



УКРАЇНА

(19) UA (11) 92583 (13) C2  
(51) МПК (2009)  
G02B 5/00  
B42D 15/10  
B44F 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИХОВАНЕ ЗАХИСНЕ ПОКРИТТЯ

1

(21) а200606722  
(22) 16.06.2006  
(24) 25.11.2010  
(31) 60/691,499  
(32) 17.06.2005  
(33) US  
(46) 25.11.2010, Бюл.№ 22, 2010 р.  
(72) РОЖЕР У. ФІЛЛІПС, US, РОЙ БАЙ, US  
(73) ДЖЕЙДІЕС ЮНІФЕЙЗ КОРПОРЕЙШН, US  
(56) US 6761959, 13.07.2004  
US 20050128543, 16.06.2005  
WO 2005038136, 28.04.2005  
US 6903850, 07.06.2005  
RU 2004136320, 27.05.2005  
US 5877895, 02.03.1999  
(57) 1. Багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр, до складу якого входять органічний діелектричний шар, що перекриває множину ділянок світлофільтра, на яких діелектричний шар є витисненим з утворенням множини ділянок з різною рівномірною товщиною, де деякі суміжні ділянки діелектричного шару мають різну рівномірну товщину, розмір однієї з витиснених суміжних ділянок є таким, щоб колір зазначеної однієї ділянки був рівномірним і не міг бути побаченим неозброєним оком як відмінний за кольором від рівномірного кольору суміжної з нею ділянки, і колір ділянки можна побачити при збільшенні щонайменше 10:1.  
2. Багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр за п. 1, в якому один з багатьох шарів є поглинальним шаром, який має більш рівномірну товщину, ніж витиснений органічний діелектричний шар.  
3. Багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр за п. 2, в якому один з багатьох шарів є відбивним шаром, який має більш рівномірну товщину, ніж витиснений органічний діелектричний шар.  
4. Багатошаровий тонкоплівковий діелектричний світлофільтр за п. 3, в якому відбивний шар є більш рівномірним по товщині, ніж поглинальний шар.  
5. Багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр за п. 1, в якому кольорову різницю можна побачити при збільшенні щонайменше у 100 разів та в якому кольорова різниця є непомітною при збільшенні у 10 разів чи менше.

2

6. Багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр за п. 1, в якому ділянка витисненого діелектричного шару, що має товщину, відмінну від іншої суміжної ділянки, має витиснені на ній дифракційні ґрати, і в якому середня товщина зазначеної витисненої ділянки відрізняється від товщини суміжної ділянки.  
7. Багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр за п. 6, в якому витиснена ділянка створює дифракційний ефект та ефект зсуву кольору і в якому суміжна ділянка створює лише ефект зсуву кольору.  
8. Багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр за п. 7, в якому тонкоплівковий світлофільтр є хромаграмою.  
9. Багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр за п. 1, в якому світлофільтр включає пігментні лусочки і в якому одна з витиснених ділянок забезпечує приховану захисну ознаку.  
10. Багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр за п. 9, в якому прихована захисна ознака має форму символів.  
11. Багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр за п. 1, в якому множина ділянок різних кольорів створює прихований кольоровий код, який можна побачити лише при збільшенні.  
12. Багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр за п. 1, в якому ділянка витисненого діелектричного шару має несинусоїдальні відбитки на суміжних ділянках, відбитки утворюють плоскодонні заглибини, і заглибини неможливо розрізнити неозброєним оком.  
13. Багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр за п. 12, в якому заглибини є квадратними, прямокутними, круглими або трикутними.  
14. Багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр, до складу якого входить органічний діелектричний шар, розташований між поглинальним та відбивним шарами, в якому діелектричний шар є витисненим для забезпечення прихованої захисної інформації, помітної лише при збільшенні.  
15. Багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр за п. 14, в якому поглинальний шар та відбивний шар є невитисненими і мають по суті рівномірну товщину.  
16. Багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр за п. 14, в якому відбивний шар є витисненим для

(13) C2  
(11) 92583  
(19) UA

забезпечення прихованої захисної інформації, помітної лише при збільшенні.

17. Багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр за п. 14, в якому поглинальний шар є витисненим для забезпечення прихованої захисної інформації, помітної лише при збільшенні.

18. Багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр за п. 16, в якому поглинальний шар є витисненим для забезпечення прихованої захисної інформації, помітної лише при збільшенні.

19. Багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр, який включає:

органічний діелектричний шар, що перекриває множину ділянок світлофільтра, в якому діелектричний шар є витисненим на щонайменше одній

ділянці для створення іншої товщини, ніж на суміжній ділянці, і де тиснення має розмір, що створює оптичний ефект, який не можна побачити неозброєним оком без збільшення щонайменше у 10 разів;

поглинальний шар, що закриває органічний діелектричний шар; і

відбивний шар, несучий органічний діелектричний шар.

20. Багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр за п. 1, в якому множина ділянок різного кольору відрізняються одна від одної за кольором на величину  $\Delta E$ , що дорівнює щонайменше 10.

Перехресне посилання на споріднені заявки  
Даний винахід претендує на пріоритет заявки на патент США №60/691499, поданої 17 червня 2005 р., яку включено сюди за посиланням.

Область винаходу

Даний винахід стосується загалом тонкоплівкових оптичних покриттів, призначених для використання у виробництві захищених виробів та у виробництві дифракційних поверхонь, таких як голограми або дифракційні ґрати з ефектом зсуву кольору або оптично змінним фоном, що можуть бути використані як захищені вироби в різноманітних областях застосування. Більш конкретно, даний винахід стосується області нанесення покриттів та/або тиснення діелектричного субстрату для утворення дифракційних ґрат або голограм, краще, у вакуумній вальцювій камері для нанесення покриття під вакуумом, з метою одержання елемента типу Chromagram™ або для одержання основи, на якій виготовляють елемент типу Chromagram™. Винахід також стосується виробництва прихованого оптичного елемента, який має діелектричний шар змінної товщини. Як приклад, хромаграма (Chromagram) може мати світлопропускний субстрат, який має дифракційні ґрати або голограму, витравлені або витиснені в субстраті, причому на субстраті якимось чином формують зображення, або голограму чи дифракційні ґрати, звичайно, у формі непрозорого відбивного покриття. У вікнах чи на ділянках, що залишилися без відбивного покриття, покриття може бути видалене, або вікна можуть бути закриті іншим покриттям, яке візуально відрізняється від непрозорого відбивного фігурного покриття. Наприклад, може бути використане покриття з ефектом зсуву кольору поруч з високовідбивним алюмінієвим рельєфним рисунком.

Відомий рівень техніки

Релевантні технології

Захисні елементи дедалі більше використовуються для захисту грошових знаків та інших цінних документів, таких як паспорти, права водія, зелені картки, особові посвідчення і т.п. Ці захисні елементи також використовуються для захисту від підробок комерційних продуктів, таких як фармацев-

тичні засоби, косметичні засоби, сигарети, горілані вироби, електронні носії інформації, одяг, іграшки та запасні деталі для автомобілів і літаків. Фактично, за оцінками, на підроблені вироби зараз приходиться від 5% до 7% всесвітньої торгівлі. Голограми, прикріплені до таких виробів, є традиційним методом боротьби з підробками.

Пігменти та барвні речовини з ефектом зсуву кольору використовувалися у численних областях застосування, від автомобільних фарб до фарб для захисту від підробок захищених документів та грошових знаків. Такі пігменти та барвні речовини виявляють здатність до зміни кольору при зміні кута падіння світла, або при зміщенні кута зору глядача. Основним способом, що використовується для одержання таких барвних речовин з ефектом зсуву кольору, є диспергування дрібних лусочок, які типово складаються з багатьох шарів тонких плівок, що мають специфічні оптичні характеристики, у середовищі, такому як фарба або друкарська фарба, яке може бути згодом нанесене на поверхню об'єкта.

Дифракційні рельєфні рисунки та витиски, та споріднені з ними голограми, почали широко застосовуватися у практиці завдяки їхнім естетичним та утилітарним візуальним ефектам. Одним дуже бажаним декоративним ефектом є райдужний візуальний ефект, створюваний дифракційними ґратами. Цей яскравий візуальний ефект виникає, коли розсіяне світло дифрагує на свої кольорові компоненти, відбиваючись від дифракційних ґрат. Загалом, дифракційні ґрати є по суті повторюваними структурами, що складаються з ліній або канавок у матеріалі, з утворенням структури з висупів та заглибин. Бажані оптичні ефекти у видимому спектрі спостерігаються, коли дифракційні ґрати мають регулярно розташовані на відбивній поверхні канавки зі щільністю від сотень до тисяч ліній на міліметр.

Технологія дифракційних ґрат використовувалася для створення двовимірних голографічних рельєфних рисунків, що створюють для глядача ілюзію тривимірного зображення. Були також розроблені тривимірні голограми на основі різниці в показниках заломлення в полімері з використан-

ням схрещених лазерних променів, включаючи один опорний промінь та один об'єктний промінь. Такі голограми називаються об'ємними голограмами або 3D-голограмами. Крім того, широке застосування знайшло використання голографічних зображень на різних об'єктах для боротьби з підробками.

Зараз існує кілька областей застосування для поверхонь з витисненими голографічними рельєфними рисунками - від декоративної упаковки, такої як подарункова упаковка, до захищених документів, таких як банкноти та кредитні картки. Двовимірні голограми типово використовують дифракційні рельєфні рисунки, сформовані на пластиківій поверхні. В деяких випадках, голографічне зображення, витиснене на такій поверхні, може бути видимим без додаткової обробки; однак, загалом, для досягнення максимальних оптичних ефектів, необхідно нанести на витиснену поверхню відбивний шар, типово, тонкий металевий шар, такий як алюмінієвий, або шар матеріалу з високим показником заломлення, такого як ZnS. Відбивний шар по суті збільшує видимість дифракції витисненого рельєфного рисунка.

