



УКРАЇНА

(19) UA (11) 74821 (13) C2
(51) МПК (2006)
G07D 7/12 (2006.01)
G01N 21/64

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ АВТЕНТИФІКАЦІЇ ЗАХИСНОГО МАРКУВАННЯ, СПОСІБ МАРКУВАННЯ ТА АВТЕНТИФІКАЦІЇ ЗАХИЩЕНИХ ДОКУМЕНТІВ АБО ВИРОБІВ, ПРИСТРІЙ ДЛЯ АВТЕНТИФІКАЦІЇ ЗАХИЩЕНИХ ДОКУМЕНТІВ АБО ВИРОБІВ, СИСТЕМА ЗАХИСТУ, ПРИСТРІЙ ДЛЯ АВТЕНТИФІКАЦІЇ ТА СИСТЕМА ЗАХИСТУ, ЩО ЙОГО МІСТИТЬ

1

(21) 2002107883
(22) 26.01.2002
(24) 15.02.2006
(86) PCT/EP02/00811, 26.01.2002
(31) 01105020.0
(32) 01.03.2001
(33) EP
(46) 15.02.2006, Бюл. № 2, 2006 р.
(72) Васік Мілан, YU, Мюллер Едгар, CH, Сето Мірон, US
(73) СІКПА ХОЛДІНГ С.А., CH
(56) US 5043585, 27.08.1991
US 5608225, 04.03.1997
(57) 1. Спосіб автентифікації захисного маркування, яке містить люмінесцентну сполуку, шляхом збудження вказаної люмінесцентної сполуки джерелом світла збудження та вимірювання інтенсивності люмінесцентної емісії, за яким під час впливу джерела світла збудження або після нього вимірюють значення інтенсивності світла протягом часових інтервалів (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8), вибраних таким чином, що після віднімання значення інтенсивності, зареєстрованого протягом одного часового інтервалу, від значення інтенсивності, зареєстрованого протягом іншого часового інтервалу, результат віднімання буде представляти світло, випромінюване люмінесцентним матеріалом.
2. Спосіб за п.1, за яким один з часових інтервалів (T5) вибирають на протязі початкової фази збудження люмінесцентного матеріалу для зниження частки інтенсивності світла (2a), спричиненої емісією люмінесцентного матеріалу, у порівнянні з вимірюною інтенсивністю світла (1a), спричиненою відбитим світлом, розсіяним світловим випромінюванням або іншим світлом, яке не є результатом емісії.
3. Спосіб за п.1 або 2, за яким другий часовий інтервал (T6) вибирають на протязі фази, у якій інтенсивність, спричинена емісією люмінесцентного матеріалу, зростає до свого максимального значення.

2

4. Спосіб за п.2 або 3, за яким тривалість одного часового інтервалу (T5, T6) вибирають коротшою, ніж 25% періоду (A) емісії.
5. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, за яким маркування містить одну або кілька люмінесцентних сполук, що випромінюють світло на двох різних частотах, а значення інтенсивності вимірюють для світла, випромінюваного на вказаних частотах.
6. Спосіб за п.5, за яким порівнюють значення інтенсивності для вказаних різних частот.
7. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, за яким інтенсивність світла вимірюють під час впливу на маркування опромінюванням.
8. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, за яким інтенсивність світла вимірюють після впливу на маркування опромінюванням.
9. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, за яким значення інтенсивності світла інтегрують протягом часових інтервалів (T1-T8).
10. Спосіб маркування та автентифікації захищених документів або виробів, заснований на використанні щонайменше однієї люмінесцентної сполуки, причому вказана люмінесцентна сполука збуджується джерелом світла збудження і характеризується зростанням у часі інтенсивності люмінесцентної емісії після увімкнення джерела світла збудження та згасанням у часі інтенсивності люмінесцентної емісії після вимкнення джерела світла збудження, який відрізняється тим, що
- вказана люмінесцентна сполука є частиною захищеного документа або виробу,
- вказане джерело світла збудження вмикають протягом першого часового інтервалу (T1) і вимикають протягом другого часового інтервалу (T2), при цьому
- вимірюють щонайменше два значення інтенсивності люмінесценції для щонайменше однієї довжини хвилі протягом щонайменше двох послідовних часових інтервалів (T3, T4), які входять до першого часового інтервалу (T1) або до другого часового інтервалу (T2), або до обох цих часових інтервалів, і

(13) C2
(11) 74821
(19) UA

- щонайменше два з вказаних значень вимірної інтенсивності люмінесценції віднімають одне від одного для одержання результуючих значень інтенсивності люмінесценції, які порівнюють з еталонними значеннями, що використовуються як критерій автентичності.

11. Спосіб за п.10, за яким часові інтервали (Т3, Т4) є рівними і знаходяться в межах першого часового інтервалу (Т1).

12. Спосіб за п.11, за яким часові інтервали (Т3, Т4) дорівнюють половині першого часового інтервалу (Т1).

13. Спосіб за п.12, за яким часові інтервали (Т3, Т4) є рівними і знаходяться в межах другого часового інтервалу (Т2).

14. Спосіб за п.13, за яким часові інтервали (Т3, Т4) дорівнюють половині другого часового інтервалу (Т2).

15. Спосіб за будь-яким з пп.10-14, за яким вказане джерело світла збудження багаторазово вмикають та вимикають, а вказані значення інтенсивності люмінесценції багаторазово вимірюють та віднімають, одержуючи інтегровані значення результуючої інтенсивності, які порівнюють з еталонними значеннями, що використовуються як критерій автентичності.

