



УКРАЇНА

(19) UA (11) 82335 (13) C2
(51) МПК (2006)
C09D 11/00
B41M 3/14
G07D 7/12 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ДРУКАРСЬКА ФАРБА, НАБІР ДРУКАРСЬКИХ ФАРБ, МІТКА ТА СПОСОБИ МАРКУВАННЯ ТА АВТЕНТИФІКАЦІЇ ВИРОБІВ

1

(21) а200503944
(22) 05.09.2003
(24) 10.04.2008
(86) РСТ/ЕР2003/009848, 05.09.2003
(31) 02021179.3
(32) 24.09.2002
(33) ЕР
(46) 10.04.2008, Бюл.№ 7, 2008 рік
(72) ДЕГОТТ П'ЕР, FR/CH, ДЕСПЛАН КЛОД-АЛЕН, МЮЛЛЕР ЕДГАР
(73) СІКПА ХОЛДІНГ С.А.
(56) US 6303213, В1, 16.10.2001
WO 00 77104, А, 21.12.2000
US 5289547, А, 22.02.1994
US 5512095, А, 30.04.1996
(57) 1. Друкарська фарба, яка містить:
а) принаймні один барвник або пігмент, який має принаймні один максимум поглинання на видимій ділянці електромагнітного спектра, що суттєво відрізняється від максимумів поглинання базових кольорів системи CIEXYZ, та
б) принаймні один інший барвник або пігмент, який має смугу поглинання на видимій ділянці електромагнітного спектра, ширина якої при половині інтенсивності складає менше ніж 2400см^{-1} , та
с) принаймні один інший барвник або пігмент, який має принаймні один максимум поглинання на ультрафіолетовій або на інфрачервоній ділянці.
2. Друкарська фарба за п. 1, яка **відрізняється** тим, що містить принаймні один інший барвник або пігмент, який має смугу поглинання на видимій ділянці електромагнітного спектра, ширина якої при половині інтенсивності складає менше ніж 2000см^{-1} .
3. Друкарська фарба за п. 1, яка **відрізняється** тим, що містить принаймні один інший барвник або пігмент, який має смугу поглинання на видимій ділянці електромагнітного спектра, ширина якої при половині інтенсивності складає менше ніж 1500см^{-1} .
4. Друкарська фарба за п. 1, яка **відрізняється** тим, що містить принаймні один інший барвник або пігмент, який має принаймні один максимум поглинання на ближній інфрачервоній ділянці електромагнітного спектра.

2

5. Друкарська фарба за будь-яким з пп. 1-4, яка **відрізняється** тим, що містить принаймні три, краще принаймні чотири різних барвники або пігменти, які мають спектри поглинання, що суттєво відрізняються один від одного.
6. Друкарська фарба за будь-яким з пп. 1-5, яка **відрізняється** тим, що містить принаймні два, краще принаймні три різних барвники або пігменти, які мають принаймні один максимум поглинання на інфрачервоній ділянці, краще на ближній інфрачервоній ділянці електромагнітного спектра.
7. Друкарська фарба за будь-яким з пп. 1-6, яка **відрізняється** тим, що містить принаймні чотири різних барвники або пігменти, які мають принаймні один максимум поглинання на видимій ділянці електромагнітного спектра.
8. Друкарська фарба за будь-яким з пп. 1-7, яка **відрізняється** тим, що додатково містить відбивний пігмент.
9. Набір друкарських фарб, який містить принаймні дві друкарські фарби за будь-яким з пп. 1-8.
10. Набір друкарських фарб за п. 9, який **відрізняється** тим, що в ньому різні барвники або пігменти мають принаймні один максимум поглинання на видимій ділянці електромагнітного спектра.
11. Набір друкарських фарб за пп. 9 або 10, який **відрізняється** тим, що в ньому принаймні одна друкарська фарба, краще принаймні дві та ще краще принаймні три друкарських фарби містять барвник або пігмент, який має принаймні один максимум поглинання на ультрафіолетовій або інфрачервоній ділянці, краще на ближній інфрачервоній ділянці електромагнітного спектра.
12. Набір друкарських фарб за будь-яким з пп. 9-11, який **відрізняється** тим, що в ньому принаймні одна друкарська фарба містить відбивний пігмент.
13. Спосіб маркування виробу, такого як банкнота, документ, квиток, плівка, нитка, ярлик, картка або комерційний товар, який включає стадію забезпечення на зазначеному виробі мітки, яку наносять із застосуванням принаймні однієї друкарської фарби за будь-яким з пп. 1-8.
14. Спосіб маркування виробу, такого як банкнота, документ, квиток, плівка, нитка, ярлик, картка або комерційний товар, який включає стадію забезпе-

C2
(13)

82335
(11)

UA
(19)

чення на зазначеному виробі мітки, яку наносять із застосуванням набору друкарських фарб за будь-яким з пп. 9-12.

15. Спосіб автентифікації виробу, такого як банкнота, документ, квиток, захисна плівка, захисне волокно, ярлик, картка або комерційний товар, який включає стадії, де

а) вимірюють спектри поглинання, відбиття або пропускання зазначеного виробу, маркованого за допомогою способу за пп. 13 або 14, в ультрафіолетовому та/або видимому, та/або інфрачервоному хвильовому домені електромагнітного спектра; б) порівнюють спектр згідно з а) та/або інформацію, що одержують з нього, з відповідним спектром автентичного виробу та/або інформацією, що одержують з нього.

16. Спосіб за п. 15, який **відрізняється** тим, що його здійснюють за допомогою машини, такої як пристрій для приймання грошей, для легалізації квитків або за допомогою ручного автентифікаційного пристрою.

17. Спосіб за пп. 15 або 16, який **відрізняється** тим, що на стадії а) зазначений спектр вимірюють як вектор цифрових значень, які мають характеристики поглинання та/або відбиття, та/або пропускання зазначеного маркування при вибраному числі довжин хвиль, або за вибраним числом хвильових доменів.

18. Спосіб за пп. 15 або 16, який **відрізняється** тим, що стадію б) здійснюють шляхом одержання статистично незалежних гіперколірних координат зазначеного маркування із вектора цифрових значень, виміряних на стадії а), та порівнюють принаймні одну із зазначених гіперколірних координат з відповідним еталонним значенням автентичного виробу, і одержують показник автентичності із результату порівняння з використанням попередньо встановленого критерію прийняття рішення.

19. Спосіб за будь-яким з пп. 15-18, який **відрізняється** тим, що спектр вимірюють з використанням комбінації широкопasmового джерела випромінювання світла та множини вузькосmових чутливих фотодетекторів або використанням комбінації широкопasmового чутливого фотодетектора та множини вузькосmових джерел випромінювання світла, або використанням комбінації широкопasmового джерела випромінювання світла та дифракційного чи дисперсного спектрометричного пристрою.

20. Спосіб за будь-яким з пп. 15-18, який **відрізняється** тим, що спектр вимірюють з використанням

комбінації множини вузькосmових джерел випромінювання світла, таких як LEDs - світлодіоди, та широкопasmового чутливого пристрою відображення, такого як ПЗЗ- або КМОН-камера, що дає спектральну або гіперспектральну відеоінформацію.

21. Спосіб за будь-яким з пп. 18-20, який **відрізняється** тим, що статистично незалежні гіперколірні координати одержують з виміряного спектра з використанням математичного алгоритму найменших квадратів.

22. Мітка, яка містить принаймні одну друкарську фарбу за будь-яким з пп. 1-8.

23. Виріб, такий як банкнота, документ, квиток, захисна плівка, захисне волокно, ярлик або комерційний товар, який містить принаймні одну мітку за п. 22.

24. Мітка, яка містить принаймні один набір друкарських фарб за будь-яким з пп. 9-12.

25. Виріб, такий як банкнота, документ, квиток, захисна плівка, захисне волокно, ярлик або комерційний товар, який містить принаймні одну мітку за п. 24.

26. Застосування друкарської фарби за будь-яким з пп. 1-8 для маркування виробу, такого як банкнота, документ, квиток, захисна плівка, захисне волокно, ярлик, картка або комерційний товар.

27. Застосування друкарської фарби за будь-яким з пп. 1-8 для автентифікації виробу, такого як банкнота, документ, квиток, захисна плівка, захисне волокно, ярлик, картка або комерційний товар.

28. Застосування набору друкарських фарб за будь-яким з пп. 9-12 для маркування виробу, такого як банкнота, документ, квиток, захисна плівка, захисне волокно, ярлик, картка або комерційний товар.

29. Застосування набору друкарських фарб за будь-яким з пп. 9-12 для автентифікації виробу, такого як банкнота, документ, квиток, захисна плівка, захисне волокно, ярлик, картка або комерційний товар.

30. Застосування мітки за п. 22 для автентифікації виробу, такого як банкнота, документ, квиток, захисна плівка, захисне волокно, ярлик, картка або комерційний товар.