Всі типи дифракційних структур першого порядку, включаючи звичайні голограми та зображення на основі дифракційних ґрат, мають великий недолік навіть при інкапсуляції в жорсткий пластик. При використанні для освітлення голографічного зображення джерел дифузного світла, таких як звичайне кімнатне освітлення або захмарене нібо, всі порядки дифракції розширюються та перекриваються, так що кольори дифракції втрачаються і можна побачити лише незначну частину візуальної інформації, що міститься в голограмі. Типово видно лише сріблясте відбиття від витисненої поверхні і всі такі елементи в таких умовах спостереження виглядають сріблястими або, у найкращому випадку, пастельними. Таким чином, голографічні зображення загалом потребують прямого відбивного освітлення для візуалізації. Це означає, що для найкращих результатів спостереження падаюче світло повинно мати такий саме кут падіння, як і кут зору. Крім того, при повороті на 90 градусів навіть у прямому світлі, стандартна голограма зникає і можна побачити лише сріблясту ділянку, тому що канавки дифракційного рельєфного рисунка орієнтовані переважно паралельно падаючому світлу, що потрапляє до очей; тобто, дифракції не відбувається.

Оскільки використання захисних голограм набуло великого поширення, існують сильні стимули для фальсифікаторів відтворювати голограми, які часто використовуються в кредитних картках, банкнотах і т.п. Таким чином, перешкода, яку мають подолати захисні голограми, щоб стати дійсно надійними, полягає в простоті підробки таких голограм. Одностадійне та двостадійне оптичне копіювання, пряме механічне копіювання і навіть створення вторинного оригіналу широко обговорювалися в інтернеті. Вивчалися різні способи протидії цим методам, але жоден із заходів протидії, сам по собі, не створює ефективної перешкоди.

Один із способів, використовуваних для відтворення голограм, полягає в скануванні витисненої поверхні лазерним променем та оптичному записі відбитого променя на шарі матеріалу, такого як фотополімеризуємий полімер. В результаті, оригінальний рельєфний рисунок може бути відтворений у вигляді підробки. Інший метод полягає у видаленні матеріалу захисного покриття з витисненої металевої поверхні іонним травленням та вивільненні витисненої металевої поверхні, після чого може бути осаджений шар металу, такого як срібло (або будь-який інший легко відокремлюваний шар). Потім осаджується шар нікелю, який згодом вивільняють, одержуючи накладку для витиснення підробок.

Внаслідок високого технологічного рівня методів створення підробок виникла потреба в розробці більш досконалих захисних засобів. В одному з підходів, розкритих в патентах США №№ 5624076 та 5672410 (Miecka et al.), витиснені металеві частинки або оптичних багатшарових (пакетних) лусочок використовуються для створення голографічного рельєфного рисунка.

Іншою проблемою, зв'язаною із захисними голограмами, є те, що більшості людей важко ідентифікувати та запам'ятати відповідні зображення, створювані такими голограмами, в цілях верифікації. Здатності звичайної людини встановити справжність захисної голограми в остаточному підсумку перешкоджає складність її ознак та можливість сплутання з декоративною дифракційною упаковкою. Таким чином, більшість людей має тенденцію засвідчувати наявність такого захисного елемента, а не перевіряти власне зображення. Це створює можливість використання низькоякісних підробок справжніх захисних голограм або їхньої заміни на комерційні голограми.

В інших спробах боротьби з підробками, промисловістю голограм вдавалася до використання більш складних зображень, таких як з утворенням численних зображень при нахилі захисного елемента вправо чи вліво. Ці удосконалені зображення створюють для спостерігача більш високий рівень "миттєвої" або естетичної привабливості. На жаль, ця додаткова складність не забезпечує додаткового захисту, тому що це складне зображення важко, або навіть неможливо, описати та запам'ятати.

Патент США № 6761959 (Phillips et al.), права на який переуступлені фірмі JDS Uniphase Corp., розкриває захищений виріб, на який нанесено елемент Chromagram™. Хромаграма забезпечує для глядача як ефект зсуву кольору, так і голографічні ефекти. В патенті № 6761959 на органічний субстрат з витисненими голографічними дифракційними ґратами або рельєфним рисунком наносять покриття з багатшарової плівки з ефектом зсуву кольору.

Заявка на патент США 2005/0128543, на ім'я Phillips et al., права на яку переуступлені фірмі JDS Uniphase Corp., розкриває більш складний тип елементів Chromagram™ із складним рисунком. На деяких ділянках спостерігаються голографічні ефекти, а на інших ділянках - лише ефекти зсуву кольору.

Іншою заявкою на патент США, що розкриває дифракційні ґрати з покриттям з ефектом зсуву кольору, але відрізняється від ідеї Phillips et al., є патентна заявка США 2003/0058491, на ім'я Holmes et al. Заявка на патент США №2003/0058491, по-видимому, відрізняється від ідеї Phillips тим, що передбачає розв'язувальний шар як засіб відокремлення ефектів дифракційних ґрат від ефектів зсуву кольору. Holmes пропонує розміщати розв'язувальний шар між рельєфною структурою та тонкоплівковим світлофільтром з ефектом селективного відбиття, описаним як тонкоплівковий світлофільтр з ефектом селективного відбиття.

На відміну від Holmes et al., патент США № 6987590 відомого рівня техніки описує інший новий елемент Chromagram™, в якому розв'язувальний шар є непотрібним, але забезпечується розділення ефектів зсуву кольору та голографічних ефектів. Наприклад, на Фіг. б друкарська фарба з ефектом зсуву кольору створює ефект зсуву кольору, а відбивне покриття поряд з нею створює голографічні ефекти.

У всіх цих вищезгаданих захисних структурах покриття пропонується у відомий, загальноприйнятий спосіб. Тобто, спочатку витискують дифракційні ґрати, а згодом наносять шари покриття, потрібні для створення бажаних елементів відбивного покриття та покриття з ефектом зсуву кольору. Хоч ці відомі з рівня техніки способи виготовлення, по-видимому, виконують свою передбачувану функцію створення структур, подібних до хромаграм, що мають як голографічні ефекти, так і ефект зсуву кольору, було б дуже бажаним, щоб процес в цілому або більша частина процесу виготовлення здійснювалися in-situ, у вакуумній вальцювій машині для нанесення покриттів.

Тому дуже бажаною була б розробка придатного практичного способу та апарата, які б дозволяли формувати дифракційні ґрати або голограму у вакуумній напілювальній камері на органічний діелектричний шар (ODL), в якому нанесення на голограму або дифракційні ґрати відбивного покриття та/або покриття з ефектом зсуву кольору здійснювалося б на ODL до чи після формування дифракційних ґрат або голограм у вакуумній камері без порушення вакууму.

Більш конкретно, об'єктом даного винаходу є створення вбудованого в технологічний процес способу створення голограм або дифракційних ґрат у вальцювому процесі у вакуумній камері без порушення вакууму.

Інший аспектом даного винаходу, який може бути здійснений за допомогою вбудованої в технологічну лінію системи, як згадувалося вище, або не обмежений виробництвом на вбудованій системі, стосується створення органічного діелектричного шару в структурі Фабрі-Перо або діелектричній багатошаровій структурі, де органічний діелектричний шар має змінну товщину, і де ефекти діелектричної структури змінної товщини можна побачити лише при збільшенні.

Створення діелектричного шару змінної товщини було розкрито в патенті США № 5877895, виданому на ім'я Shaw et al. 2-го березня 1999 р.

Shaw et al. розкривають нерівномірне застосування нагрівання для створення діелектричного шару змінної товщини. Через розміри апарата, необхідного для створення різниці у товщині, суміжні ділянки змінної товщини є досить великими і ефекти є помітними, як це і було потрібно.

В патенті Shaw et al. немає згадки чи пропозицій щодо створення прихованих захисних елементів.

На відміну від нього, в одному аспекті даного винаходу передбачається захисний елемент, який включає діелектричний шар з множиною суміжних ділянок. Щонайменше одна суміжна ділянка діелектричного шару має товщину, меншу ніж у суміжної ділянки того самого шару. Розміри щонайменше однієї з ділянок є досить малими для того, щоб візуальний ефект від різниці між двома суміжними ділянками був непомітним для неозброєного ока, однак, візуальна різниця у кольорі стає помітною при збільшенні 10:1 чи більше. Краще, ділянки різних кольорів відрізняються одна від одної у кольорі на величину дельта Е щонайменше 10.

Іншим об'єктом винаходу є створення точково-матричних дифракційних ґрат, що мають діелектричний роздільний шар змінної товщини для забезпечення різних візуально спостережуваних кольорів, що відповідають різним товщинам.

Таким чином, метою винаходу є створення захисного елемента з діелектричним шаром, що утворює резонатор Фабрі-Перо, або в діелектричному пакеті діелектричних шарів, де діелектричний шар має змінну товщину для утворення оптичних резонаторів, які створюють різні кольори при падінні видимого світла; і де візуальний ефект різних кольорів є непомітним без збільшення. Крім того, ці різні ділянки мають кожна власну залежність кольорового зсуву від кута зору.