16. Пристрій для автентифікації захищених документів або виробів, які містять щонайменше одну люмінесцентну сполуку, вказана люмінесцентна сполука збуджується джерелом світла збудження і характеризується зростанням у часі інтенсивності люмінесцентної емісії після увімкнення джерела світла збудження та згасанням у часі інтенсивності люмінесцентної емісії після вимкнення джерела світла збудження, вказаний пристрій містить щонайменше одне джерело світла збудження, щонайменше один фотодетекторний канал та щонайменше один мікропроцесор, який **відрізняється** тим, що

- вказане джерело світла збудження є здатним вмикатися протягом першого часового інтервалу (Т1) та вимикатися протягом другого часового інтервалу (Т2) під керуванням вказаного мікропроцесора,

- вказаний фотодетекторний канал містить щонайменше один фотодетектор, що здатний виробляти аналоговий вихідний сигнал при освітленні джерелом світла, та щонайменше один пристрій вимірювання сигналу, здатний здійснювати під керуванням вказаного мікропроцесора вимірювання та інтегрування неінвертованої (Р1) та інвертованої (Р2) частин вказаного вихідного сигналу фотодетектора протягом часових інтервалів (Т3, Т4), виробляючи щонайменше один результуючий вихідний сигнал, і

- вказаний мікропроцесор є здатним перетворювати у цифрову форму та зберігати щонайменше один результуючий вихідний сигнал.

17. Пристрій за п.16, у якому часові інтервали (Т3, Т4) є рівними і знаходяться в межах першого часового інтервалу (Т1).

18. Пристрій за п.17, у якому часові інтервали (Т3, Т4) дорівнюють половині першого часового інтервалу (Т1).

19. Пристрій за п.18, у якому часові інтервали (Т3, Т4) є рівними і знаходяться в межах другого часового інтервалу (Т2).

20. Пристрій за п.19, у якому часові інтервали (Т3, Т4) дорівнюють половині другого часового інтервалу (Т2).

21. Пристрій за будь-яким з пп.16-20, в якому вказане джерело світла збудження здатне багаторазово вмикатися та вимикатися і в якому вказаний пристрій вимірювання сигналу здатний багаторазово вимірювати та інтегрувати вказаний вихідний сигнал фотодетектора, одержуючи щонайменше один інтегрований результуючий вихідний сигнал.

22. Пристрій за п.16 або 21, у якому вказаний мікропроцесор здатний порівнювати вказаний щонайменше один результуючий вихідний сигнал або вказаний щонайменше один інтегрований результуючий вихідний сигнал з щонайменше одним еталонним значенням, що зберігається у його внутрішній пам'яті, для одержання сигналу автентичності.

23. Пристрій за будь-яким з пп.21, 22, у якому вказаний щонайменше один результуючий вихідний сигнал або вказаний щонайменше один інтегрований результуючий вихідний сигнал передається лінією зв'язку на віддалений сервер для порівняння з щонайменше одним еталонним значенням, що зберігається у його пам'яті, для одержання та повернення назад сигналу автентичності.

24. Система захисту, що містить кілька люмінесцентних маркувань, які характеризуються емісією із затримкою у часі і переважно різними довжинами хвиль емісії, для включення у різних співвідношеннях до друкарських фарб або пластикових матеріалів для виробництва захищених документів або виробів, та пристрій за будь-яким з пп.16-23, який переважно має відповідну кількість детекторних каналів для визначення автентичності вказаних захищених документів або виробів.

25. Пристрій для автентифікації, який містить пристрій для емісії світла опромінювання на маркування, пристрій для вимірювання інтенсивності світла протягом щонайменше двох часових інтервалів, пристрій для віднімання значень інтенсивності світла та створення вихідних сигналів для здійснення способу за будь-яким з пп.1-15.

26. Пристрій за п.25, який містить пристрій для вимірювання інтенсивності світла для двох або більше частотних діапазонів світла.

27. Система захисту, що містить пристрій для автентифікації за п.25 або 26 та сполуку для створення захисного маркування, яка містить люмінесцентний матеріал, придатний для виявлення вказаним пристроєм для автентифікації.

Даний винахід належить до області захищених документів та виробів. Він стосується способу визначення автентичності таких документів та виробів. Зокрема, він стосується захищених документів чи виробів, які мають люмінесцентну мітку, та пристрою для кількісного вимірювання інтенсивності люмінесцентної емісії та характеристик вказаної люмінесцентної мітки.

Люмінесцентні сполуки є добре відомими захисними елементами для захисту банкнот, цінних паперів та інших захищених виробів. Такі сполуки можуть бути введені до субстрату захищеного виробу, нанесені друком на захищені вироби за допомогою друкарської фарби, або прикріплені до захищених виробів у формі захисної нитки, фольги чи ярлика, що є їхніми носіями.

Детектування люмінесцентних захисних елементів добре відоме фахівцям і описане у великій кількості [патентів. US 5918960] описує апарат для детектування фальшивих банкнот, оснований на УФ-лампі для збудження люмінесценції та двох фотоелементах для вимірювання інтенсивності люмінесценції порівняно з інтенсивністю фонових випромінювання. Особлива проблема у детектуванні люмінесценції полягає у розрізненні слабого люмінесцентного сигналу від часто набагато сильніших фонових сигналів, створюваних навколишнім світлом. Було запропоноване використання модульованого збудження та синхронного детектування як можливий шлях подолання цих складнощів.