31. Застосування мітки за п. 24 для автентифікації виробу, такого як банкнота, документ, квиток, захисна плівка, захисне волокно, ярлик, картка або комерційний товар.

Даний винахід стосується цінних документів та виробів, тобто банкнотів, цінних паперів, документів, що підтверджують справжність, карток, квитків, ярликів, захисних плівок, захисних волокон і такого подібного, що може бути легко автентифіковане за допомогою стаціонарного або переносного електронного устаткування, такого як пристрої для приймання грошей, машинки для обробки, пристрої для легалізації квитків, ручні пристрої для автентифікації і т.д., а також способів для продукування та автентифікації таких цінних/секретних докумен-

тів або виробів шляхом нанесення барвників або пігментів, що виявляють специфічне спектральне поглинання.

Підвищена доступність для широкої публіки настільного устаткування для кольорового друку та репродукування, такого як кольорові комп'ютерні принтери, кольорові сканери та кольорові копіювальні пристрої, збільшила небезпеку щодо цінних та секретних документів. Зокрема, захисні елементи, що використовуються \ теперішній час. не забезпечують достатнього захисту проти підробок

в автоматичних пристроях для приймання грошей, де для автентифікації застосовуються виключно електронні засоби.

Відомі захисні елементи, що придатні для автентифікації електронними засобами, описані, [наприклад, у EP-B-0053124 та EP-B-0053183. EP-B-0053125. EP-B-0024053. EP-B-0340898 або EP-B-0537431]. Ці елементи базуються на люмінесцентних, магнітних властивостях або на поглинанні у невидимій області електромагнітного спектра. Проте, використання кількох із зазначених фізичних ефектів має свої недоліки. Наприклад, у випадку люмінесценції, показники інтенсивності світла, що мають вимірюватись, загалом низькі, що потребує застосування складної технології, включаючи екранування навколишнього освітлення та інших ефектів, що можуть стати на заваді. Магнітні властивості менш придатні як захисні елементи, оскільки вони потребують, загалом, механічного контакту між банкнотами та магнітним сенсорним пристроєм (зчитувальною головою). Це є головним джерелом помилок, що спричинені заїданням банкнотів "поганої форми" у зазначеному зчитувальному пристрої.

Обмеження "класичних", основаних на УФ- або ІЧ-поглиначах захисних елементів банкнотів, таких як ті, що розкриті у EP-A-0024053, полягає у тому, що вони базуються на використанні окремої сполуки-поглинача як потайного захисного елемента поза видимою обласцю спектра. Присутність зазначеного потайного захисного елемента можна виявити за допомогою широко доступних дешевих ПЗЗ камер (наприклад, спостережних, що мають область чутливості 300 - 1100нм) та широко доступних УФ- та ІЧ-фільтрів загального призначення, що є у фотوماгазинах. Крім того, УФ- та ІЧ-поглинаючі сполуки загальною призначення застосовуються у багатьох галузях сучасної технології, зокрема, у деяких електрофотографічних тонерах, і тому також є у продажу.

Тому предметом даного винаходу було запровадження захисту для цінного/секретного виробу проти підроблювання, котрий дозволяє подолати вищезазначені недоліки попередньою доробку і дозволяє проводити легку автентифікацію зазначеного виробу з допомогою машинок, таких як пристрої для приймання грошей, легалізації квитків і т.д.

Зазначена проблема вирішується, зокрема, за допомогою друкарської фарби та/або набору друкарських фарб та їх застосування для маркування та/або автентифікації виробу, як визначено у незалежних пунктах формули винаходу.

Даний винахід базується на виборі барвників або пігментів, котрі не можуть вірно сприйматись людським оком, зокрема, на виборі набору таких барвників або пігментів, що складають колірний простір, котрий не може сприйматись у своїй повноті людським оком.

Сприйняття кольору людським оком базується на сигналах лише трьох різних типів рецепторів, один для довгих хвиль (600нм; червоний), один для середніх хвиль (550нм; зелений) і один для коротких хвиль (450нм; блакитний) світла. Окрім перелічених, існує також рецептор загального бі-

лого світла, що має максимум чутливості при приблизно 550нм. Криві відносної чутливості зазначених трьох фоторецепторів, котрі відповідають кривим спектрального поглинання відповідних фотопігментів в оці, експериментально визначені і відомі як "Функції узгодження кольорів" ("Color Matching Functions"), як визначено Міжнародною комісією по освітленню (Comission Internationale d'Eclairage). Вони складають базис усієї людської технології відтворення кольору. Заслугує на увагу те, що кожний видимий колір може бути виражений у рамках цієї CIEXYZ-системи трьома базовими колірними координатами: X (червона), Y (зелена) та Z (блакитна), обмежуючи людський колірний зір тривимірним колірним простором. Людське око не сприймає світла в ультрафіолетовій (УФ, довжина хвилі менше 400нм) та в інфрачервоній (ІЧ, довжина хвилі більше 700нм) областях електромагнітного спектра. Великі зусилля та робота були присвячені у минулому розробці та вибору барвників, пігментів та інших пристосувань, щоб відтворити кольори "якнайправдивіше", як вважається згідно з властивостями людського ока. Сьогоднішня технологія відтворення кольору базується, фактично, на вузькому виборі особливо адаптованих друкарських пігментів, ретельно вибраних фосфорах електронно-променевих трубок та складних оптичних фільтрах для кольорових камер та сканувальних елементів.

Проте, у захисних застосуваннях колір має зовсім інше призначення. Немає потреби у тому, щоб об'єкти зображались у "справжньому" кольорі, але вельми часто колір має простий функціональний сенс, наприклад, для того, щоб розрізняти різні купюри у серії банкнотів.

Для протидії сучасній загрозі загальнодоступного та все більш складного кольорового репродукційного обладнання у відношенні до грошей, цінних документів та інших виробів відтворення яких небажане, даний винахід розкриває новий спосіб маркування та/або автентифікації, що оснований на використанні вибраних барвників або пігментів. Даний винахід оснований на навмисному відході від базових кольорів зазначеною тривимірною CIEXYZ колірною простору Маркування на цінному документі або виробі згідно з даним винаходом включає: i) видимі кольори, котрі не використовуються при звичайному відтворенні кольорів або друці, ii) вузькосмугові поглиначі, які дають лише пастельний відтінок кольору, та iii) невидимі "кольори", що відповідають абсорбції поза видимою областю (400 - 700нм) електромагнітного спектра, як в ультрафіолетовій (нижче 400нм), так і в інфрачервоній областях (вище 700нм).

Таким чином, даний винахід стосується друкарської фарби, що включає принаймні один барвник або пігмент, котрий має принаймні один максимум поглинання у видимій області електромагнітного спектра, який суттєво відрізняється від максимумів поглинання базових кольорів системи CIEXYZ, або який лежить поза видимою областю даного спектра, та/або смугу поглинання у видимій області електромагнітного спектра, ширина якої при половині інтенсивності складає ме-

нше 2400см^{-1} . краще, менше 2000см^{-1} , і найкраще, менше 1500см^{-1} .

Крім того, даний винахід стосується набору друкарських фарб, що включає принаймні дві друкарські фарби, як визначено вище.

Зокрема, даний винахід розкриває використання "гіперхромної колірної системи", що втілена за допомогою відповідного набору барвників або пігментів та/або відповідного набору фарб, і включає принаймні 3, краще, принаймні 4 базових кольори, котрі вибираються у такий спосіб, щоб мати принаймні один максимум поглинання, який суттєво відрізняється від максимумів поглинання базових кольорів системи CIE XYZ (що включає адитивні базові кольори червоний, зелений, блакитний; або субтрактивні базові кольори жовтий, пурпуровий та синій, відповідно). Таким чином, колірна система згідно з даним винаходом може включати селективні УФ видимі та ІЧ абсорбуючі компоненти, що втілені відповідними барвниками або пігментами. Вона може також включати селективні УФ, видимі та ІЧ відбивні компоненти, втілені відповідними пігментами. Краще, коли видимі барвники або пігменти вибираються таким чином, що мають максимуми спектрального пропускання або відбиття, котрі відрізняються від "CIE XYZ-максимумів", розміщених при 450нм (блакитний), 550нм (зелений) та 600нм (червоний). Краще, коли колірна система згідно з даним винаходом включає принаймні один барвниковий пігмент, що поглинає в УФ або в ІЧ області електромагнітного спектра; ще краще, коли дана колірна система включає принаймні два барвники або пігменти, що поглинають в ІЧ області даного електромагнітного спектра.

Особливий інтерес у контексті даного винаходу являють вузькосмугові поглинаючі барвники або пігменти, оскільки вони передбачають включення більшого спектрального різновиду у дану наявну спектральну область (таку як область від 300 до 1100нм). У видимій спектральній області барвники або пігменти, яким віддається перевага, мають суттєво вужчі смуги поглинання, ніж ті, що відповідають CIE XYZ функціям узгодження кольорів ока. Тому є можливість покрити навіть видимий спектральний домен більш ніж трьома із зазначених барвників або пігментів і створити таким чином гіперхромний видимий колірний простір.