Розкриття винаходу

Відповідно до одного аспекту даного винаходу пропонується багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр, до складу якого входить органічний діелектричний шар, що перекриває множини ділянок світлофільтра, в якому діелектричний шар є витисненим з утворенням множини ділянок різної рівномірної товщини, причому деякі суміжні ділянки діелектричного шару мають різну рівномірну товщину, розмір однієї з витиснених суміжних ділянок є таким, що колір зазначеної однієї ділянки є рівномірним і не може бути побачений неозброєним оком як відмінний за кольором від рівномірного кольору суміжної з нею ділянки, і колір ділянки можна побачити при збільшенні щонайменше 10:1. У варіанті втілення винаходу, поглинальний шар багатошарового тонкоплівкового світлофільтра має більш рівномірну товщину, ніж витиснений органічний діелектричний шар, який відсутній в описі винаходу. В одному варіанті втілення винаходу, відбивний шар багатошарового тонкоплівкового світлофільтра має більш рівномірну товщину, ніж витиснений органічний діелектричний шар; необов'язково, відбивний шар також має більш рівномірну товщину, ніж поглинальний шар.

Відповідно до винаходу, далі передбачається багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр, до складу якого входить органічний діелектричний

шар, розташований між поглинальним та відбивним шарами, причому діелектричний шар є витисненим для забезпечення прихованої захисної інформації, помітної лише при збільшенні.

Відповідно до винаходу, далі передбачається багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр, до складу якого входять органічний діелектричний шар, що перекриває множини ділянок світлофільтра, в якому діелектричний шар є витисненим на щонайменше одній ділянці для створення іншої товщини, ніж на суміжній ділянці, і де тиснення має розмір, що створює оптичний ефект, який не можна побачити неозброєним оком без збільшення у щонайменше 10 разів; поглинальний шар, що закриває органічний діелектричний шар; і відбивний шар, несучий органічний діелектричний шар. В одному варіанті втілення винаходу, кольорову різницю можна побачити при збільшенні у щонайменше 100 разів, і вона є непомітною при збільшенні у 10 разів чи менше.

Відповідно до іншого аспекта винаходу пропонується багатошаровий тонкоплівковий світлофільтр, що має діелектричний шар з першою ділянкою, на якій витиснені дифракційні ґрати, та суміжні ділянки без дифракційних ґрат для забезпечення контрасту, причому обидві ділянки створюють різні ефекти кольорового зсуву при нахилі світлофільтра по відношенню до кута зору і витиснена ділянка створює ефекти дифракції та тонкоплівкової інтерференції. Середня товщина першої ділянки з витисненими дифракційними ґратами відрізняється від товщини суміжної ділянки.

Відповідно до іншого аспекту винаходу пропонується спосіб покриття, який включає стадії:

розміщення у вакуумній камері рулону світлопропускного субстрату з витисненими дифракційними ґратами або голограмами; і

формування рисунка на відбивному шарі методом друку олійними фарбами для нанесення з парової фази відбивного матеріалу у вакуумній камері без порушення вакууму.

Відповідно до винаходу пропонується спосіб створення хромаграми, який включає стадії:

тиснення органічного покриття;

отвердіння органічного покриття;

формування деметалізованого рисунка відбивного шара на витисненому органічному покритті;

отвердіння через субстрат для повного отвердіння органічного покриття, з утворенням відносно м'якого органічного діелектрика, в якому може виконуватися тиснення.

Відповідно до винаходу, далі передбачається спосіб нанесення покриття, який включає стадії:

розміщення розмотуваного рулону субстрату діелектричного матеріалу в вакуумній камері;

тиснення діелектричного матеріалу у вакуумній камері; і

нанесення покриття на діелектричний матеріал у вакуумній камері; причому нанесення покриття на діелектричний матеріал може бути здійснене до тиснення.

Відповідно до винаходу, пропонується спосіб нанесення покриття на субстрат, який включає стадії:

розміщення субстрату у вакуумному пристрої для нанесення покриття на рулонний матеріал;

тиснення субстрату;

нанесення з парової фази поглинального шару на субстрат;

осадження органічного шару на поглинальний шар;

формування рисунка відбивного матеріалу на органічному шарі у вакуумному пристрої для нанесення покриття на рулонний матеріал;

виконання стадій (b)-(e) без порушення вакууму.

Відповідно до іншого аспекту винаходу, пропонується світлофільтр, який має органічний діелектричний шар (ODL), що утворює активну частину світлофільтра, в якому ODL має змінну товщину і розташований між поглинальним шаром та відбивним шаром, або в якому ODL утворює один з пари діелектричних шарів, причому змінні товщини забезпечують створення різних кольорів відбитого світла, видимих лише при збільшенні щонайменше у 10 разів.

В кращому варіанті втілення різниця кольорів між двома прихованими кольорами, створюваними діелектричним шаром різної товщини, як описано в цьому документі, має величину ДЕ щонайменше 10.

Стислий опис креслень

Далі будуть описані приклади варіантів втілення винаходу у поєднанні з кресленнями, на яких:

Фіг. 1 є поперечним перерізом багатошарової плівки Фабрі-Перо відповідно до варіанта втілення винаходу, на якому зображений ступінчастий шар змінної товщини органічного діелектричного матеріалу, розміщений між відбивним шаром рівномірної товщини та поглинальним шаром рівномірної товщини, де в діелектричному матеріалі витиснений рельєфний рисунок у формі прямокутної хвилі.

Фіг. 2 є поперечним перерізом симетричної багатошарової плівки Фабрі-Перо із зображенням двох подібних структур, складених тильним боком одна до одної зі спільним центральним відбивним шаром, відповідно до варіанта втілення винаходу.

Фіг. 3a є поперечним перерізом, подібним до Фіг. 1, на якому передбачається роздільний шар між структурою, зображеною на Фіг. 1, та субстратом, з утворенням витисненої плівки на відокремлюваному субстраті.

Фіг. 3b є поперечним перерізом несиметричної хромаграми Фабрі-Перо, що має діелектричний проміжний шар, зображений з двома різними товщинами, де на проміжному шарі витиснені дифракційні ґрати.

Фіг. 4 є видом зверху на окрему лусочку Фабрі-Перо, яка має розміщені в один ряд та багато колонок ділянки з прихованим забарвленням, в яких суміжні забарвлені ділянки мають різні кольори.

Фіг. 5 є кольоровою діаграмою із зображеннями кольорів, створюваної тисненням в резонаторі Фабрі-Перо, для органічного шару, витисненого з різною товщиною.

Фіг. 6 є поперечним перерізом несиметричної структури Фабрі-Перо, яка має кольорові ефекти, що можуть спостерігатися з обох боків.

Фіг. 7 є схемою вбудованого в технологічну лінію вакуумного вальцювого пристрою для нанесення покриття для виготовлення голограм відповідно до варіанта втілення даного винаходу.

Фіг. 8 є схемою вбудованого в технологічну лінію вакуумного вальцювого пристрою для нанесення покриття для виготовлення деметалізованих хроматограм.

Фіг. 9 є схемою вбудованого в технологічну лінію вакуумного вальцювого пристрою для нанесення покриття для виготовлення деметалізованих хроматограм.

Фіг. 10 є схемою станції тиснення, у якій передбачається блок плазмової обробки для зниження поверхневої енергії накладки для зменшення прилипання.

Фіг. 11 є схемою станції тиснення, у якій передбачається блок плазмової обробки для забезпечення УФ-отвердіння полімеру після його відокремлення від накладки.

Фіг. 12 є схемою станції тиснення, що поєднує варіанти втілення, зображені на Фіг. 9 та 10.

Фіг. 13 є схемою накладки для тиснення на витискному валику, що ілюструє небажаний прогин пресового валика.

Фіг. 14 є схемою кращого варіанта втілення з незначним прогином пресового валика чи без нього.

Фіг. 15 є схемою станції нанесення полімерного покриття, в якій для зменшення товщини покриття мономера використовується послідовність валиків.

Фіг. 16 є схемою станції нанесення полімерного покриття з використанням послідовності валиків для зменшення товщини покриття мономера, аналогічно Фіг. 15, де передбачений нагрітий валик для нанесення мономера з парової фази.

Фіг. 17 є схемою станції нанесення полімерного покриття з використанням послідовності валиків для зменшення товщини покриття мономера, у якій передбачається щільна головка для нанесення мономера на перший валик.

Фіг. 18 є схематичним зображенням поперечного перерізу, що ілюструє барабан для осадження тонких плівок у взаємодії з різними компонентами.

Фіг. 19 є видом збоку у поперечному перерізі електронних пучків, що проходять крізь тонкий алюмінієвий шар та витискуваний полімерний шар.

#### Детальний опис

На Фіг. 1 зображена у перерізі частина листа плівки 100, у якому плівка 100 включає нижній відбивний шар 102, що має рівномірну товщину; на відбивний шар 102 наносять осадженням органічний діелектричний шар 104, витиснений таким чином, щоб він мав змінну товщину, та створюють ділянки діелектричного проміжного шару різної товщини. Поглинальний шар 106 наносять з рівномірною товщиною на органічний діелектричний шар 104 змінної товщини. В кращому варіанті втілення, розміри суміжних ділянок (а)-(е) мають бути менше розміру пікселя або елемента, що можуть бути побачені неозброєним оком. Хоч винахід не потребує, щоб всі суміжні виступи або ділянки різної товщини мали менший розмір, ніж можна побачити

неозброєним оком, однак, повинен бути щонайменше один такий елемент або ділянка для забезпечення прихованої бажаної ознаки. Наприклад, будь-який елемент (а)-(е) може мати досить малий розмір для того, щоб його можна було побачити лише зі збільшенням, у той час як суміжні елементи можуть бути досить великими та видимими неозброєним оком; однак, краще, декілька суміжних пікселів або пікселів на листі або лусочці мають такі розміри, щоб їх не можна було індивідуально побачити неозброєним оком. Далі, краще, декілька суміжних пікселів при збільшенні мають чітко відмінні кольори, тим самим створюючи прихований кольоровий код або рельєфний рисунок, прихований у структурі. З посиланням на Фіг. 1, якщо усі разом ділянки а, b, c, d та e займають площу менш ніж 100 кв.мікрон, що приблизно дорівнює найменшій ділянці, яку можна побачити неозброєним оком, то помітити різні кольори а, b та c буде неможливо.