[US 5608225] описує удосконалений апарат для детектування флуоресценції та спосіб з використанням модульованого джерела збудження, фотоелемента та фазового детектора для пригнічення фонових сигналів. [US 4275299, US 5548 Ю6, US 5418855 та US 5574790] описують інше детекторне обладнання на основі модульованого збудження. [US 3656835] описує спільне використання постійного джерела УФ-збудження та модульованого магнітного поля для продукування та детектування модульованого випромінювання магнітних триплетних станів люмінесцентної речовини. [US 5315993 та US 5331140] пропонують контроль затухання люмінесценції з використанням мультиплексування більш ніж однієї частоти модуляції джерела збудження, наприклад, для зчитування невидимих флуоресцентних штрих-кодів. [US 5548124 та US 5757013] пропонують вимірювання часів затухання люмінесценції шляхом генерування модуляційної складової сигналу збудження та одержаного від люмінесцентного сигналу-відповіді.

Системи детектування люмінесценції з використанням модуляції за відомим рівнем техніки є цілком стійкими до дії навколишнього світла, частота модуляції та фаза якого відрізняються від характеристик власного джерела світла детектора. З іншого боку, вони дуже чутливі до своєї власної частоти модуляції. Варто уваги, що частина модульованого світла збудження зворотно розсіюється на поверхні зразка і крізь систему оптичного фільтра потрапляє до фотоелемента детектора. Слід відзначити, що жодна система оптичного фільтра не забезпечує 100% відкидання компонент світла

поза межами потрібного діапазону. Таким чином, це залишкове світло збудження, що має таку саме частоту, як і люмінесцентний сигнал-відповідь, додається до інтенсивності сигналу, що детектується. У випадку слабого люмінесцентного сигналу вказаний фоновий сигнал перешкоджає належному визначенню інтенсивності люмінесцентного сигналу.

Цей факт викликає тим більше занепокоєння, що фоновий сигнал залежить від відбивної здатності субстрату, яка може змінюватися незалежно від інтенсивності люмінесцентного сигналу. У випадку автентифікації банкнот, відбивна здатність субстрату істотно залежить від зовнішніх факторів, таких як забруднення та знос, що ускладнює перевірку справжності, коли не можна визначити різницю між просто відбитим фоновим сигналом та справжнім сигналом люмінесцентної емісії.

Даний винахід розкриває спосіб та обладнання, які усувають недоліки відомого рівня техніки.

Зокрема, він розкриває спосіб та обладнання, які дозволяють розрізняти відбитий сигнал збудження та сигнал люмінесцентної емісії і визначати селективно інтенсивність люмінесцентної емісії.

Даний винахід дозволяє, крім того, кількісно визначати інтенсивність люмінесценції незалежно від коефіцієнта фонових відбиття.

Далі, він дозволяє обчислювати абсолютну чи відносну інтенсивності люмінесценції та використовувати їх з метою кодування та ідентифікації.

Даний винахід розкриває спосіб, який дозволяє визначати інтенсивність люмінесценції без внесків навколишнього світла та зворотно-відбитого випромінювання збудження. Він оснований на використанні щонайменше однієї люмінесцентної сполуки, яка характеризується емісією із затримкою у часі, тобто, виявляє час-залежне зростання люмінесцентної емісії після увімкнення джерела світла збудження і продовжує випромінювати згасаючий люмінесцентний сигнал після вимкнення джерела світла збудження. Типова вихідна емісія такого люмінесцентного матеріалу у вигляді функції часу зображена на Фіг.1: а) показує залежність інтенсивності від часу для імпульсного збудженого випромінювання довжини хвилі λ_1 ; б) показує залежність інтенсивності від часу для вихідного сигналу люмінесцентного матеріалу, що детектується. Вказаний вихідний сигнал включає щонайменше три компоненти: (1) зворотно-розсіяне випромінювання довжини хвилі λ_1 , що проникає крізь систему оптичного фільтра, (2) люмінесцентне випромінювання довжини хвилі λ_2 , що емітується під час збудження, і (3) люмінесцентне випромінювання довжини хвилі λ_1 , що емітується після збудження.

Наявність зворотно-розсіяного випромінювання (1) на детекторі ускладнює одержання точних абсолютних результатів вимірів реальної інтенсивності випромінюваної люмінесценції, такої як представлена її "частиною зростання" (2) та "частиною згасання" (3). Це особливо помітно у випадку слабкої люмінесценції та високої інтенсивності збудження, наприклад, у випадку, коли необхідно детектувати підвищувальний люмінофор.

Спосіб за даним винаходом, який вирішує цю

проблему, пояснюється на прикладі Фіг.2. Джерело світла збудження періодично вмикається та вимикається, як показано на Фіг.1. Із загальної інтенсивності люмінесценції можна одержати виміряні значення обох - "зростаючої" та "згасаючої" - частин, використовуючи такий спосіб:

Інтервал "зростання" (A) між увімкненням та вимкненням джерела світла збудження може бути розділений щонайменше на два часові інтервали, які краще є рівними. Сигнал детектора протягом зазначених часових інтервалів інтегрують з метою одержання значень для кожного інтервалу. Потім обчислюють різницю між першим та другим сигналом. Завдяки тому, що часові інтервали є рівними, внесок витоку зворотно-розсіяного випромінювання збудження віднімається разом з іншим присутнім фоновим випромінюванням (нарколишнім світлом). Залишкова інтенсивність сигналу спричинена виключно люмінесцентною емісією.