Функції узгодження кольорів ока мають наступні властивості:

	Максимум чутливості	Ширина смуги при половині інтенсивності
блакитний поглинач:	445нм (22500см^{-1})	55нм (2800см^{-1})
зелений поглинач:	555нм (18000см^{-1})	110нм (3600см^{-1})
червоний поглинач:	595нм (16800см^{-1})	85нм (2400см^{-1})

Перша із зазначених величин стосується довжин хвиль (унм); друга величина стосується енергії (у см^{-1}), відповідно

Перетворення у 1000см^{-1} : $10000/\text{дх}$

Ширина смуги у 1000см^{-1} : $10000 \cdot \text{шс}/\text{дх}^2$

(дх= довжина хвилі унм; шс= ширина смуги унм)

Суттєво вужчі смуги поглинання, ніж ті, що відповідають зазначеним функціям узгодження кольорів, означають, у контексті даного винаходу, смугу поглинання, що має ширину при половині інтенсивності, нижчу 2400см^{-1} . Зокрема, краще, коли барвник або пігмент згідно з даним винаходом має ширину смуги нижче 2000см^{-1} , ще краще, нижче 1500см^{-1} . Проте ширина смуги зазначеного барвника або пігменту має бути більше 100см^{-1} , за виключенням поглиначів на основі рідкісноземельних елементів, що мають надзвичайно вузьку смугу поглинання.

Являють також інтерес вузькосмугові поглинаючі барвники або пігменти в ультрафіолетовій (300-400нм) та інфрачервоній, зокрема, у 700-1100нм, областях довжин хвиль, котрі можуть виявлятися за допомогою наявних у продажу кремнієвих фотодетекторних пристроїв, таких як фотодіоди, КМОН- та ПЗЗ-камери. Застосування пари вузькосмугових абсорбуючих сполук у зазначеній ІЧ області довжин хвиль дозволяє реалізувати графічні "мультиколірні" захисні малюнки, що включають один або більшу кількість невидимих "інфрачервоних кольорів". У конкретному варіанті три ІЧ-пігменти, що поглинають в областях 700-800нм, 800-900нм та 900-1000нм можуть бути використані для друкування трихромного малюнку в інфрачервоній області електромагнітного спектра, котрий є невидимим неозброєним людським оком. Даний малюнок може бути закамouflований шляхом друкування поверх нього одного або більше ІЧ-прозорих видимих кольорів. Потім результуючий трихромний ІЧ-малюнок може бути візуалізований або оглянутий з допомогою відповідної електронної "ІЧ-кольорової" камери та візуального кольорового дисплея.

Барвники або пігменти, які мають використовуватись згідно з даним винаходом, можуть загально, вибиратись серед органічних молекулярних сполук, органічних полімерних сполук або неорганічних сполук. Як загальний принцип у контексті даного винаходу, "колір" гіперхромної колірної системи втілюється відповідною окремою хімічною сполукою, що може мати одну або кілька смуг поглинання у спектральній області 300-1100нм. Таким чином, гіперхромна колірна система, що включає принаймні 3, краще, принаймні 4 базових кольори, втілюються за допомогою фарби або набору фарб, що містять принаймні 3, краще, принаймні 4 різних хромофорних сполук, тобто такі, що мають спектри поглинання, котрі суттєво відрізняються один від одного в області довжин хвиль 300-1100нм. Суттєво різні означає, згідно з даним винаходом, що статистична кореляція двох спектрів, що представлені векторами s_1 та s_2 , як виражається нормалізованим скалярним добутком $(s_1 \cdot s_2) / (|s_1| \cdot |s_2|)$, не перевищує 0,95. Вектори s_1 та s_2 пояснені нижче.

Таким чином, нема потреби у тому, щоб барвники або пігменти згідно з даним винаходом сильно відрізнялись за своїм кольором, зазначена гіперхромна колірна система могла б, наприклад, включати два різних жовтих, два різних блакитних та два різних червоних барвника або пігменти у змінних пропорціях. Фотокопіювальна машина має

відтворити ці кольори, використовуючи єдиний жовтий, єдиний блакитний та єдиний червоний барвник. Відповідний детекторний пристрій, навіпаки, буде базуватись на двох різних жовтих, двох різних блакитних та двох різних червоних каналах і у такий спосіб буде здатен легко розрізнити оригінал ти копію.

Барвники та пігменти, котрі придатні для реалізації даного способу та для виготовлення друкарської фарби або покривної композиції згідно з даним винаходом, можуть бути знайдені у кількох класах сполук. У варіанті, якому віддається перевага, вони вибираються із групи, що включає ціаніни (поліметини) та споріднені хромофори ціанінового типу; хінони та споріднені хромофори хінонового типу; порфіни, фталоціаніни та споріднені макроциклічні хромофори: так само як і гетерозаміщені поліциклічні вуглеводневі хромофори. Хромофор, у контексті даного винаходу, являє собою хімічну групу, що "генерує колір", котра виявляє поглинання в області довжин хвиль приблизно 300 - 2500 нм. Зазначений хромофор може мати молекулярну або полімерну структуру; він може нести, крім того, хімічні замісники усіх видів та/або бути зв'язаним з або прищепленим до полімерного ланцюга.

Ціанінові (поліметинові) барвники відомі у даній галузі і використовуються як фотографічні сенсibilізатори [D.M. Strumer, *The Chemistry of Heterocyclic Compounds*, vol.30. John Wiley. New York. 1977. pp.441-587; Eastman Kodak]. У більш пізніх застосуваннях стабільні представники цього класу сполук, що вибираються із кумаринів та родамінів, також були застосовані як лазерні барвники [J.B. Marling. J.H. Hawley. E.M. Liston. W.B. Grant, *Applied Optics*, 13 (10), 2317 (1974)].

Порфіни та споріднені молекули можуть розглядатись як макроциклічні ціанінові структури, конформаційна жорсткість яких зумовлена їх циклічною природою, зокрема, у присутності координаційного металічного іону, такого як Mg^{2+} та інших. Як результат, їх довгохвильова смуга поглинання є вельми вузькою, і вони являють собою майже ідеальні приклади вузькосмугового поглинаючого барвника згідно з даним винаходом. Хлорофіл-а (смуга поглинання при 660 нм; коефіцієнт екстинції є 85000) являє собою барвник цього класу [K. Saner et al., *J. Am. Chem. Soc.* 88, (1966), 2681-88]. Оскільки порфіни та споріднені молекули досить важко синтезувати, їх промислове застосування обмежується наявними у природі сполуками.

Фталоціаніни та споріднені молекули с "промисловим варіантом" морфінів. Загалом, вони поглинають у довгохвильовому кінці видимого спектру, і величина їх смуги поглинання залежить від кристалічної упаковки (агрегації). Вузькосмугове поглинання, загалом, спостерігається у розведених розчинах таких барвників і для деяких пігментів у твердому стані, зокрема, якщо упаковка хромофорних груп даного пігменту відсутня. Клас фталоціанінів, загалом, включає також більш спряжені аналоги, такі як на фталоціаніни, котрі поглинають у дальній ІЧ-області, так само як і гетерозаміщені аналоги фталоціанінів: загальною

особливістю, що визначає цей клас сполук, є те, що всі його члени одержуються із ароматичних орто-дикарбонових кислот або їх похідних.

Хінонові барвники відомі у даній галузі і використовуються для текстильних та подібних фарбувальних застосувань (наприклад, індигоїдні барвники, анітрахінонові барвники і . Електронегативні групи або атоми, що можуть бути розташовані уздовж хінонового остова, можуть підсилювати інтенсивність даної поглинальної смуги або зміщувати її у бік довших довжин хвиль. Деякі барвники цього класу, особливо ті, що не несуть NH або OH груп, виявляють вузькі смуги поглинання. Прикладами таких барвників слугують тійіндіго. N,N'-діалкіліндіго, N,N'-алкілен-індіго і т.д.

Гетерозаміщені поліциклічні вуглеводневі барвники являють собою жорсткі, планарні молекулярні структури, подібні до зображення графітової решітки, що несуть відповідні замісники. Прикладами таких барвників є періленіміди, хінакридони, діоксазини і і.д.

Важливим аспектом у плані прогнозування властивостей вузькосмугових поглинаючих пігментів є виключення агрегації окремих молекул матеріалу барвника: тенденції, що притаманна більшості органічних поліциклічних сполук і навіть більш підсиленої у випадку здатності молекул утворювати водневі зв'язки. У більшості випадків агрегація спричинює уширення спектральних смуг поглинання; таким чином, її слід розглядати як небажану властивість у контексті даного винаходу. Існують різні шляхи розв'язання цієї проблеми.

- Використання молекул барвника, що не утворюють зазначені агрегати, котрі розширюють смуги поглинання.