Оскільки діелектричний шар на ділянках а, b та c спеціально витиснений з різною товщиною, то при належному виборі глибин тиснення, світло, що відбивається в напрямку глядача після падіння на відбивний шар, буде мати три різні кольори. Однак через малий розмір ділянок а, b та c, око матиме тенденцію інтегрувати зображення і, якщо можна побачити піксел або ділянку, що включає (а)-(d), то сприйматися буде лише один колір. При достатньому збільшенні окремі ділянки (а), (b) та (c) будуть видимими і різні кольори будуть сприйматися.

Краще, різниця кольорів буде досить значною для чіткої ідентифікації, а не лише ледь помітною різницею між двома дуже близькими кольорами.

В системі кольорового простору  $L^*a^*b^*$ , кольори графічно зображують у площині CIELAB-системи, де  $a^*$  позначає червоний та зелений, і  $b^*$  позначає жовтий та синій. Яскравість кольору відкладається по осі під прямим кутом до площини від чорного або  $L^*=0$  до білого, з  $L^*=100$ . Таким чином, колір буде сірим в центрі площини, при зростанні яскравості в напрямку від центра до зовнішнього периметра площини. Зовнішній край площини відповідає найвищій яскравості. Наприклад, лазер, що випромінює червоне світло, має високу насиченість кольору. Між центром та краєм розташовані різні градації червоного, такі як, наприклад, рожевий. Таким чином, існують площини цих кольорів, які переміщуються вгору чи вниз уздовж осі  $L^*$  або осі значень яскравості. Для кожної комбінації джерела світла-спостерігач параметри трикоординатної колориметричної системи - кольорові координати - можуть бути легко розраховані, а також можуть бути виміряні. Фахівцям в галузі колориметрії добре відомо, що будь-який пігмент, забарвлена плівка або будь-який колір може мати різний вигляд у залежності від джерела світла. Наприклад, колір при флуоресцентному освітленні може цілком відрізнитися від кольору в сонячному світлі або під вольфрамовою лампою.

Таким чином, пігмент може опромінюватися попередньо визначеною кількістю енергії в діапазоні довжин хвиль для забезпечення графіка залежності потужності від довжини хвилі. Кількість світла або енергії, що потрапляє або падає на піг-

мент для даної довжини хвилі, впливає на криву відбиття. Розподіл спектральної густини від джерела світла інтегрується функцією частотної сприйнятливості ока, яку типово позначають  $x$ ,  $y$  та  $z$ , та спектром відбиття, давая значення параметрів трикоординатної колориметричної системи  $X$ ,  $Y$  та  $Z$ .

У зв'язку з даним винаходом, для опису винаходу використовується кольоровий простір  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  (CIELAB), оскільки ця система є найбільш рівномірною (лінійною за кольором) з відомих на сьогодні і загалом є загальноприйнятною в усьому світі для практичного застосування. Таким чином, в кольоровому просторі CIELAB колір будь-якого оптично змінного елемента може бути охарактеризований трьома значеннями параметрів трикоординатної колориметричної системи -  $X$ ,  $Y$  та  $Z$ . Ці значення параметрів трикоординатної колориметричної системи враховують спектральний розподіл джерела світла, відбивну здатність оптично змінного пігменту та спектральну чутливість людського ока. З цих величин  $X$ ,  $Y$  та  $Z$  обчислюють координати  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  як взаємозв'язані значення  $L^*$  (яскравість),  $C^*$  (насиченість),  $h$  (тон) та асоційовані кольорові різниці, тобто, дельта  $L^*$ , дельта  $C^*$  та дельта  $h$ . У такий спосіб будь-який колір може бути представлений за допомогою  $L$ ,  $a^*$   $b^*$ .

Різниця між будь-якими двома кольорами, кольором ( $L_1^*$ ,  $a_1^*$ ,  $b_1^*$ ) та кольором ( $L_2^*$ ,  $a_2^*$ ,  $b_2^*$ ), визначається як  $\Delta E_{ab}^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ .

Фактично, покриття містить прихований кольоровий код, не видимий неозброєним оком, причому при спостереженні структури неозброєним оком видно лише єдиний інтегрований колір. Товщина діелектричного шару на цих прихованих ділянках різного кольору відрізняється і є рівномірною на ділянці. Краще, ці ділянки утворюють рельєфний рисунок у формі квадратної або прямокутної хвилі, однак цей рельєфний рисунок не повинен бути періодичним.

Аналогічно, як приховане покриття може використовуватися діелектричний шар з ефектом зсуву кольору, що є пакетом діелектричних шарів з високими та низькими показниками заломлення, шляхом використання одного чи більше діелектричних шарів, товщина яких змінюється аналогічно, так що щонайменше одна ділянка, яка має товщину, відмінну від інших ділянок, є невидимою неозброєним оком, але може бути побачена при належному збільшенні.

Одним способом виготовлення структури за Фіг. 1 є (а) забезпечення вихідного рулону поліефірного матеріалу; (b) нанесення з одного боку поглинального шару, такого як  $Cg$ ; (c) нанесення з парової фази органічного діелектричного шару на шар  $Cg$ ; (d) тиснення органічного діелектричного шару; і (e) нанесення на витиснений органічний діелектричний шар відбивного шару з матеріалу, такого як  $Al$ .

На Фіг. 2 зображена симетрична структура, яка має маленькі ділянки різної товщини. Структура, зображена на Фіг. 2, у багатьох відношеннях є подібною до описаної вище на Фіг. 1, однак, відбивний шар є спільним шаром для двох однакових витиснених діелектричних шарів, що мають пок-

риття з поглинального матеріалу. Зручно, щоб структура, зображена на Фіг. 2, дозволяла подрібнення або помел на лусочки або частинки пігменту. Незалежно від цього, структура, зображена на Фіг. 1, також може бути використана як несиметричне покриття пігменту.

Хоча поперечні перерізи, зображені на Фіг. 1 та 2, наводять на думку, що ділянки є квадратними або прямокутними, даний винахід не обмежений тисненням лише квадратів, прямокутників і т.п. Можуть бути витиснені круги, трикутники або інші ділянки, за умови, що деякі з ділянок будуть досить маленькими для того, щоб їх не можна було побачити без значного збільшення. Структуру, зображену на Фіг. 2, одержують шляхом пропускання алюмінієвої фольги, на яку з обох боків було нанесено покриття з органічного проміжного шару 104, через прилеглі один до одного витисні валики. Органічний шар може бути нанесений пропусканням алюмінієвої фольги через ванну шляхом пропускання фольги через ванну, що містить органічне покриття/розчинник, та прямого витягування алюмінієвої фольги з використанням способу, відомого як нанесення покриття окунанням, з наступним видаленням розчинника сушінням. Альтернативно, органічне покриття 104 може бути нанесене з одного боку, отверджене та, після перемотки рулону, нанесене з іншого боку. Після здійснення тиснення органічного покриття на витиснені органічні шари наносять поглинальний шар. Альтернативно, поліетилентерефталатний (PET) субстрат з нанесеним симетрично з обох боків покриттям з відбивного шару та органічного проміжного шару пропускають між прилеглими один до одного витисними валиками, а потім наносять поглинальний шар на кожний з витиснених шарів. Згодом додають з кожного боку поглинальний матеріал і потім здійснюють його тиснення для нанесення прихованої захисної інформації, яку можна розгледіти тільки при збільшенні. Поглинальний матеріал може бути нанесений методом хімічного відновлення металу, такого як нікель, срібло чи олово, або він може бути будь-яким напівпропускним шаром, осадженим з вакууму. Двобічні витиснені структури дозволяють одержати матеріал, придатний для різання на блискітки, які є матеріалом з унікальним кольоровим зсувом. Чи потрібно тиснення обох органічних шарів, залежить від бажаного результату. Хоч витиснені ділянки, краще, будуть плоскими та по суті паралельними відбивному шару, це не є обов'язковим і шар може бути розташований під кутом, відмінним від нульового по відношенню до відбивного шару. В кращому варіанті втілення, прихований кольоровий рисунок на захисному листовому матеріалі чи лусочках має витиснений діелектричний шар із щонайменше трьома різними товщинами та щонайменше трьома різними прихованими кольорами.

На Фіг. 3а зображена структура, подібна до Фіг. 1, де показана витиснена органічна структура на субстраті 132, що має роздільний шар 130. Після здирання плівки із субстрата вона може бути використана для виготовлення лусочок, які мають приховані ознаки.

Структура гарячого тиснення може бути виготовлена дуже подібно до структури за Фіг. 1, але у зворотному порядку, з використанням таких стадій: створення полімерного роздільного шару на субстраті; осадження шару хрому; нанесення з парової фази органічного діелектричного шару; витиснення органічного діелектричного шару; осадження відбивного шару, а потім клейового шару.

На Фіг. 3b зображений інший варіант втілення дифракційної структури Фабрі-Перо, що має діелектричний шар 104, витиснений з однією товщиною, як показано пунктирною лінією. При проведенні витиснення діелектричного шару світлофільтра Фабрі-Перо, середня глибина тиснення в першому наближенні буде середньою точкою між середньою висотою гребенів та середньою глибиною долин. Ділянка, показана пунктирною лінією, не є плоскою і має гребені та долини. Оскільки відстань між гребенями та долинами виходить за межі розділення людського ока, глядач зможе побачити на світлофільтрі Фабрі-Перо після нанесення поглинального шару Сг 106 на діелектричний шар лише те, що кольоровий зсув під рельєфною структурою відрізняється від кольорового зсуву на невитиснених ділянках. Кольори, створювані внаслідок різної товщини гребенів та долин, зливаються до купи і мають на вигляд сріблястий колір. Таким чином, комбінований колір витисненої ділянки є сумою ефектів гребенів та долин діелектричного шару, тобто, сріблястого кольору плюс кольоровий зсув від уявно рівномірної товщини підлеглого діелектричного шару плюс дифракційний ефект. Грати можуть бути несинусоїдальними відбитками на суміжних ділянках, де відбитки утворюють плоскодонні заглибини, і заглибини неможливо розрізнити неозброєним оком.