У прикладі, зображеному на Фіг.2а, "інтервал зростання" (A) може, наприклад, бути цілком розділений на два рівні часові інтервали (t_1 , t_2). Інтегральна інтенсивність сигналу за часовий інтервал t_1 віднімається від інтегральної інтенсивності сигналу за часовий інтервал t_2 . Внески зворотно-розсіяного фоновго випромінювання та інші світлові впливи, що спричиняють похибку, колективно позначені як внески зворотного розсіяння 1. В результаті віднімання значень інтенсивності одержують результуючу величину сигналу, яка відповідає виключно інтенсивності люмінесценції.

За іншим варіантом, "інтервал зростання" (A) може бути частково розділений на два рівні часові інтервали (t_5 , t_6), причому зазначені інтервали є коротшими, ніж попередні інтервали (t_1 , t_2), і розташовані ближче до початку та ближче до кінця "інтервалу зростання" (A). Інтегральна інтенсивність сигналу за часовий інтервал t_5 віднімається від інтегральної інтенсивності сигналу за часовий інтервал t_6 . Внески зворотно-розсіяного (1) та фоновго випромінювання усуваються, лишаючи результуюче значення сигналу, яке відповідає лише інтенсивності люмінесценції. Це альтернативне рішення є особливо придатним, якщо кілька люмінесцентних матеріалів, що мають дуже різні константи характеристичного часу "зростання", повинні бути проаналізовані з використанням одного й того самого детекторного обладнання.

Аналогічно, інтервал "згасання" (D) після вимкнення джерела світла збудження може бути розділений щонайменше на два, краще, рівні часові інтервали. Сигнал детектора інтегрують протягом зазначених часових інтервалів і формують щонайменше один сигнал різниці між останнім та першим рівними часовими інтервалами. Внаслідок того, що часові інтервали є рівними, фонове випромінювання, яке було б присутнім в іншому випадку (нарколишне світло), видаляється. Сигнал, що залишився, спричинений виключно наявністю люмінесцентної емісії.

На прикладі, зображеному на Фіг.2а, "інтервал згасання" (D) може бути цілком розділений на два рівні часові інтервали (t_3 , t_4). Інтегральна інтенсивність сигналу за часовий інтервал t_3 віднімається від інтегральної інтенсивності сигналу за часовий інтервал t_4 . Внески фоновго випромінювання

усуваються, лишаючи результуюче значення сигналу, що відповідає виключно інтенсивності люмінесценції.

За іншим варіантом, "інтервал згасання" (D) може бути частково розділений на два рівні часові інтервали (t_7 , t_8), причому вказані часові інтервали є коротшими за попередні часові інтервали (t_3 , t_4) і розташовані ближче до початку та ближче до кінця "інтервалу згасання" (D). Інтегральна інтенсивність сигналу за часовий інтервал t_7 віднімається від інтегральної інтенсивності сигналу за часовий інтервал t_8 . Внески фоновго випромінювання усуваються, лишаючи результуюче значення сигналу, яке відповідає виключно інтенсивності люмінесценції. Це альтернативне рішення є особливо придатним, якщо за допомогою одного й того самого обладнання повинні бути проаналізовані кілька люмінесцентних матеріалів, що мають дуже різні характеристичні константи часу "згасання".

Спосіб за даним винаходом оснований, таким чином, на використанні люмінесцентних матеріалів, які характеризуються емісією із затримкою у часі і які дозволяють забезпечити шляхом відповідного розділу інтервалів спостереження сигналів "зростання" та "згасання" та формування відповідних значень різниці інтегральних сигналів внутрішню компенсацію як фоновго нарколишнього випромінювання, так і власного зворотно-розсіяного випромінювання збудження детектора. Це дозволяє здійснювати кількісну оцінку навіть слабких інтенсивностей люмінесценції.

На основі наведеного вище опису фахівці в цій галузі можуть легко розробити та застосувати інші варіанти розкритого способу, зокрема такі, що основані на використанні більш ніж двох часових інтервалів для віднімання характеристик люмінесценції, та такі, що основані на використанні часових інтервалів спостереження неоднакового розміру.

Даний винахід розкриває також детекторне обладнання, придатне для визначення інтенсивності люмінесценції та інших характеристик люмінесценції без внесків нарколишнього світла та зворотно-розсіяного випромінювання збудження. Вказане обладнання основане на застосуванні способу за винаходом у поєднанні з щонайменше однією люмінесцентною сполукою, яка характеризується емісією із затримкою у часі.

Фіг.2b пояснює детальніше, як два значення для двох часових інтервалів, наприклад, t_5 та t_6 , можуть бути відняті одне з одного: На протязі t_5 та t_6 вимірюють значення інтенсивності $1a$ та $1b$, спричинені зворотним розсіянням та іншими похибками. Оскільки часи t_5 та t_6 є рівними, значення $1a$ та $1b$ є рівними.