- Використання молекул барвника, котрі розчинні у сполучі інертного полімерного носія: отриманий відповідним чином забарвлений та розмолотий полімер може використовуватись як друкарський пігмент.

Використання молекул барвника, котрі співполімеризовані у встановлену полімерну матрицю, наприклад, полістиролову, або котрі прищеплені на існуючий полімер: відповідним чином одержаний забарвлений та розмолотий полімер може використовуватись як друкарський пігмент або як добавка до лаку.

Значна кількість придатних пігментів та барвників для втілення даного винаходу вже описана у літературі. Проте, звичайні продажні барвники навмисно розробляють у такий спосіб, щоб вони відповідали широколнійчастим функціям узгодження кольорів людського ока. Тому більшість відомих вузьколнійчастих поглинаючих молекул або композицій не застосовується у промисловості як пігменти або барвники через "відсутність насичення кольору" як сприймається оком людини, або через їх залежну від освітлення зміну кольору ("неістинні кольори"). Це саме має місце й для продажних інфрачервоних поглинальних барвників або пігментів, котрі були розроблені для застосування в оптичних записувальних матеріалах, де потрібна досить широка смуга поглинання.

Відсутність комерційного ринку для більшості барвників або пігментів, котрі корисні у контексті

даного винаходу, підвищує захисний потенціал розкритого способу та його варіантів. Застосування некомерційних барвників та пігментів у галузі захисного друку потребує їх направленої виробництва і в результаті надає можливість здійснювати ефективний контроль джерела даного матеріалу; дуже важлива вимога для гарантування захисту.

Барвники згідно з даним винаходом, яким віддається перевага, зображені на Фіг.2. На Фіг.2 зображено гексадека-(3-етокси-1-тіофенолято)-фталоціанато-цинк(II), що поглинає в області 780нм. Фіг.2b відповідає дека-(3-етокси-1-тіофенолято)-гекса-(3-метил-1-тіофенолято)-фталоціаніно-цинку(II), що поглинає в області 850нм. Формула Фіг.2b призначена для промислового продукту і представляє статистичне середнє по деякому розподілу замісників.

У представленій тут технології автентифікації виміряні величини інтенсивності спектрального відбиття даного документа, що має піддаватись автентифікації, не використовуються безпосередньо як такі, а скоріше прив'язуються до складу пігменту та/або барвника на документі, щоб надати даній системі більш високого ступеня стійкості у практичному застосуванні.

У наступному передбачається, що даний документ піддається автентифікації шляхом оцінки його властивостей відбиття світла. Проте, можуть застосовуватись спосіб та пристрої з необхідними змінами для автентифікації документа шляхом оцінки його властивостей пропускання світла, як це практикується у деяких типах торгівельних автоматів. У випадку відбиття та використання звичайних субтрактивних пігментів зі змішуванням кольорів. спостережуваний відбитий колір зумовлений спектральним поглинанням даного пігменту, оскільки падаюче світло проходить перший раз через пігмент, розсіюється у зворотному напрямку на білому фоні і другий раз проходить через даний пігмент. Чистим ефектом є просто подвоєння уявної інтенсивності світла у порівнянні з відповідним випадком пропускання.

Для оцінки використовується оптична густина $OD = \log(I_0/I_{\text{відбите}})$ або $\log(I_0/I_{\text{що пройшло}})$, а не самі величини інтенсивності відбитого світла чи світла, що пройшло. Для даної довжини хвилі λ оптична густина пропорційна концентрації даного пігменту c , товщині шару d і питомому поглинанню даного пігменту $\varepsilon(\lambda)$:

$$OD(\lambda) = c \cdot d \cdot \varepsilon(\lambda) \text{ (закон Бера (Beer))}$$

У гіперхромній колірній системі вибір базових кольорів вільний, за умови, що зазначені базові кольори мають суттєво відмінні спектри поглинання або відбиття, як визначено вище. Кореляція між вимірним спектром поглинання або відбиття $S(\lambda)$ та відповідними "гіперколірними координатами" $x_1, x_2, x_3, x_4, \dots$ у вибраній гіперхромній колірній системі, то вказують на концентрації або "оптичні густини" окремих хромофорних сполук, може бути встановлена за допомогою лінійної алгебри. Заслуговує на увагу те, що одержання "гіперколірних координат" дозволяє приписати статистично незалежне значення кожному барвнику або пігменту даної гіперхромної колірної системи, якщо барвни-

ки або пігменти з даного набору мають спектри поглинання, котрі частково перекриваються. Даний спосіб буде окреслений у подальшому з використанням загальновідомого формалізму матричної алгебри.

Згідно з цим способом, стандартний спектр поглинання $S(\lambda)$ барвника або пігменту виражається вектором $s = (s_1, s_2, s_3, \dots, s_n)$, де $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$ являють собою виміряні значення спектральної поглинаючої здатності (оптичної густини $OD = \log(I_0/I_{\text{відбите}})$), як визначається у даній галузі) при n різних довжинах хвиль $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$. Таким чином, зазначені довжини хвиль можуть вибиратись вільно, але вони мають прив'язуватись до вибраних барвників або пігментів і дозволяють розрізняти різні складові даної гіперхромної колірної системи/

Дана гіперхромна система включає також m різних барвників, згідно з чим m є меншим, типово рівним половині або менше, ніж n , числа вимірних значень інтенсивності для різних освітлювальних "довжин хвиль". Таким чином, є m зазначених векторів s , що репрезентують спектри поглинання або відбиття даних барвників або пігментів. Зазначені m векторів s розташовані у вигляді прямокутної матриці A , що включає m стовпців із n елементів кожен. Будь-яка лінійна комбінація барвників у вибраній гіперхромній колірній системі дасть спектр поглинання або відбиття $y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$, котрий може бути виражений через матричне рівняння:

$$A \cdot x = y,$$

де A являє собою зазначену матрицю розміром $(n \times m)$; x є вектором m лінійних коефіцієнтів, що відповідає зазначеним гіперколірним координатам, і y являє собою вектор результатуючих n значень спектрального поглинання або відбиття.

З іншого боку, коли відома матриця A , вимірний спектр поглинання або відбиття y_1 може бути виражений в рамках гіперколірних координат x з використанням класичної формули "найменших квадратів" лінійної алгебри:

$$x = (A^* A)^{-1} A^* y_1.$$

де A^* означає транспоновану матрицю A , і $(A^* A)^{-1}$ відповідає оберненій матриці. Адекватність даної апроксимації може бути оцінена з допомогою статистичних критеріїв, таких як сума квадратів відхилень $(y - y_1)^* (y - y_1)$, або інших, що відомі у даній галузі. Такі критерії можуть слугувати додатковим інструментом для автентифікації.

Переважаю, адекватність апроксимації оцінюється за залишком або R -фактором, котрий визначається як: $R = \{(y_1 - y)^* (y_1 - y)\} / \{(y_1)^* (y_1)\}$, де $y \neq x$ являє собою одержаний оберненим обчисленням теоретичний спектр, що відповідає визначеним гіперколірним координатам x , і y_1 являє собою вимірний спектр зразка, що випробовується. R -фактор дорівнює нулю для повної згоди ($y = y_1$), і 1 для відсутності згоди ($y = 0$). Крім того, він є відносно нечутливим до випадкових флуктуацій (статистичний шум), що впливають на вимірний спектр y_1 , але вельми чутливим до систематичних відхилень, тобто присутності невірної або додаткового, не передбачуваного барвника чи пігменту у даній покривши композиції.

З цією метою можуть бути використані й інші, схожі алгоритми лінійної алгебри, а саме, алгоритм декомпозиції сингулярної величини (Singular-Value-Decomposition), котрий зв'язаний з проблемою розв'язування рівняння та методом "найменших квадратів".

Вищезазначене означає, що існує $(m \times n)$ матриця M , котра зв'язує вимірний спектр u з "гіперколірними координатами" x відповідного колірному простору через просте математичне перетворення:

$$x = M^* u.$$

Зазначена матриця $M = (A^* A)^{-1} A^*$ може бути обчислена із спектрів поглинання базових кольорів даної гіперхромної колірної системи.

Зазначені барвники або-пігменти даної гіперхромної колірної системи, введені у друкарську фарбу або покривну композицію, або у набір друкарських фарб чи покривних композицій. Використовуються, згідно з даним винаходом, у способі для маркування виробу, такого як банкнот, документ, квиток, захисна плівка, захисне волокно, ярлик, картка або комерційний товар, що включає стадію нанесення на значений виріб мітки, наприклад, у формі знаків або визначених користувачем малюнків, яка наноситься з використанням принаймні однієї друкарської фарби або покривної композиції, або набору друкарських фарб чи покривних композицій, як визначено вище.