Фіг. 4 є ілюстрацією лусочки Фабрі-Перо 180, яка має поперечний розмір приблизно 17 мікрон і на якій показана сітка або рельєфний рисунок 190, що складається з 2-мікронних витиснених квадратів, які мають різну рівномірну глибину, з кольоровим ефектом, що змінюється від синього до зеленого. Однак, через розміри 2-мікронних квадратів, для того, щоб побачити та розрізнити колір закодованих квадратів, потрібно збільшення щонайменше у 50 разів, краще, для зручного розрізнення кольорів 2-мікронних квадратів є потрібним 400-кратне збільшення. Якщо елемент пікселя має розмір 80 кв.мікрон, то збільшення приблизно 1,25 буде потрібним для того, щоб просто побачити його, а для зручного спостереження буде потрібним збільшення приблизно 12,5.

Фіг. 5 є ілюстрацією, що показує кольорову гаму, створювану тисненням резонатора Фабрі-Перо для органічного шару, витисненого на 0,232-0,442 мікрон.

На Фіг. 6 зображена альтернативна структура, яка має ефекти, подібні до, але відмінні від симетричної структури, зображеної на Фіг. 3. Хоч відбивний шар 102 є спільним для двох структур резонаторів Фабрі-Перо, верхній резонатор має приховане покриття, а нижній резонатор має єдиний колір без прихованих ознак. Діелектричний шар 104b та 106b нижнього резонатора може бути виготовлений з такою товщиною, щоб він створю-

вав кольоровий ефект, подібний за кольором до того, що інтегрально сприймається мозком при погляді на структуру Фабрі-Перо змінної товщини. Таким чином, якщо виготовити досить маленькі лусочки, то колір, що сприймається, буде по суті однорідним з незначними помітними відмінностями, чи взагалі без них. Хоч зображені вище варіанти втілення ілюструють наявність кількох різних товщин на лусочці або ділянці, можливо виготовити лусочку, яка має діелектричний шар з лише однією маленькою ділянкою, товщина якої відрізняється від решти лусочки, для забезпечення прихованої ознаки. Слід також відзначити, що прихована ділянка, що має відмінну товщину діелектричного шару, може мати форму логотипа або інших знаків, які можуть бути легко розпізнані при достатньому збільшенні.

Далі, на Фіг. 7 зображена вбудована в технологічну лінію система виготовлення голографічної рельєфної структури. Технологічний процес починається з подачі пластикового полотна в вакуумну камеру на станції розмотування 80. Пластикове полотно може мати покриття з твердого роздільного шару для гарячого штампування готового продукту або, альтернативно, пластикове полотно може бути пластиковою плівкою без покриття, такою як поліетилентерефталатною (PET) плівкою для виготовлення ярликів чи захисних ниток. Зверху пластикового полотна або твердого роздільного шару знаходиться шар смоли, придатний для тиснення. Може бути використана також одношарова структура з твердим роздільним шаром, придатним для тиснення. Полотно потім надходить до першої станції, камери 5, де на нього наносять рівномірний алюмінієвий шар, після чого полотно з покриттям піддають тисненню в камері 1. В результаті цього одержують відбивну структуру рельєфного типу, наприклад, голограму, яка може наноситися для захисту на вироби методом гарячого штампування або подаватися на виготовлення чутливих до тиску ярликів.

Фіг. 8 зображує повний процес виготовлення деметалізованої хромаграми (Chromagram™) в один чи два проходи. Кожна камера розташована у своїй власній відкачуваній камері (не показана) і кожна камера використовується як модуль для кожної окремої операції. При використанні такого модульного підходу, кожен модуль може бути фізично переміщений та замінений на інший модуль у вакуумній машині, так що порядок операцій можна легко змінити для створення варіантів способу виготовлення захисних продуктів.

Робоча камера включає котушку розмотування 80, камеру 1, що має витисний валик 82; датчик суміщення 83 передбачений між камерами 1 та 2. Камера 2 включає блок формування рисунка олійними фарбами, який включає забірний валик олійної фарби 84, валик формування рисунка олійними фарбами 85 та електроопірне джерело АІ 86 та, необов'язково, станцію отвердіння УФ світлом або електронним пучком. Блок плазмової обробки 97, який включає джерело Ог плазми, передбачений після нанесення алюмінію, але до валика першої передньої поверхні для забезпечення вигорання залишкової олійної фарби, щоб вона не



забруднювала металізовану поверхню чи створювала ареоли. Камера 3 має матрицю магнетронних блоків розпилення постійного струму (DC) 87 для осадження поглинального шару. Камера 4 включає блок обробки для осадження органічного акрилового матеріалу з наступною станцією УФ-отвердіння 89. Камера 5 має багатогніздовий тигель 90 для нанесення покриття електронно-променевим методом за допомогою електронної пушки 91 з неорганічного діелектричного матеріалу або відбитого металу. Передбачаються засоби контролю пропускання 92, 93 та 95, а також засіб контролю відбиття 94 в системі модульного вакуумного вальцьового пристрою для нанесення покриття.

Варіант цього описаного вище процесу дозволяє одержувати недеметалізовані (non-demet) хромаграми. В цьому технологічному процесі, шар матеріалу смоли на вхідному полотні піддається тисненню в камері 1, а потім покривається поглинальним шаром в камері 3 і згодом покривається в камері 5 неорганічним діелектричним матеріалом, таким як  $MgF_2$ . Рулон потім перевертають та покривають в камері 2 відбитим шаром при вимкненому блоці формування рисунка для завершення структури Фабрі-Перо. Зрештою, недеметалізовану хромаграму намотують на змотувальний валик 80. Цей технологічний процес зображений як другий технологічний процес на Фіг. 8.

Деметалізовані хромаграми можуть бути також одержані з використанням друкарської фарби з ефектом зсуву кольору або адгезиву.

Інший варіант описаних вище процесів, в якому може бути використана така сама модульна система, передбачає подачу PET твердого роздільного шару в камери 1 та 2 для одержання деметалізованих голограм. Після проходження через камеру 2 рулон PET-матеріалу з деметалізованими голограмами намотують прямо на змотувальний валик 86. Він може бути згодом оброблений окремо друкарською фарбою з ефектом зсуву кольору або адгезивом з ефектом зсуву кольору для одержання хромаграм гарячого штампування.

На Фіг. 9 зображена вбудована в технологічну лінію система вакуумного вальцьового пристрою для нанесення покриття для виготовлення деметалізованих хромаграм. В цьому варіанті втілення, смола для тиснення наноситься на першій стадії. PET-полотно подають в вакуумний пристрій для нанесення покриття та наносять акрильне покриття в камері 4. В цьому випадку, лак є покриттям з УФ-отверджуваного акрилового мономера на основі технології, розробленої фірмою Sigma Technologies Inc. (Phoenix, Arizona). В камері 4 передбачена УФ-лампа або електронний пучок, в залежності від використовуваного мономера, для забезпечення часткового або повного отвердіння акрилового шару на станції отвердіння 9. При використанні часткового отвердіння, далі використовують повне отвердіння за допомогою іншого УФ джерела або електронного пучка 96 після осадження алюмінію шляхом УФ отвердіння при використанні прозорого для УФ-лампи 9 субстрату або електронним пучком через УФ-непрозоре полотно після камери 4.

Оскільки полімери деградує в УФ світлі, передбачається альтернативний варіант втілення з метою зниження ймовірності деградації та розкладу полімерного субстрату при поглинанні УФ світла відповідно до закону Бера. Отже, в цьому варіанті втілення заключна обробка полімеру здійснюється за допомогою електронної пушки, але розташованої з боку металу субстрату перед першим валиком передньої поверхні після осадження алюмінію, а не за допомогою УФ-лампи. В цьому випадку електрони проходять крізь алюмінієве покриття. Можна очікувати, що товщина алюмінію буде знаходитися в інтервалі 10-100 нм і проникання буде достатнім при використанні отвердіння електронним пучком на повітрі, коли електрони мають проходити крізь титанову фольгу товщиною близько 7 мікрон. Краще, джерело електронного пучка має живлення високої напруги для забезпечення проникнення на всю глибину полімеру, ніж у випадку повної відсутності металу, але воно все ж буде набагато менше, ніж в атмосферній системі отвердіння електронним пучком. Хоч це не зображено на фігурі, може бути передбачена плазмова обробка після нанесення полімерного покриття для підвищення поверхневої енергії з метою поліпшення адгезії до металу.

На Фіг. 18 зображена система, у якій котушка 182a забезпечує подачу полотна без покриття 183 матеріалу субстрату в барабан для осадження тонких плівок 180 та далі на наступну котушку 182b. Після сходу з котушки 182a полотно 183 проходить через блок осадження 185 та пристрій для обробки плазмою 184 для часткового отвердіння осадженого полімеру. Відбитий метал, такий як Al, осаджується на органічне діелектричне полотно з покриттям 183 за допомогою джерела осадження металу 186. Промінь електронної пушки 181 проникає крізь тонке Al покриття 192 для повного отвердіння витискуваного полімеру 194. Фіг. 19 є видом у поперечному перерізі електронних пучків 193, які проходять через тонкий Al шар 192 для повного отвердіння шару витискуваного полімеру 194, нанесеного на полімерний субстрат 183.