Загальна величина інтенсивності протягом t_5 включає значення $1a$ та $2a$. Загальна величина протягом t_6 включає $1b$ та $2b$. Однак, оскільки величина інтенсивності $2a$, викликана емісією люмінесцентного матеріалу, є досить низькою на початковій фазі світіння, а значення $2b$ наприкінці циклу емісії є досить високим, то результуюча величина віднімання ($2b-1b$) мінус ($1a+2a$) є дуже близькою до значення $2b$. Узавши маленьку вибірку t_5 на початку циклу опромінювання та іншу вибірку t_6 наприкінці циклу опромінювання, можна одержати

результуючі сигнали, що відповідають високому ступеню інтенсивності емісії люмінесцентних матеріалів. Звичайно, можна збільшити довжину одного з періодів вибірки. Якщо, наприклад, t_6 буде удвічі довшим за t_5 , то точні значення будуть одержані шляхом ділення значення інтенсивності, виміряного протягом t_6 , на коефіцієнт 2 для компенсації більшої тривалості періоду часу.

Фіг.3 наводить схематичне зображення функціональних блоків вказаного детекторного обладнання, що реалізує вказаний спосіб за винаходом. Вказане детекторне обладнання включає як джерело світла щонайменше один лазерний діод чи світлодіод (LD/LED) для збудження люмінесцентного маркування (M) на досліджуваному зразку (S). Вказане детекторне обладнання включає далі щонайменше один мікропроцесор (μP) з пам'яттю (Mem) та щонайменше один аналого-цифровий перетворювач (A/D) і щонайменше один детекторний канал. Вказаний детекторний канал включає фотодіод (PD), за яким йдуть керований струмом підсилювач напруги (T), електронний фільтр верхніх частот (HP), електронний фільтр нижніх частот (LP) та перший підсилювач сигналу (A1). Вихід підсилювача сигналу A1 надходить до перемикального пристрою, який включає позитивну гілку, що складається з неінвертувального підсилювача з коефіцієнтом підсилення, що дорівнює одиниці (+1), та перемикального пристрою (S+), і негативну гілку, що складається з інвертувального підсилювача з коефіцієнтом підсилення, що дорівнює одиниці (-1), та перемикального пристрою (S-). Об'єднаний сигнал обох перемикальних пристроїв (S+,S-) надходить до інтегратора (I), за яким розташований другий підсилювач сигналу (A2). Вихід підсилювача A2, зрештою, подається до A/D-перетворювача мікропроцесора (μP).

Детекторний елемент включає щонайменше один, краще, два чи більше детекторних каналів, для забезпечення можливості відносного порівняння інтенсивностей люмінесцентного сигналу, викликаного навмисно створеною сумішшю різних люмінесцентних матеріалів у маркуванні. Додаткові оптичні чи електронні елементи можуть бути присутніми у детекторному обладнанні чи у його окремих детекторних каналах, такі як фокусуючі чи світлозбиральні лінзи, оптичні фільтри, електронні фільтри і т.д. Деякі функціональні блоки, вказані на Фіг.3, можуть бути також об'єднані в єдиний електронний блок.

Вказане джерело світла збудження (LD/LED) та вказані перемикальні пристрої (S+,S-) контролюються вказаним мікропроцесором (μP) і забезпечують можливість здійснення детекторним пристроєм довільних та застосування-специфічних циклів вимірів шляхом відповідного програмування вказаного мікропроцесора.

Мікропроцесор (μP) є, зокрема, запрограмований на виконання таких операцій:

1. багаторазове увімкнення та вимкнення джерела світла збудження (LD/LED) на визначені інтервали часу,
2. увімкнення та вимкнення позитивного та негативного перемикальних пристроїв (S+,S-) згідно з попередньо визначеною схемою вимірювань,
3. зчитування значень детектованого сигналу в

цифровій формі щонайменше з деяких наявних каналів за допомогою A/D-перетворювача μP ,

4. здійснення математичної обробки та абсолютних чи відносних порівнянь з еталонними значеннями для величин сигналу, зчитаних на стадії 3,

5. видача результатів стадії 4 у формі індикації автентичності чи неавтентичності досліджуваного зразка.

Далі, вказане детекторне обладнання може використовуватись як окремий пристрій, що працює в автономному режимі з використанням попередньо занесених у пам'ять еталонних значень для визначення автентичності досліджуваного зразка або, за іншим варіантом, при підключенні до центрального захищеного сервера даних через лінію передачі інформації. Вказаний центральний сервер містить еталонні значення, потрібні для визначення автентичності, і може виконувати деякі операції мікропроцесора (μP), зокрема, ті, що вказані на стадіях 4 та 5 вище.

Даний винахід розкриває також систему забезпечення захисту, яка включає суміші люмінесцентних сполук, придатних для ідентифікації з використанням вказаного детекторного обладнання та способу. Вказані суміші люмінесцентних сполук можуть бути введені до друкарських фарб і нанесені друком на захищені документи чи вироби, або можуть бути запресовані до пластику чи ламіновані між листами матеріалів, наприклад, у виробництві фольгових матеріалів, захисних ниток, кредитних, ідентифікаційних чи пропускних карток і т.п. Вказана система забезпечення захисту може бути використана, зокрема, для захисту баннот, цінних документів, офіційних документів, карток, транспортних квитків, а також усіляких товарів, на які ставиться фабричне клеймо.

Слід відзначити, що спосіб та обладнання за даним винаходом дають змогу істотно знизити вимоги до оптичного фільтрування. Якщо детектування люмінесцентного сигналу здійснюється під час інтервалів "згасання", коли сигнал збудження відсутній, то не треба спеціально захищати фотодіод від дії світла збудження. Простий 45° розщеплювач променя типу фільтра з вузькосмуговим відбиттям (rugate-filter) може виявитись достатнім для ізоляції довжини хвилі випромінюваної люмінесценції. Таким фільтрам надається перевага, оскільки вони можуть масово вироблятися методом голографії за Ліпманом (Lippmann) та спорідненими способами.