Крім того, зазначені барвники або пігменти, реалізовані у друкарській фарбі або покривній композиції, або у наборі друкарських фарб чи покривних композицій, і нанесені на виріб. Використовуються згідно з даним винаходом у способі для автентифікації зазначеного виробу такого як банкнот, документ, квиток, захисна плівка, захисне волокно, ярлик, картка або комерційний товар, який включає стадії:

а) вимірювання спектрів оптичного поглинання, відбиття або пропускання зазначеного виробу, маркованого за допомогою способу, що описаний вище, в УФ, та/або видимому, та або ІЧ хвильовому домені електромагнітного спектра;

б) порівняння даного спектра та/або інформації, що отримана із нього, з відповідним спектром автентичного виробу та/або інформацією, що отримана із нього.

Маркувальна та автентифікаційна частини даного способу можуть реалізовуватись разом або окремо одна від одної, тим самим або різними операторами, в одному або в різних місцях, з використанням того самого або різних пристроїв.

Фарби та покривні композиції, придатні для нанесення маркування, можуть вибиратись із групи пастоподібних фарб, таких як фарба для глибокого друку, високого та офсетного друку, із групи рідких фарб, таких як для трафаретного друку, геліо-флекс та глибокого друку; або групи фарб для краплинного струминного друку та фарб для безперервного струминного друку. Корисні покривні композиції для нанесення маркування додатково включають тонери для електростатичного (сухого) або електрофоретичного (мокрого) процесів фотодруку.

Нанесення зазначених визначених користувачем маркувальних малюнків здійснюється з допомогою фарб або наборів фарб, що включають одну фарбу для кожного із вибраних базових кольорів розширеною, гіперхромного колірному простору. Окрема фарба може також містити кілька барвників або пігментів, що втілюють зазначені базові кольори.

Сpektри надрукованого малюнка можуть вимірюватись, як це відомо у даній галузі, з використанням або: комбінації ширококутового джерела світла та множини вузькосмугових чутливих фотодетекторів; комбінації ширококутового чутливого фотодетектора та множини вузькосмугових джерел світла; або комбінації ширококутового джерела світла та дисперсного або дифракційного спектрометричного пристрою. Комбінація множини вузькосмугових джерел світла, таких як LEDs (світловипромінювальні діоди), та ширококугових чутливих пристроїв відображення, таких як ПЗЗ-або КМОН-камера, може додатково використовуватись для здійснення спектрального або гіперспектрального відображення даного надрукованого малюнка.

Стадія отримання та порівняння гіперколірних координат, а не грубих значень спектральною поглинання, відбиття або пропускання, вносить перевагу стійкості у систему. Гіперхромний колірний простір може бути вибраний у такий спосіб, що містить перші пігменти для декоративних цілей сумісно з другими пігментами для цілей захисту, де зазначені декоративні та захисні пігменти мають спектри поглинання, що частково перекриваються. У такому випадку було б важко ідентифікувати присутність та кількість захисного пігменту у маркуванні без перетворення даної спектральної інформації у статистично незалежні величини гіперколірних координат.

Спосіб захисту документів згідно з даним винаходом і вихідні захищені документи або вироби у значній мірі придатні для машинної автентифікації, тобто як це використовується для автоматичного приймання грошей, в автоматичних касових пристроях, при швидкісному сортуванні, у пристроях для легалізації квитків і т.д. Автентифікація машинами обмежена перевіркою таких захисних елементів, виявлення яких, по суті, є швидким і не потребує тісного контакту між даним документом та зчитувальним пристроєм, що виключає небезпеку зупинки проходження документів (затискування). Тому оптичні методи машинної автентифікації знаходяться серед тих, яким віддається перевага. Через використання селективного поглинання, а не емісії, наявного світла, відбитого від даного документа, більше, ніж потрібно, що зумовлює вельми швидкий цикл вимірювання, і високошвидкісну роботу даного автентифікаційного пристрою.

Даний винахід у подальшому буде пояснюватись за допомогою Фіг. та прикладів. Ці Фіг. та приклади, як маєтись на думці, не мають на меті обмежити обсяг даною винаходу.

Фіг.1 зображує схематичний варіант розширеного колірному простору згідно з даним винаходом, що ілюструє використання вузькосмугових погли-

наючих пігментів або барвників у відомій та поза видимою областях спектра:

Фіг.2 зображує формули двох ІЧ-полінаючих сполук, котрі корисні у контексті даного винаходу,

Фіг.3 зображує характеристики спектрального відбиття елемента, що надрукований і використанням фарби прикладу 1,

Фіг.4 зображує характеристики спектрального відбиття елемента, що надрукований з використанням фарби прикладу 2,

Фіг.5 зображує характеристики спектрального відбиття елемента, що надрукований і використанням фарби прикладу 3,

Фіг.6 зображує характеристики спектрального відбиття елемента, що надрукований і використанням фарби прикладу 4

По-перше, розширений гіперхромний колірний простір, схематично зображений на Фіг.1 складається із десяти вузькосмугових поглинаючих барвників або пігментів, позначених цифрами 1-10. Вони мають максимуми поглинання в спектральній області довжин хвиль 100-1100нм. Барвник 1 має максимум поглинання в УФ-області (350нм). Барвники 2, 3, 4, 5 мають максимуми поглинання у видимій(425, 500, 575, 650нм) області, і барвинки 6, 7, 8, 9, 10 мають максимуми поглинання в ІЧ-області (725, 800, 875, 950 та 1025нм) Зокрема, видима область покривається чотирма барвниками, замість трьох, що відповідають рецепторам ока людини. Видимі барвинки 3 та 4 вибрані у такий спосіб, щоб мати максимум поглинання при 500нм що попадає між блакитним (450нм) та зеленим (550нм). відповідно, та при 575нм що попадає між зеленим (550нм) та червоним (600нм) фоторецепторами людською ока. Такі кольори, у сполученні з чистим блакитним (425нм) та чистим червоним (650нм) барвниками, неможливо відтворити за допомогою стандартних кольорів трихромного процесу, оскільки чотири обмеження не можуть бути погоджені з трьома змінними.

Тепер даний виріб піддають маркуванню з використанням фарби або набору фарб, що включає один або більшу кількість зазначених вузькосмугових поглинаючих барвників або пігментів. У такий спосіб колірна інформація, що міститься на зазначеному виробі, ефективно вибирається із десяти-вимірної множини, хоча людина може бачити і описувати її лише у межах тривимірного колірного сприйняття. Враження людського ока від кольору захищеного виробу відповідає, таким чином, проекції зазначеної інформації щодо реального кольору даного виробу на тривимірну систему сприймання кольору. Ця проекція здійснюється у світлі джерела випромінювання освітлення, що використовується для огляду даного документа. Зміна якості світла зазначеного джерела освітлення може дати іншу проекцію, і тому інше сприйнятий кольору. Застосування видимих вузькосмугових поглинаючих барвників або пігментів у покриттях постійно дає залежну від освітлення варіацію відтінків ("хибні" кольори).

Коли зазначений виріб, наприклад, банкнот або документ, відтворюється кольоровим копіювальним засобом або сканується кольоровим сканером, відповідна-спектральна інформація у види-

мому домені розділюється відповідними оптичними фільтрами на три базові кольори червоний, зелений та блакитний. Проекція розширеної колірної інформації, ще міститься на даному документі, на ці триколірні канали здійснюється у характерному сні і ' даного копіювального засобу чи сканера. Коли зазначена відсканована колірна інформація потім репродукується шляхом друкування, стандартні барвинки або піменти, що відповідають тривимірному колірному сприйняттю ока людини, осаджуються на папір замість оригінальних вузькосмугових поглинаючих барвників. Результуюча репродукція буде виглядати майже так само, якщо спостереження вести у тому самому світлі, котре було використане при скануванні даного оригіналу. Проте, вона може виглядати зовсім іншою, якщо спостереження вести у світлі, що відмінене від застосованого при скануванні оригіналу.

Зокрема, оптичні елементи поза видимою області, тобто розташовані в УФ (УФ-барвник 1) та ІЧ (ІЧ-барвинки 6-10) областях, не відтворюються звичайним репродукційним устаткуванням. і тому на копії відсутні. Видимі елементи, зумовлені барвинками 2-5, будуть відтворені, але у некоректний спосіб. Результуюча "відмінність кольорів" між оригіналом та його підбіркою, може бути донесена до людського ока шляхом порівняння обох з використанням принаймні двох різних джерел видимого світла, і у повній УФ-ІЧ області спектра з використанням фотодетекторних або спектроскопічних засобів.