Крім того, може бути передбачена плазмова обробка після металізації перед нанесенням наступних полімерних покриттів. Деякі полімери мають низьку адгезію, і тому завжди краще підготувати поверхню за допомогою плазмової обробки, для того, щоб забезпечити максимальну поверхневу енергію для сприяння змочуванню поверхні осаджуваним покриттям. Плазмова обробка перед нанесенням полімеру була аргонно/азотною плазмовою обробкою для того, щоб забезпечити відсутність кисню для уникнення інгібування отвердіння полімеру, у той час як плазмова обробка акрилату перед осадженням металу проводилася з використанням аргонно/кисневої плазми для забезпечення присутності деякої кількості кисню для сприяння утворенню прямих хімічних зв'язків між полімером та металом за допомогою оксидних зв'язків.

Після проходження полотном камери 4 воно надходить до камери 2, де наносять осадженням алюмінієвий шар з рельєфним рисунком або без

нього. Передбачається плазмова обробка джерелом Ог 97 для очистки від будь-яких залишків олії та запобігання чи зменшення утворення ореолів. Полотно потім надходить до камери 1.

Краще, камера 1 використовує барабан, який є податливим, для забезпечення ефективності тиснення. Сталевий барабан може бути обгорнений шаром твердої резини, що не виділяє газів. Витискний валик може нагріватися, а резина на барабані - охолоджуватися. Тиснення може наноситися селективно або по всій поверхні полотна або може наноситися, як показано, лише на алюмінієві островки. Технологічний процес формування рисунка олійною фарбою є комерційно доступним. На цій стадії, рулонний матеріал може надходити прямо на змотувальний валик без використання інших стадій процесу для виготовлення деметалізованих голограм або інших типів деметалізованих рельєфних структур чи не-деметалізованих структур. На ці структури може згодом наноситися покриття з друкарської фарби з кольоровим зсувом на неалюміновані ділянки для одержання хромаграм на основі друкарської фарби або OVP-адгезиву. Ця схема розташування покриттів дозволяє виконувати тиснення алюмінієвого шару, яке усуває можливість забруднення органічним шаром витискного валика; витиснений відбивний шар (алюміній) є носієм прихованої захисної інформації, яку можна розглядати тільки при збільшенні.

Для подальшої обробки полотно надходить до камер 3 та 5, де на нього наносяться поглинальний шар (Cr), діелектричний шар ( $MgF_2$ ), і повний відбивний шар (Al) осаджується при руху в зворотному напрямку. В цьому випадку, остаточне змотування проводиться на розмотувальний валик 81. Альтернативно, на полотно може бути нанесений поглинальний шар, напрямок його руху в машині змінений на зворотний, і потім наноситься покриття з органічного акрилового шару, а потім відбивний алюмінієвий шар для одержання хромаграм з органічним діелектричним матеріалом замість неорганічного діелектрика. В цьому випадку, остаточне змотування також здійснюється на станції розмотування.

Технологічний процес включає:

1) Пластикові плівка (наприклад, поліетилен-терефталат (PET) типу G) → тиснення → алюмінування по всій ширині полотна → голограма або дифракційна мітка.

2) Пластикові плівка плюс роздільний шар/смола → тиснення → алюмінування по всій ширині полотна → гаряче тиснення рельєфної відбивної голограми або вироблення дифракційних лусочок із символами чи без них.

3) Пластикові плівка → УФ-отверджування акриловий матеріал → отвердіння → алюмінування → тиснення → голограма або дифракційна мітка.

4) Пластикові плівка → УФ-отверджування акриловий матеріал → часткове отвердіння → алюмінування по рельєфному рисунку → тиснення → повне отвердіння → нанесення з парової фази поглинального шару → осадження діелектричного шару → осадження відбивного шару → ярлик з деметалізованою хромаграмою. (Примітка: тис-

нення може бути сумішним з алюмінієвим шаром або з алюмінованими та неалюмінованими ділянками.

5) Пластикові плівка з роздільним шаром/смолою → алюмінування по рельєфному рисунку → тиснення → осадження поглинального шару → осадження діелектричного шару → осадження відбивного шару → деметалізована хромаграма гарячого тиснення.

6) Пластикові плівка з роздільним шаром/смолою → осадження поглинального шару → УФ-отверджування акриловий шар → осадження відбивного шару → осадження відбивного шару → не-деметалізована хромаграма гарячого тиснення.

7) Пластикові плівка → осадження поглинального шару → УФ-отверджування акриловий шар → осадження відбивного шару → осадження відбивного шару → ярлик з не-деметалізованою хромаграмою.

Тиснення

Тиснення може бути здійснене різними шляхами. Витискна накладка може вдавлюватися в полімер з достатнім тиском для того, щоб примусити полімер до течії із заповненням профілю накладки. Це полегшується при застосуванні тепла для розм'якшення полімеру. Альтернативно, можуть бути використані низькоплавкі полімери або навіть, в крайньому випадку, може бути використаний рідкий мономер, причому отвердіння полімеру проводиться, коли рідина заповнює профіль накладки.

При застосуванні тиску, або тепла та тиску, існує тенденція до незначної релаксації полімеру після зняття тиску і полімер частково повертається до плоскої поверхні. Внаслідок цього дифракційні грати або голограми можуть виглядати менш яскравими, ніж оригінальна накладка. Тиснення на повну глибину звичайно потребує застосування нагрівання та тиску разом; при цьому негайно після гарячого валика йде охолодний валик для якомога більш швидкого видалення тепла для обмеження величини релаксації полімеру.

Процес УФ-отвердіння, при якому полімер стверджується ще в контакт з накладкою, дає найкращий шанс одержати тиснення на повну глибину, однак, можуть виникати певні проблеми з роздільним шаром.

Тиснення може бути важким навіть при атмосферному тиску і ступінь складнощів може залежати від якості накладок для тиснення та від профілю рельєфного рисунка тиснення. Наприклад, синусоїдальні та пірамідальні рельєфні рисунки є більш легкими для роботи профілями порівняно з квадратними хвилями з дифракцією нульового порядку або рельєфними рисунками з великим коефіцієнтом форми.

Існує проблема, пов'язана з відокремленням накладок від роздільного шару пластичного полімеру. Інколи полімер може відокремлюватися від субстрату та налипати на накладку, яка після цього при наступному та подальших обертах не виконує тиснення. Для того, щоб мінімізувати схильність полімеру до налипання на робочий орган, в

системах з атмосферним тиском обприскують накладку роздільним агентом.

Незважаючи на це, ця проблема загострюється у вакуумній системі, де важко визначити, коли накладка потребує повторного нанесення роздільної речовини, і тому спосіб контролю поверхні накладки є аспектом даного винаходу. Відповідно до варіанта втілення даного винаходу, як зображено на Фіг. 10, накладка 101 може бути оброблена утримуваною плазмою газової суміші аргону та другого компонента, такого як фторвмісний газ, для зниження поверхневої енергії накладки, з метою нанесення покриття та поверхневої обробки накладки для забезпечення низькоенергетичної поверхні, аналогічної до нелипкої поверхні, такої як політетрафторетилен (PTFE).

На Фіг. 10 пристрій для обробки плазмою 104a зображений поруч з витискним валиком 101 для фторування накладки як спосіб нанесення роздільного покриття на накладку. Використання фторованої плазми при низькому рівні фторування приводить до осадження на поверхні моношару, чи менше, нелипкого покриття типу PTFE. Будь-який моношар або близьке до моношару покриття, що втрачається за рахунок унесення полімером при його відокремленні буде заміщатися під час наступного оберта при проходженні накладки повз плазму.

Альтернативно, плазма інертного газу може бути використана як джерело УФ для забезпечення отвердіння полімеру *in-situ*, поки він знаходиться ще в контакті з накладкою. Цей метод працює гірше, якщо полімерне покриття вже було металізоване.

Ці підходи можуть бути об'єднані з використанням однієї плазми, але поверхня полімеру при цьому також буде фторуватися та стане нелипою. Це ускладнює нанесення наступних покриттів на полімер і тому буде корисним лише в тому випадку, коли полімерне покриття є останнім шаром.

На Фіг. 11 зображена плазма інертного газу для забезпечення УФ-отвердіння полімеру при його відокремленні від накладки для того, щоб допомогти збільшити глибину тиснення. Крім того, якщо використовується УФ освітлення для отвердіння полімеру, поки він знаходиться ще в контакті з накладкою, це може допомогти відокремленню полімеру від накладки двома шляхами. Один полягає в тому, що міцність полімеру зростає за рахунок більш повного отвердіння, а другий - в тому, що під час отвердіння звичайно відбувається усадка полімеру по товщині, яка сприяє відокремленню полімеру від накладки.

Фіг. 12 ілюструє кращий варіант втілення, де передбачається затосування двох плазм 104a, 104b на одній накладці 101. Альтернативно та менш ефективно можна включити обидва процеси

в одну плазму. При цьому, на жаль, витиснений полімер буде також мати низьку поверхневу енергію і це погіршить адгезію наступного шару до цієї поверхні.

Далі, на Фіг. 13, показана схема тиснення, в якій зображена накладка 130 на неподатливому витискному валику. При тисненні з неподатливим валиком збільшення тиску звичайно викликає прогинання пресового валика 132, як показано пунктирною лінією, що спричинює зміну глибини тиснення від центра полотна до його країв.

Варіант, зображений на Фіг. 14, передбачає використання твердого пресового валика 142, який має ступінчасті кінці 144, що виходять за краї накладки та мають більший діаметр. Це визначає границю максимального наближення валиків один до одного, що запобігає прогину пресового валика, оскільки навантаження приходить на кінці валиків, що мають більший діаметр. Діаметр цих кінців повинен враховувати товщину субстрату плюс полімерний шар, що має бути витисненим. Краще, це дозволяє використовувати податливий валик з більш твердого матеріалу або твердий металевий пресовий валик.

