(ів) (3), срібного(их) шару(ів) (4) і покривного(их) шару(ів) (5), які розташовані послідовно одна за одною в осьовому напрямку подачі підкладки (1), і при цьому мішені для формування зародкового(их) шару(ів) (3) і покривного(их) шару(ів) (5) утворені з однакового матеріалу.
9. Спосіб за п. 8, який **відрізняється** тим, що газову суміш, використовувану для формування зародкового(их) шару(ів) (3) і покривного(их) шару(ів) (5), пристосовують до формування відповідного шару для зародкового(их) шару(ів) (3) і покривного(их) шару(ів) (5).
10. Спосіб за п. 9, який **відрізняється** тим, що в газовій суміші для формування покривного(их) шару(ів) (5) підтримують більш низьку частку кисню і більш високу частку водню, ніж при формуванні зародкового(их) шару(ів) (3).
11. Спосіб за будь-яким з пп. 8-10, який **відрізняється** тим, що підкладку при нанесенні змотують з рулону на рулон так, що залежно від напрямку подачі підкладки по черзі формують, в кожному випадку міняючи мішень, зародковий шар (3) при одному напрямку подачі, а при зворотному напрямку подачі - покривний шар (5).

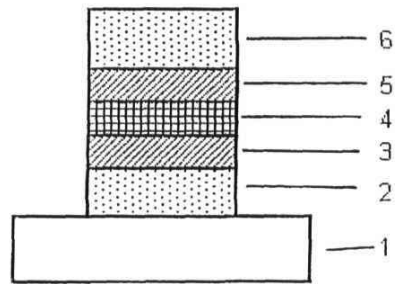


Fig. 1

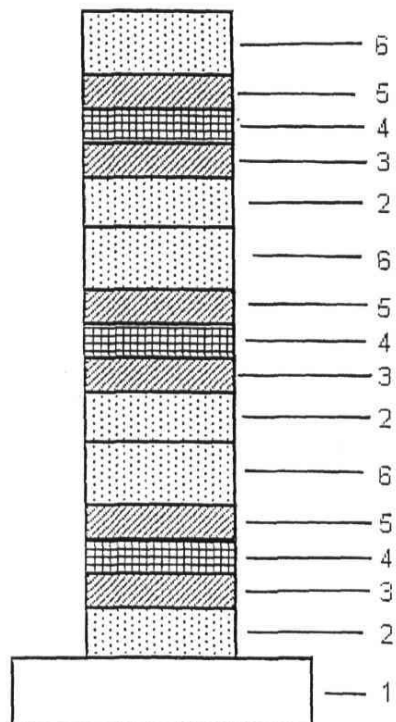
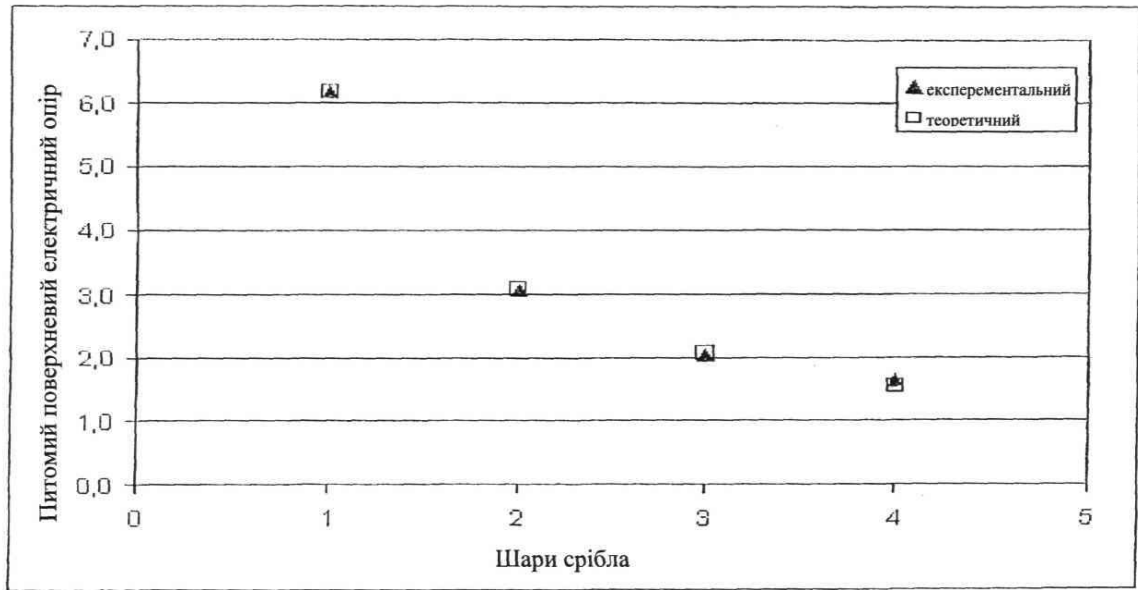
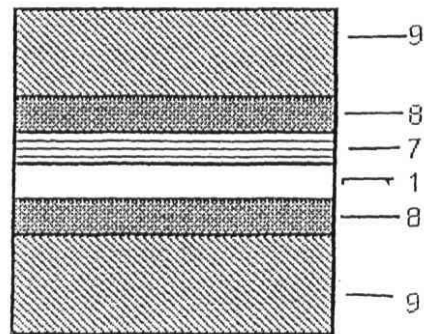


Fig. 2



Фіг. 3



Фіг. 4

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601