У подальшому, приготування та використання фарбових наборів згідно з даним винаходом ілюструється на прикладах трьох різних типів фарбових композицій:

Композиція 1:

Композиція фарбового набору для глибокого друку з 5 фарбами

Продукт приєднання тунгового масла та модифікованої малеїнової кислотою фенольної смоли у висококиплячому мінеральному маслі (PKWF 28/31)	35%
Алкідна смола, модифікована сильнополімеризованим маслом	7,5%
Алкідфенольна смола, модифікована неочищеним тунговим маслом в розчинник) фаро 27/29 (фірма Shell Industrial Chemicals)	16%
Поліетиленовий віск	1,5%
Карбонат кальцію	30,3%
Барвинки та піменти	4,5%
Розчинник фарб 27/29 (фірма Shell Industrial Chemicals)	5%
Октоат кобальту (11% металу)	0,1%
Октоат марганцю (10% металу)	0,1%

Барвинки і піменти:

Фарба 1: пік поглинання при 470нм

Акридинова оранжева основа (Aldrich)	1,0%
Карбонат кальцію	3,5%

Фарба 2: пік поглинання при 850нм

Дека-(3-етокси-1-тіофенолято)-гекса-(3-метил-1-тіофенолято)-фталоціанато-цинк (H) (Avescia)	4,0%
Карбонат кальцію	0,5%

Фарба 3: пік поглинання при 380нм

Тінувін 1130 (Ciba)	4,5%
Карбонат кальцію	-

Фарба 4: пік поглинання при 980нм

Довгохвильовий поглинач у близькій ІЧ-області (Avescia)	3,0%
Карбонат кальцію	1,5%

Фарба 5: піки поглинання при 620 та 780нм

Мідь-фталоціаніновий пігмент Х-форми	1,8%
Карбонат кальцію	2,7%

Інгредієнти змішувались, і суміш піддавали гомогенізації 2 проходами на тривальцьовому млині.

Композиція 2:

Композиція фарбового набору для офсетного друку без зволоження з УФ-сушінням з 3 фарбами

Епоксикакрилатний олії омер	39%
Триметилпропантріакрилатний мономер	31%
Генорад 16 (Genorad 16) (Rahn)	1%
Тальк	2%
Барвники та пігменти	4,5%
Карбонат кальцію	10,5%
Аеросил 200 (Aerosil 200) (Degussa-Huels)	4%
Ігракур 500 (Igracure 500) (CIBA)	6%
Генокур EPD (Genocure EPD) (Rahn)	2%

Барвники і пігменти:

Фарба 1: пік поглинання при 550нм

Родамін В (Aldrich)	1,5%
Карбонат кальцію	3,0%

Фарба 2: пік поглинання при 780нм

Октабутоксид мідь (II) нафталоціанін	4,5%
Карбонат кальцію	-

Фарба 3: пік поглинання при 890нм

Гексадека-(3-етокси-1-тіофенолято)-фталоціанато-цинк (II) (Avescia)	2,7%
Карбонат кальцію	1,8%

Інгредієнти змішувались, і суміш піддавали гомогенізації 2 проходами на тривальцьовому млині.

Композиція 3:

Композиція фарбового набору для глибокого друку з 4 фарбами

Етанол	32%
Етилацетат	45,3%

Дициклогексилфталат (Unimoll 66, поставлений фірмою Bayer)	4,5%
Смола, модифікована фумаровою кислотою (Rokramar 7200, поставлена фірмою Robert ICraemer GmbH&Co)	3%
Полівінілбутиральна смола (Pioloform BN18, поставлена фірмою Wacker-Chemic)	12%
Барвники та пігменти	3,2%

Барвники і пігменти:

Фарба 1: пік поглинання при 550нм

Родамін В основа (Aldrich)	0,4%
Етилацетат	2,8%

Фарба 2: піки поглинання при 610 та 680нм

Луксол фаст блю MSN (Luxol fast blue) (Aldrich)	3,2%
Етилацетат	-

Фарба 3: пік поглинання при 440нм

Макрофлекс жовтий 6G (Macroflex Yellow) (Bayer)	1,0%
Етилацетат	2,2%

Фарба 4: пік поглинання при 800нм

Поглинальний барвник IR P303 (Honeywell)	1,0%
Етилацетат	2,2%

Дані смоли піддавали диспергуванню розчинниками протягом 15 хвилин з використанням лабораторного устаткування. Барвники додавали послідовно, і дану композицію додатково диспергували протягом 15 хвилин. В'язкість результуючої композиції регулювали за допомогою суміші етилацетат/етанол 1:1 для досягнення потрібної при друкуванні в'язкості (15-25" чашка DIN4, у залежності від застосування).

Для ілюстрації характеристик відбиття, що можуть бути отримані з використанням фарбових наборів згідно з даними варіантами композицій, були одержані чотири друкарських зразки:

Приклад 1: Фарба для глибокого друку, одержана змішуванням Фарби 1 та Фарби 2 композиції 1 (вище) у відношенні 1:1. друк на папір при 8г/см². Спектр відбиття поданий на Фіг.3.

Приклад 2: Фарба для глибокого друку, одержана змішуванням Фарби 3, Фарби 4 та Фарби 5 композиції 1 (вище) у відношенні 1:1:1. друк на папір при 8г/см². Спектр відбиття поданий на Фіг.4.

Приклад 3: УФ-фарба для офсетного друку без зволоження, одержана змішуванням Фарби 1, Фарби 2 та Фарби 3 композиції 2 (вище) у відношенні 1:1:1, друк на папір при 1г/см². Спектр відбиття поданий на Фіг.5.

Приклад 4: Фарба для глибокого друку, одержана змішуванням Фарби 1, Фарби 2, Фарби 3 та Фарби 4 композиції 3 (вище) у відношенні 1:1:1:1, нанесення на папір за допомогою ручного при-

строю при 4мкм (теоретична волога плівка). Спектр відбиття поданий на Фіг 6.

Спосіб отримання "гіперколірних координат" додатково ілюструється з допомогою схематичного робочого прикладу, котрий наведений у Таблиці 1 нижче. Зчитувальний пристрій має 12 спектральних каналів, відцентрованих, відповідно, при довжинах хвиль 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900 та 950нм. Так само може бути вибрана й інша кількість каналів при відмінних значеннях довжин хвиль. Навіть немає потреби у тому, щоб дані капали були рівномірно розподілені, і поняття "канал" може включати більше, ніж одну "довжину хвилі" або "спектральну смугу".

Гіперхромний колірний простір, що містить 6 базових кольорів, реалізується барвниками або пігментами, котрі мають 6 суттєво відмінних спектрів поглинання. Ці барвники або пігменти дають з допомогою зазначеного зчитувального пристрою сигнали "оптичної густини" "Спес 1" "Спес 2". "Спес 3", "Спес 4", "Спес 5", та "Спес 6", відповідно; ансамбль цих значень складає матрицю А, що визначає математичну основу гіперхромного колір-ного простору.

Вимірний невідомий спектр, "Спес у", може бути виражений в рамках гіперколірних координат х зазначеного гіперхромного колір-ного простору за допомогою добутку $x = (A^* A)^{-1} A^* y$. У даному робочому прикладі результуючі колірні координати (CCRD) у в рамках даних 6 базових кольорів є наступними: 0,35, 0,10, 0,00, 0,40, 0,00, 0,15. Це точно відповідає лінійній комбінації, що була використана для конструювання у в цьому схематичному робочому прикладі.

Крім того, даний приклад ілюструє різні матриці даною алгоритму, зокрема, матрицю $M = (N^* A)^{-1} A^*$, котра використовується для перетворення вимірного спектра у в колірні координати х згідно з формулою $x = M^* y$. Для даної системи базових кольорів і даною типу зчитувального пристрою матриця М має обчислюватись лише один раз і потім може зберігатись у цьому зчитувальному пристрої як частина автентифікаційного алгоритму. Її можна інтерпретувати як вид ключа, котрий дозволяє видобувати відповідні колірні координат із більш багатой спектральної інформації.

У схематичному робочому прикладі автентифікації, і з посиланням на Таблицю 2 нижче, гіперколірна система, як маєтсья на думці, сформована 6 барвниками або пігментами, що мають спектри (Спес1, ..., Спес6), утворюючи матрицю А. Інтенсивність відбиття виміряна, як маєтсья на думці, для 12 освітлювальних смуг з центрами при довжинах хвиль 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900 та 950нм.

Перший "вимірний" вектор "Спес у1" конструюється шляхом завдання "концентраційних відношень" 0,35, 0,10, 0,00, 0,40, 0,00, 0,15 для 6 базових кольорів та обчислення відповідних теоретичних значень оптичної густини відбиття для 12 освітлювальних смуг. Після перетворення вектора "Спес у1" у гіперколірні координати. CCRD1, вхідні концентраційні відношення добре відтворюються,

із залишковим значенням R 0,000045, тобто близьким до 0.

Для моделювання практичного застосування вектор "Спес у1" збурюють шляхом додавання до нього випадкового сигналу помірної амплітуди, що дає "вимірний" вектор "Спес у2". Після його перетворення у гіперколірні координати, CCRD2, значення помірно відхиляються від оригінальних, але відтворюють їх у великих рядках. Залишкове значення R 0,015 є цілком прийнятним, говорячи про те, що даний зразок, який має спектр відбиття "Спес у2", ще лежить усередині визначеного гіперхромного колір-ного простору, і тому може бути визнаний як автентичний, проте, дещо спотворений.