В окремих випадках, можна навіть передбачити роботу без будь-якої оптичної фільтрації, з використанням виключно дискримінації за довжиною хвилі, яка вже реалізується шляхом добору відповідного джерела збудження та відповідного фотодіоду у поєднанні з аналізом характеристик згасання люмінесценції з використанням способу та пристрою за винаходом. В цьому контексті цікаво відзначити, що більшість світлодіодів можуть також експлуатуватись як селективні за довжиною хвилі, хоч і дещо менш ефективно, фотодіоди. Це особливо корисно при роботі з підвищувальними люмінофорами для зниження чутливості фотодетектора до інтенсивного світла джерела збудження з більшою довжиною хвилі. Оскільки на ринку є

досить світлодіодів різного "кольору", які охоплюють весь спектральний діапазон від ближнього УФ через видиме світло до ІЧ, ті, кому це потрібно, мають на вибір так саме багато спектрально селективних потенційних фотодіодів.

Показовий варіант втілення

Винахід далі ілюстрований кресленнями та показовим варіантом втілення.

Фіг.1 зображує типову часову еволюцію сигналу збудження та детектованого люмінесцентного сигналу люмінесцентної сполуки, що використовується за даним винаходом: а) часову залежність інтенсивності сигналу збудження з довжиною хвилі λ_1 ; б) часову залежність інтенсивності детектованого вихідного сигналу. Детектований вихідний сигнал включає: (1) зворотно-розсіяне випромінювання довжини хвилі λ_1 , що проникає крізь систему оптичного фільтра, (2) люмінесцентне випромінювання довжини хвилі λ_2 , що емітується під час збудження, і (3) люмінесцентне випромінювання довжини хвилі λ_2 , що емітується після збудження.

Фіг.2 ілюструє принцип способу детектування за даним винаходом.

Фіг.3 зображує принципову блок-схему детекторного обладнання за винаходом, яке втілює спосіб за винаходом.

Фіг.4 зображує схематичні схеми компонування оптичної частини показового варіанта втілення винаходу, які включають ІЧ-світлодіод (IR-LED) збудження та два детекторні канали: а) варіант з використанням оптичної системи без візуалізації; б) варіант з використанням оптичної системи з візуалізацією.

Фіг.5 зображує принципову схему електронного втілення одного детекторного каналу за даним винаходом.

Фіг.6 зображує приклад часової діаграми для сигналу збудження (Е) та контрольних сигналів (Р1, Р2) перемикальних пристроїв.

Система забезпечення захисту та відповідний детекторний пристрій, що втілюють спосіб за винаходом, були реалізовані таким чином. Люмінесцентні сполуки були обрані поміж підвищувальних $Y_2O_2S: Er, Yb$ та $Y_2O_2S: Tm, Yb$ -люмінофорів. Такі матеріали збуджуються інтенсивним інфрачервоним випромінюванням в діапазоні довжин хвиль 900-980нм. Шляхом двофотонного збудження вони емітують люмінесцентне випромінювання на коротших довжинах хвиль - у зеленій області 550нм для матеріалу, легovanого ербієм, та у ближній інфрачервоній області 800нм для матеріалу, легovanого тулієм. Характеристичні константи часу відповідного зростання та згасання інтенсивності люмінесцентної емісії мають порядок від 50 до 500мкс, вони залежать, зокрема, від природи люмінесцентних матеріалів.

Детекторний пристрій був сконструйований згідно з Фіг.3, Фіг.4 та Фіг.5. Як джерело збудження був узятий комерційно доступний ІЧ-світлодіод типу GaAlAs, що звичайно використовується у системах дистанційного керування. Обраний пристрій - OPE5594S - емітує оптичне випромінювання з потужністю 120 мВт/стерадіан при половинному куті $\pm 10^\circ$. Пікова емісія спостерігалася на довжині хвилі 940нм при спектральній напівширині 45нм.

Фіг.4а зображує принципову схему оптичної

системи детекторного пристрою. Світло вказаного ІЧ-світлодіода надходить через 45° діелектричний розщеплювач променя (BS1) до конічної насадки (N) з поліметилметакрилату (ПММА) і концентрується на люмінесцентному маркуванні (M) досліджуваного зразка (S). Вказана конічна насадка (N), зокрема, діє як невізуалізуючий оптичний концентратор (перетворювач кута сприйняття), який приймає з широкого кінця світло низької інтенсивності з майже паралельними променями і випускає з вузького кінця пучок світла високої інтенсивності, але сильно розбіжний. У протилежному напрямку, він збирає на кінчику концентровану пляму люмінесценції з великою розбіжністю і випускає з широкого кінця у вигляді неінтенсивного пучка майже паралельних променів. Розщеплювач променя BS1 належить до типу пристроїв з великою смугою пропускання і має 45° порогову довжину хвилі при 900нм.

Маркування (M) містить вказані два підвищувальні люмінофори у попередньо визначеному співвідношенні і при збудженні світлом високої інтенсивності 900-980нм вказаного випромінюючого ІЧ-світлодіода емітує вказане люмінесцентне випромінювання з двома більш короткими довжинами хвиль 550нм та 800нм.