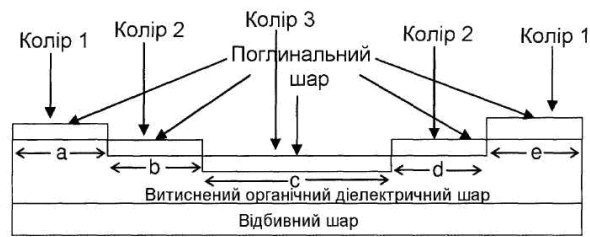
Процес осадження полімеру

На Фіг. 15 показано використання послідовності валиків від 151a до 151f, які можуть мати різні діаметри та/або обертатися з різними швидкостями, як спосіб зменшення перенесення мономера на послідовно розташовані валики для нанесення кращої кількості мономера на полотно 155, підтримуване охолоджуваним барабаном для осадження тонких плівок 157. Використання охолоджуваних валиків 151a-151f дозволяє використовувати деякі полімери з тиском пари, який в іншому випадку був би занадто високим. Альтернативно, використовується послідовність валиків такого типу, що використовується в друкарських машинах, як засіб перенесення мономера з ванни рідини та послідовного зменшення товщини мономера на кожному наступному валику до бажаного значення.

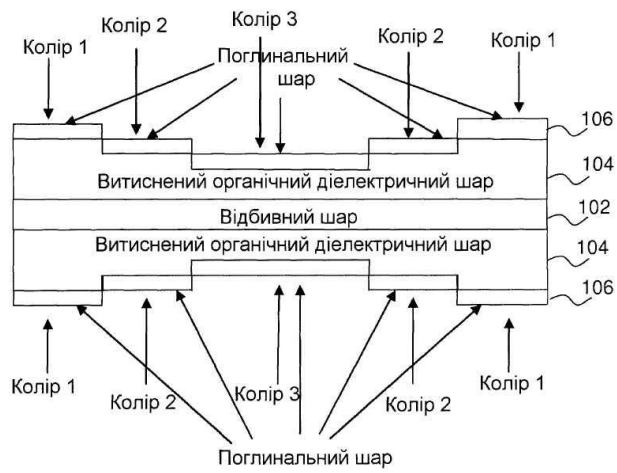
Фіг. 16 зображує альтернативний варіант втілення за Фіг. 15, в якому останній валик 151d є нагрівальним валиком, що випаровує мономер. Пара потім конденсується на субстраті, який проходить поруч на охолодному барабані для осадження тонких плівок.

Фіг. 17 ілюструє третій варіант, в якому мономер випаровують через щілинну головку, з'єднану з послідовністю валиків для поліпшення рівномірності перед нанесенням покриття на полотно без посередньо або методом випаровування гарячим валиком.

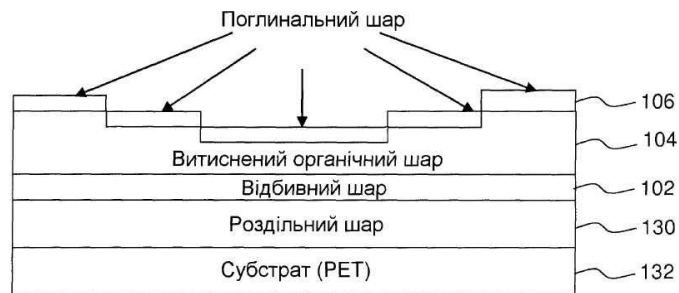
Звичайно, можна передбачити численні інші варіанти втілення, що не виходять за межі суті та обсягу винаходу.