Для моделювання підробки вектор "Спес у1" суттєво модифікується в одній точці (700нм: значення виділене жирним шрифтом), що дає "вимірний" вектор "Спес у3". Одержані гіперколірні координати, CCRD3, все ще відтворюють разюче добре оригінальні координати, проте, високе залишкове значення R 0,212 чітко вказує на те, що даний зразок, який має "Спес у3", знаходиться поза визначеним гіперхромним колірним простором даного прикладу і тому має бути відкинтий як підробка !

Як завершення, випробуваний документ буде відкинута, якщо перетворення його вимірного спектра відбиття у гіперколірні координати відповідної гіперхромної системи дає залишкову величину R більше 0,10, або якщо одна із одержаних гіперколірних координат лежить поза первинного "можливого" значення, тобто поза відповідних попередньо визначених концентраційних меж. Стадія одержання та порівняння гіперколірних координат та R-значень, а не грубих величин спектрального поглинання, відбиття або пропускання, дає перевагу стійкості та здійсності майже 100% відкидання підробки, що реалізується за допомогою дешевого, простого, безконтактного, оптичного та високошвидкісного автентифікаційного устаткування у поєднанні зі специфічними щодо користувача, матеріальними захисними елементами, що надруковані на даному документі.

Таблиця 1

Схематичний робочий приклад
визначення гіперколірних координат
Вхідні спектри (А):

	Спес 1	Спес 2	Спес 3	Спес 4	Спес 5	Спес 6
400нм	0,200	0,000	0,000	1,200	2,000	0,050
450нм	1,000	0,050	0,000	1,000	1,800	0,100
500нм	0,200	0,300	0,050	0,500	1,500	0,200
550нм	0,050	1,200	0,200	0,200	1,000	0,500
600нм	0,000	0,200	0,500	0,050	0,500	0,100
650нм	0,000	0,050	1,500	0,050	0,100	0,000
700нм	0,000	0,000	0,500	0,200	0,000	0,000
750нм	0,000	0,000	0,200	1,000	0,050	0,000
800нм	0,000	0,000	0,050	0,300	0,200	0,000
850нм	0,000	0,000	0,000	0,050	0,900	0,050
900нм	0,000	0,000	0,000	0,000	0,200	0,200
950нм	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	1,100

Вимірний спектр (y):

	Spec y
400nm	0,560
450nm	0,770
500nm	0,330
550nm	0,300
600nm	0,060
650nm	0,030
700nm	0,080
750nm	0,400'
800nm	0,120
850nm	0,030
900nm	0,030
950nm	0,170

Матриця A*A:

	1	2	3	4	5	6
1	1,083	0,170	0,020	1,350	2,550	0,175
2	0,170	1,575	0,430	0,453	1,845	0,685
3	0,020	0,430	2,835	0,480	0,695	0,160
4	1,350	0,453	0,480	3,868	5,335	0,368
5	2,550	1,845	0,695	5,335	11,652	1,325
6	0,175	0,685	0,160	0,368	1,325	1,565

Матриця (A*A)⁻¹:

	1	2	3	4	5	6
1	2,134	0,297	0,077	-0,194	-0,434	0,037
2	0,297	1,028	-0,108	0,210	-0,286	-0,280

3	0,077	-0,108	0,378	-0,081	0,014	0,007
4	-0,194	0,210	-0,081	0,803	-0,360	0,054
5	-0,434	-0,286	0,014	-0,360	0,399	-0,081
6	0,037	-0,280	0,007	0,054	-0,081	0,813

Вектор A*y:

	1	2	3	4	5	6
	0,963	0,511	0,278	2,125	3,428	0,521

Вектор x=(A*A)⁻¹*A*y:

	1	2	3	4	5	6
CCRD	0,347	0,103	0,003	0,399	0,001	0,154

Матриця (A*A⁻¹*A):

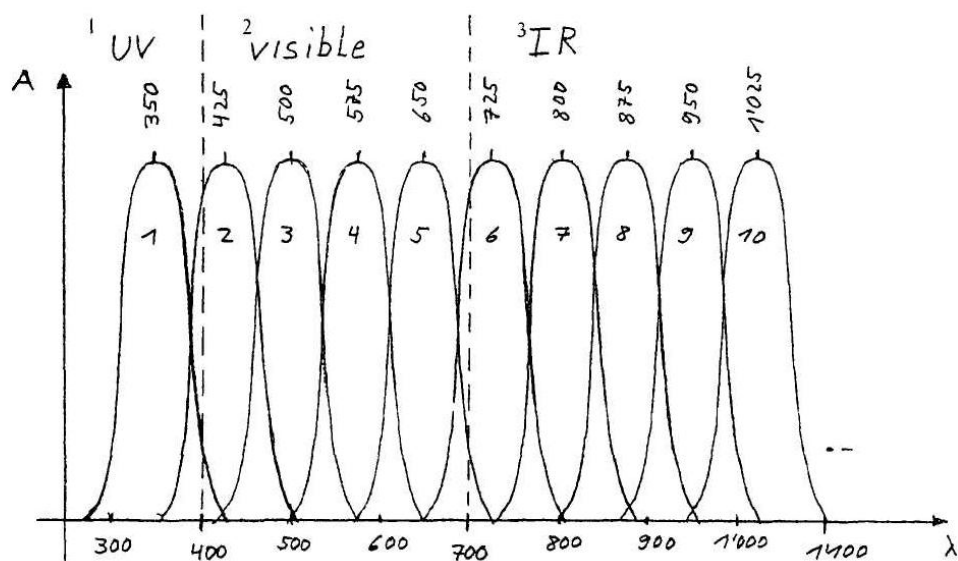
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
400nm	-0,672	-0,274	-0,054	0,208	0,276	-0,050
450nm	1,177	0,016	0,016	-0,023	-0,098	0,012
500nm	-0,221	-0,017	-0,016	-0,107	0,231	-0,009
550nm	0,024	0,844	-0,049	0,054	-0,075	0,004
600nm	-0,125	-0,009	0,171	-0,133	0,123	-0,009
650nm	0,077	-0,128	0,560	-0,107	0,029	-0,009
700nm	-0,000	-0,012	0,173	0,120	-0,065	0,014
750nm	-0,201	0,175	-0,005	0,769	-0,337	0,051
800nm	-0,141	0,001	-0,003	0,165	-0,027	0,000
850nm	-0,398	-0,261	0,009	-0,281	0,337	-0,030
900nm	-0,079	-0,113	0,004	-0,061	0,064	0,146
950nm	-0,003	-0,336	0,009	0,023	-0,049	0,886

Таблиця 2 Схематичний робочий приклад автентифікації

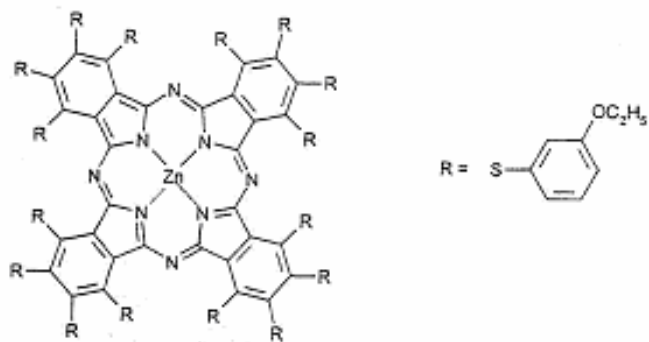
1												
Input spectra of dyes or pigments (A)												
	400nm	450nm	500nm	550nm	600nm	650nm	700nm	750nm	800nm	850nm	900nm	950nm
Spec 1	0 200	1 000	0 200	0 030	0 060	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000
Spec 2	0 000	0 050	0 300	1 200	0 200	0 050	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000
Spec 3	0 000	0 000	0 050	0 200	0 500	1 500	0 500	0 200	0 050	0 000	0 000	0 000
Spec 4	1 200	1 000	0 500	0 200	0 050	0 050	0 200	1 000	0 300	0 050	0 000	0 000
Spec 5	2 000	1 800	1 500	1 000	0 500	0 100	0 000	0 050	0 200	0 900	0 200	0 100
Spec 6	0 050	0 100	0 200	0 500	0 100	0 000	0 000	0 000	0 000	0 050	0 200	1 100
Measured spectra (y)												
	400nm	450nm	500nm	550nm	600nm	650nm	700nm	750nm	800nm	850nm	900nm	950nm
Spec y1	0 560	0 770	0 330	0 300	0 060	0 030	0 080	0 400	0 120	0 030	0 030	0 170
Spec y2	0 500	0 800	0 300	0 350	0 100	0 050	0 100	0 350	0 100	0 050	0 100	0 200
Spec y3	0 560	0 770	0 330	0 300	0 060	0 030	0 400	0 400	0 120	0 030	0 030	0 170
Resulting color coordinates (x) and residuals (R):												
	1	2	3	4	5	6	Residual					
CCRD1	0 347	0 103	0 003	0 399	0 001	0 154	R = 0 000045					
CCRD2	0 426	0 127	0 028	0 336	0 003	0 151	R = 0 015104					
CCRD3	0 347	0 009	0 059	0 430	0 019	0 159	R = 0 212350					