Вказане емітоване випромінювання збирається конічною насадкою (N) з широким кутом сприйняття, "паралелізується" і відхиляється першим 45° розщеплювачем променя BS1. Другий 45° діелектричний розщеплювач променя (BS2), що належить до типу пристроїв з великою смугою пропускання і має 45° порогову довжину хвилі при 700нм, розділяє 550нм та 800нм компоненти емітованого люмінесцентного сигналу. Компонент 800нм надходить через необов'язковий 800нм смуговий фільтр (F1) до кремнієвого фото діода (PD1); компонент 550нм через необов'язковий смуговий фільтр 500нм (F2) подається до GaAsP-фотодіода (PD2).

Альтернативний варіант схеми оптичної системи зображений на Фіг.4b. По суті паралельний пучок світла від вузькокутового емітуючого ІЧ-світлодіода проходить через два дихроїчні 45° розщеплювачі променя (BS1, BS2) і концентрується фокусувальною лінзою (L) на люмінесцентному маркуванні (M) досліджуваного зразка (S). Таким чином, маркування M розташоване у фокальній площині лінзи L. Люмінесценція, що емітується маркуванням M у відповідь на збудження світлом 900-980нм, збирається лінзою L і повертається у вигляді світлового пучка з паралельними променями на перший 45° розщеплювач променя (BS1). Цей розщеплювач променя належить до пристроїв типу 45° фільтра з вузькою смугою відбиття (rugate) і віддзеркалює першу вузькохвильову смугу близько 800нм на перший фотодіод (PD1). Решта світлового пучка потрапляє на другий 45° розщеплювач променя (BS2). Цей розщеплювач променя також належить до пристроїв типу 45° фільтра з вузькою смугою відбиття (rugate) і віддзеркалює другу вузькохвильову смугу близько 550нм на другий фотодіод (PD2). Оптичні фільтри (F1, F2) для зниження інтенсивності зворотно-відбитого ІЧ-світла джерела збудження можуть бути необов'язково встановлені перед фото діо-

дами (PD1, PD2).

Фіг.5 зображує варіант втілення електронної частини одного детекторного каналу детекторного пристрою. Він оснований на мікропроцесорі типу PIC 16F877. Мікропроцесор є спільним для усіх детекторних каналів детекторного пристрою. Електроніка детектора складається з недорогих електронних компонентів; так, малoshумливі операційні підсилювачі можуть бути типу NE 5532 (2 модуля у корпусі), а перемикальні пристрої можуть бути типу 4066 (4 модуля у корпусі).

Фотодіод, який може бути кремнієвим, GaAsP, чи будь-якого іншого типу, функціонує у фотогоальванічному режимі, а його вихідний сигнал надходить до каскаду двотактового керованого струмом підсилювача напруги (IC1:A). Після вказаного каскаду керованого струмом підсилювача напруги йде другий каскад підсилювача напруги (IC1:B), вихідний сигнал якого через з'єднаний зв'язок надходить до позитивного та негативного перемикальних пристроїв (IC3:A, IC3:B). Для позитивного пристрою (IC3:A) використовується безпосередньо вихідний сигнал IC1:B; для негативного пристрою (IC3:B) вихідний сигнал IC1:B спочатку пропускається через каскад аналогового інвертора (IC2:B). Об'єднаний вихідний сигнал перемикальних пристроїв (IC3:A, IC3:B) надходить до каскаду інтегратора (IC2:A), і інтегрований сигнал надходить до аналого-цифрового перетворювача (A/D) процесора PIC. Сигнали керування (P1, P2) перемикальними пристроями (IC3:A, IC3:B) генеруються процесором

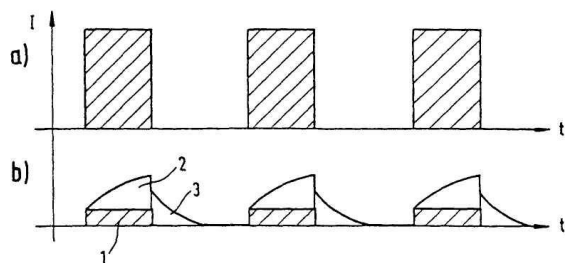
PIC.

На основі наведеного вище опису фахівцю в цій області легко передбачити інші варіанти втілення детекторного пристрою, які, зокрема, можуть мати більш ніж одне джерело світла збудження, або більш ніж два детекторні канали.

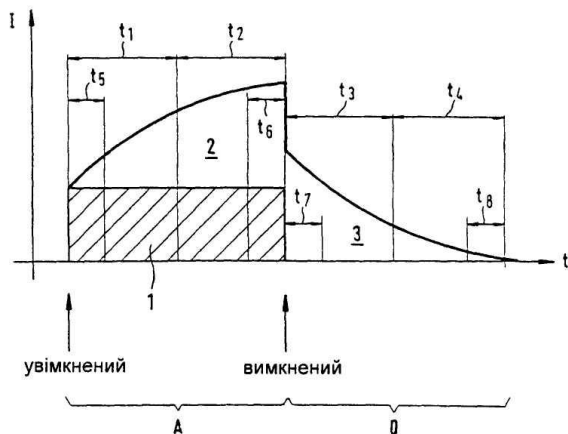
Робоча частота пристрою нашого показового варіанту втілення була обрана такою, що дорівнює 1кГц, при однаковій довжині часових інтервалів збудження та згасання. Однак, це не є необхідною умовою; так само можна обрати інше співвідношення збудження/згасання.