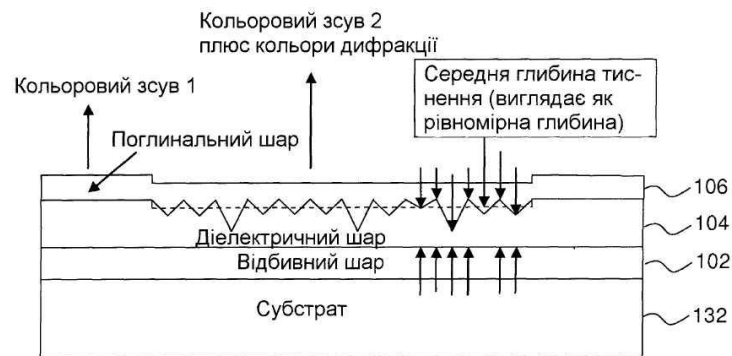
ФІГ. 1



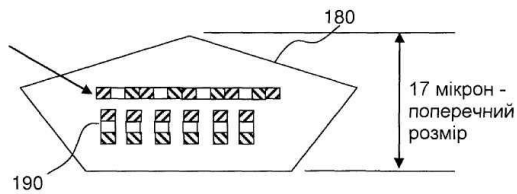
ФІГ. 2



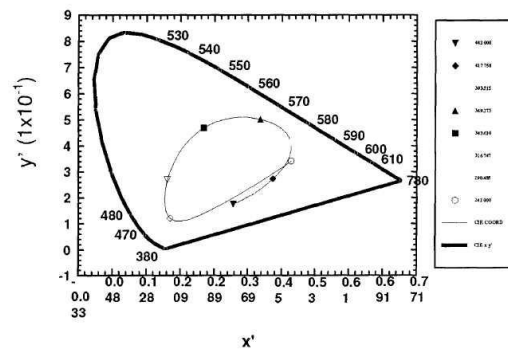
ФІГ. 3а



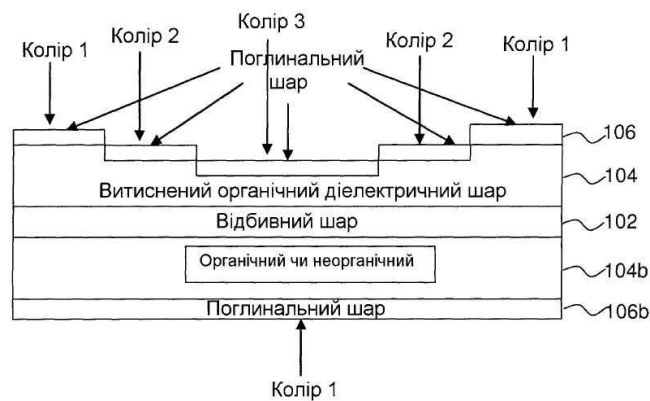
ФІГ. 3b



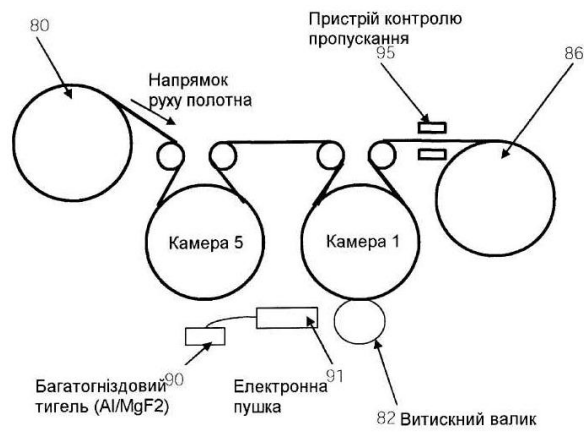
ФІГ. 4



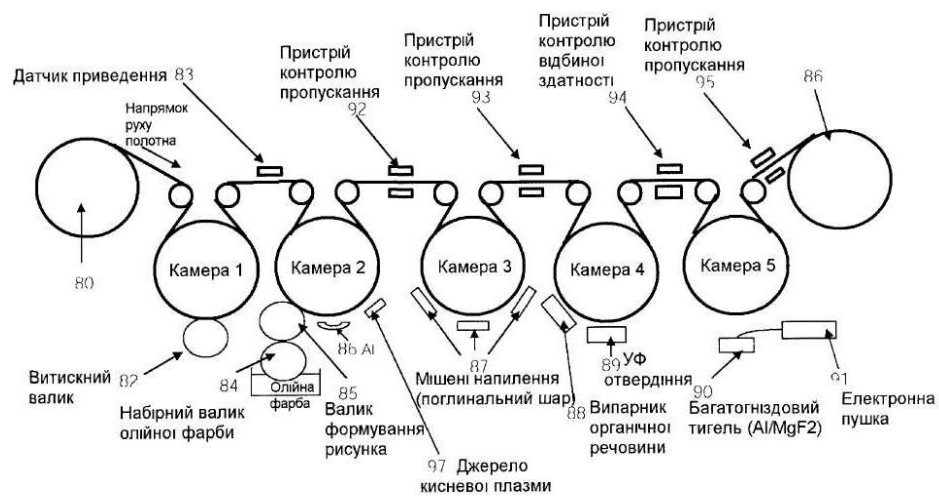
ФІГ. 5



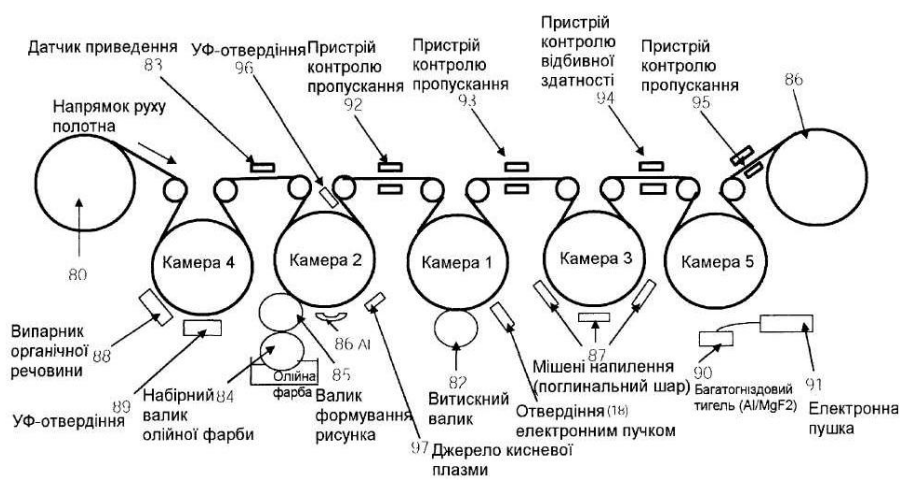
ФІГ. 6



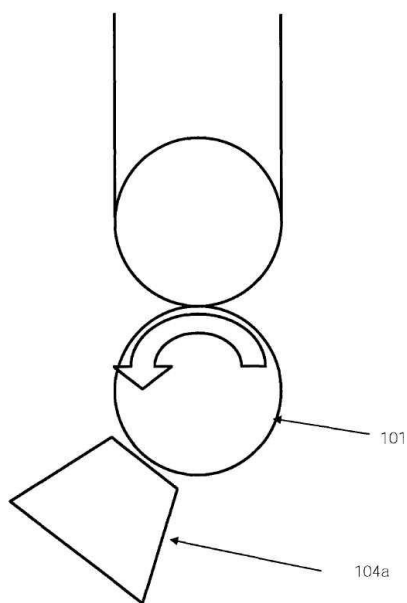
ФІГ. 7



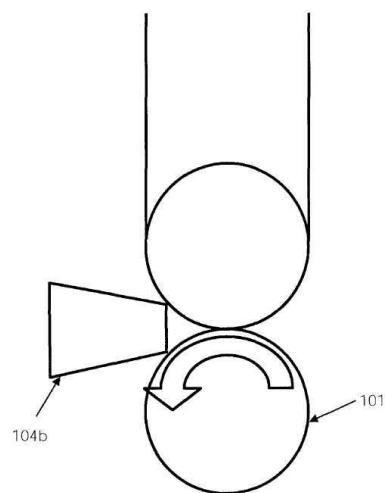
ФІГ. 8



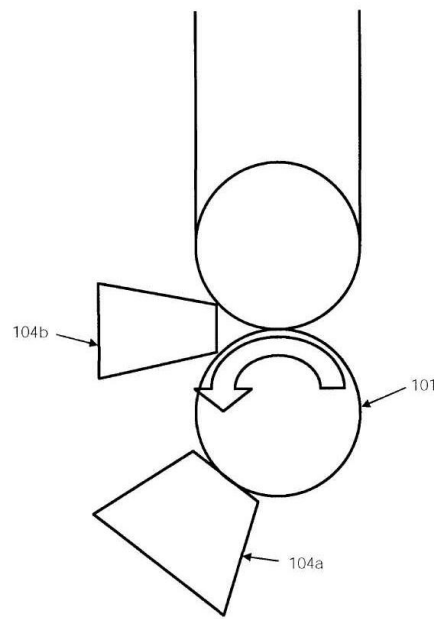
ФІГ. 9



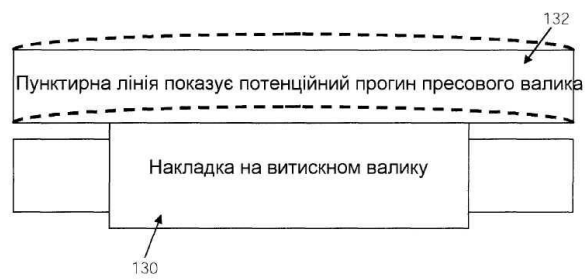
ФІГ. 10



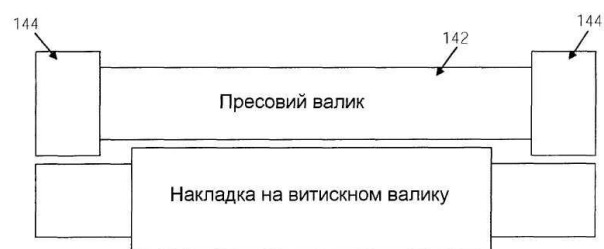
ФІГ. 11



ФІГ. 12

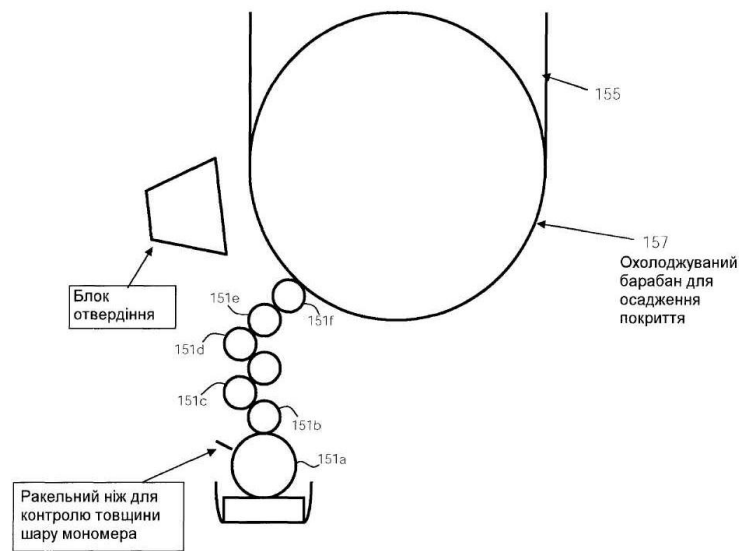


ФІГ. 13

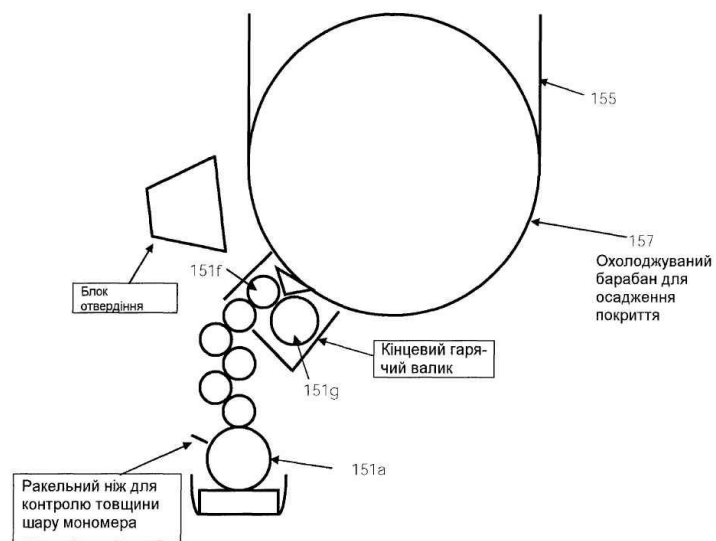


ФІГ. 14

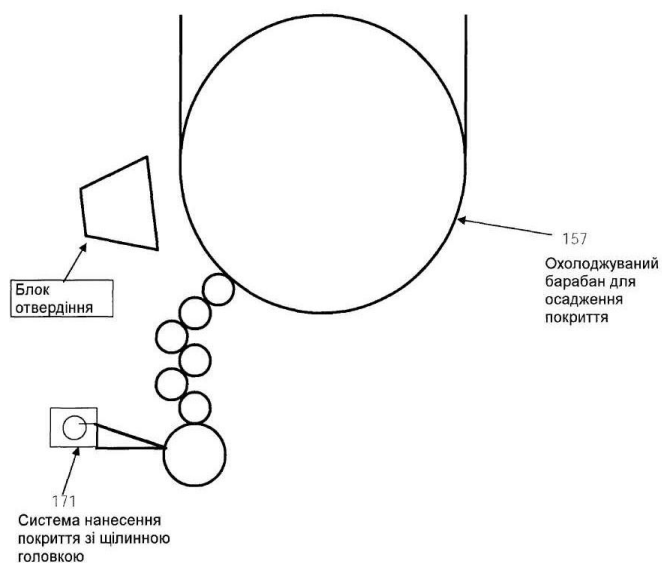




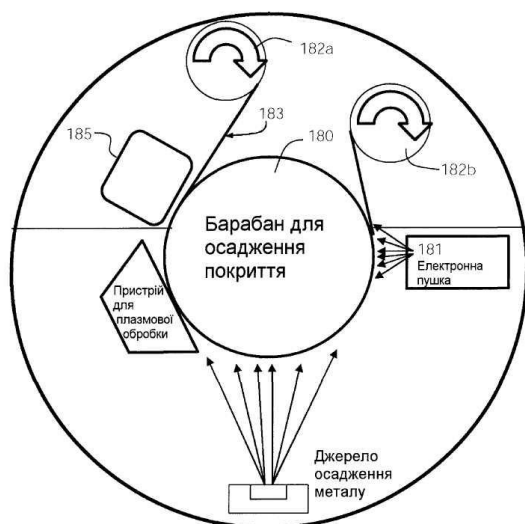
ФІГ. 15



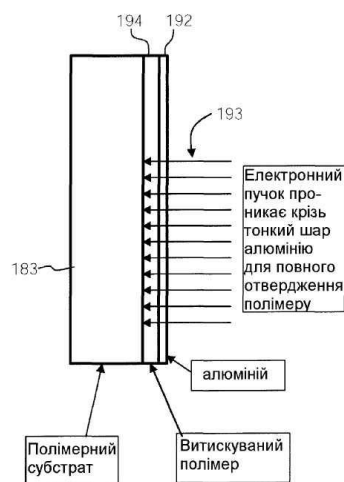
ФІГ. 16



ФІГ. 17



ФІГ. 18



ФІГ. 19