1 – Вхідні спектри барвників або пігментів (A'). 2 – nm. 3 – Вимірні спектри (y). 4 – результуючі колірні координати (x') та залишки (R). 5 - Залишки

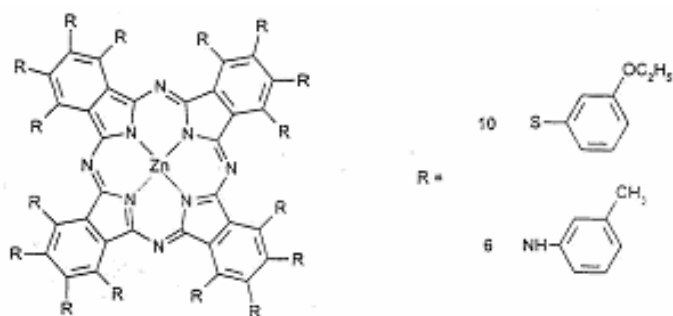
Фигура 1:



1 – УФ, 2 – видима, 3 – ИЧ

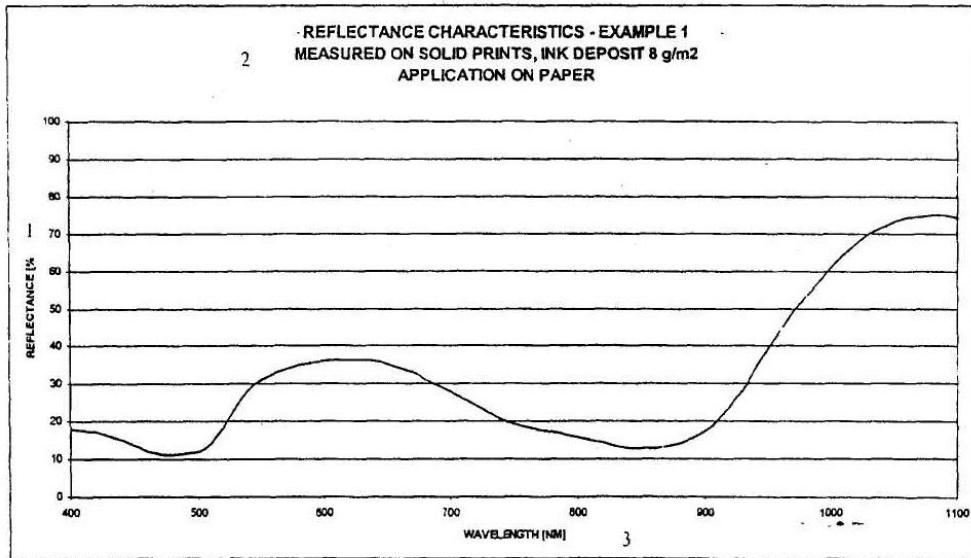


Фиг. 2a:



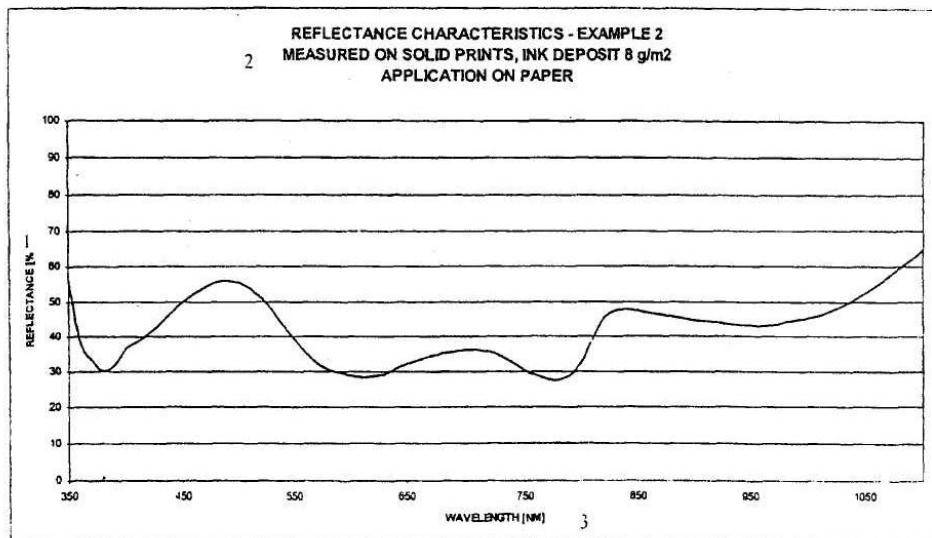
Фиг. 2b:

Фіг.3:



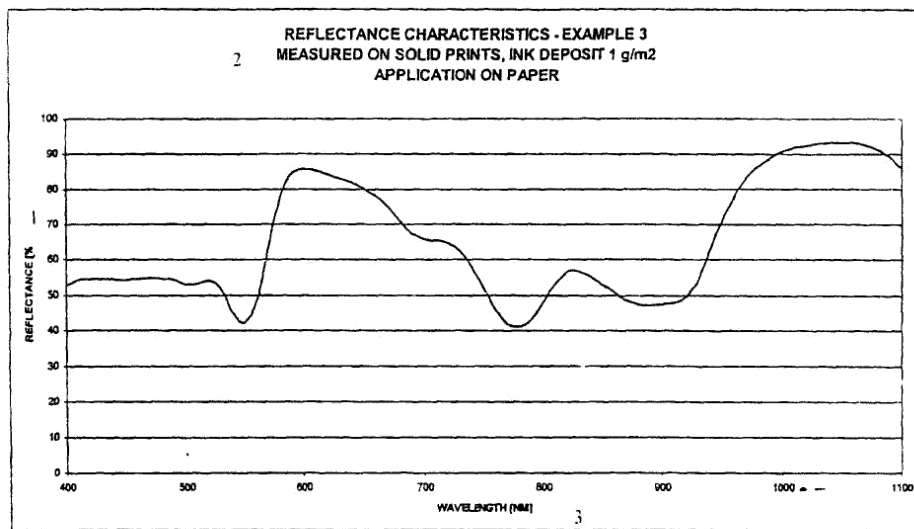
1 – Коефіцієнт відбиття, %; 2 – Характеристики відбиття – Приклад 1. вимірювання на твердих відбитках, осад фарби 8 г/м²; на папері; 3 – Довжина хвилі, нм

Фіг.4:



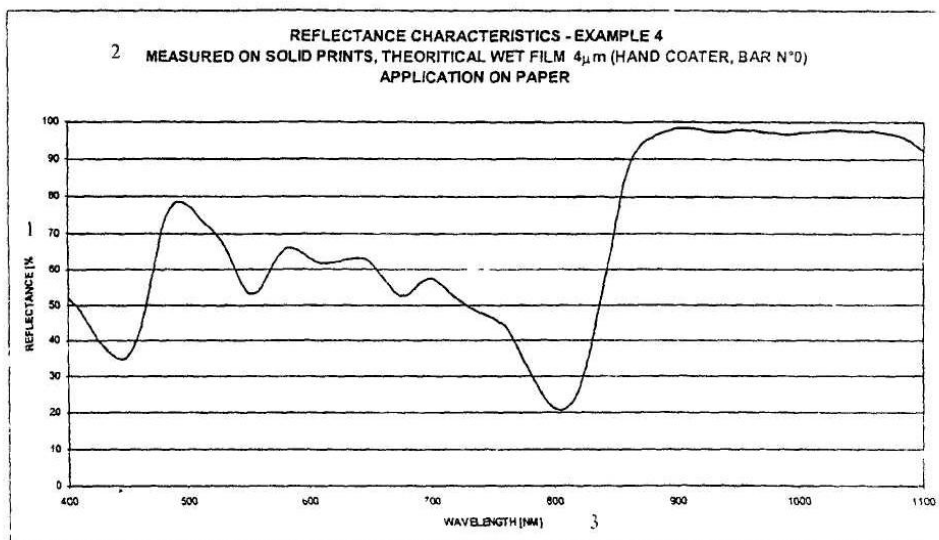
1 – Коефіцієнт відбиття, %; 2 – Характеристики відбиття – Приклад 2. вимірювання на твердих відбитках, осад фарби 8 г/м²; на папері; 3 – Довжина хвилі, нм

Fig.5:



1 – Коефіцієнт відбиття, %; 2 – Характеристики відбиття – Приклад 3, вимірювання на твердих відбитках, осад фарби 1 г/м²; на папері; 3 – Довжина хвилі, нм

Fig.6:



1 – Коефіцієнт відбиття, %; 2 – Характеристики відбиття – Приклад 4, вимірювання на твердих відбитках, теоретична волога плівка 4 мкм (ручний пристрій для нанесення покриття, штамп № 0), на папері; 3 – Довжина хвилі, нм