Фіг.6 ілюструє приклад корисних часових діаграм для сигналу збудження (E) та сигналів керування (P1, P2) перемикальних пристроїв. Фіг.6a зображує прямокутний сигнал збудження (E) та люмінесцентний сигнал у відповідь (R). Фіг.6b зображує приклад дискретизації "зростаючої" частини люмінесцентного сигналу у відповідь (R) за допомогою сигналів керування перемикальними пристроями (P1, P2). Фіг.6c зображує приклад дискретизації "згасаючої" частини люмінесцентного відповідного сигналу (R). Фіг.6d зображує альтернативний приклад дискретизації "зростаючої" частини люмінесцентного відповідного сигналу (R).

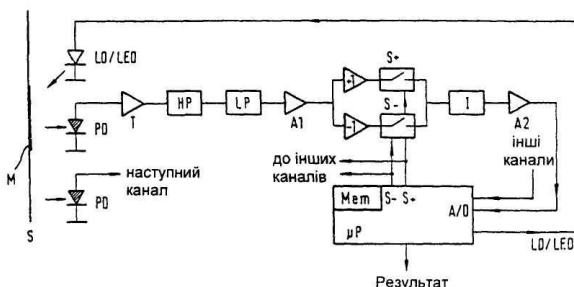
Спосіб та пристрій за винаходом дозволяють, зокрема, завдяки комбінації придатних різних схем дискретизації відбирати інформацію як про інтенсивність люмінесценції, так і про характеристичні константи часу "зростаючої" та "згасаючої" частин люмінесцентного відповідного сигналу (R).



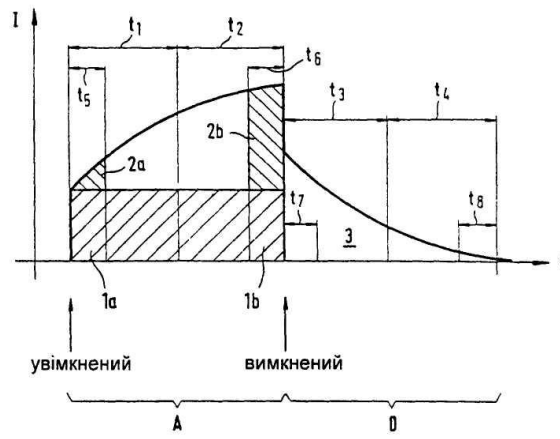
Фіг. 1



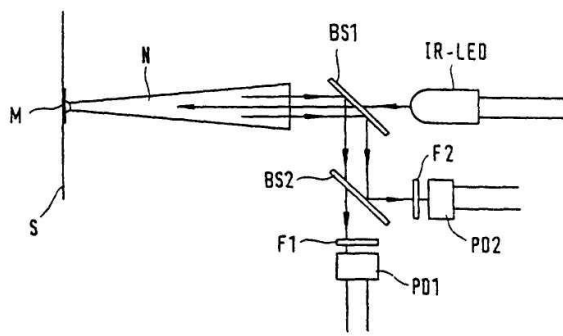
Фіг. 2 а



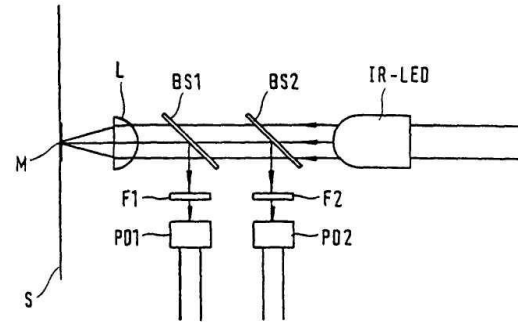
Фіг. 3



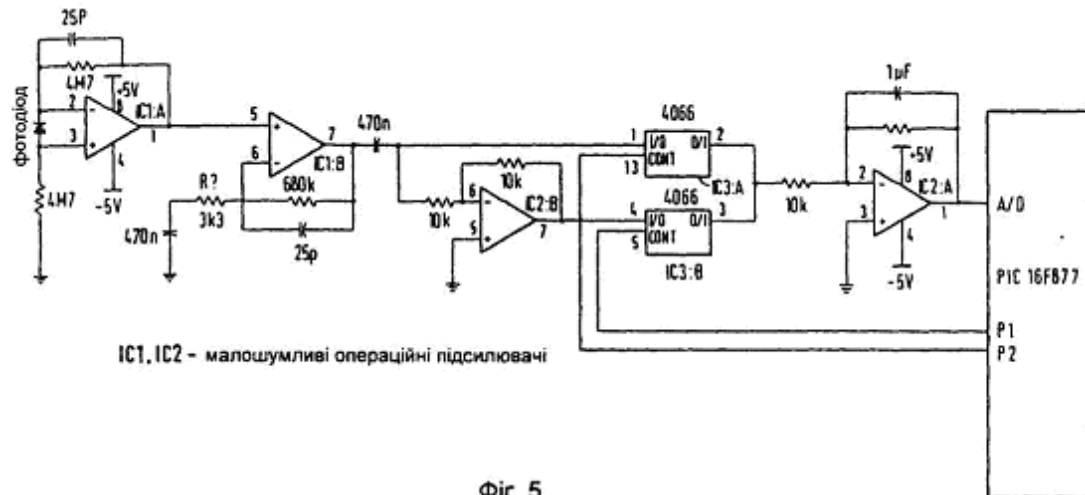
Фіг. 2b



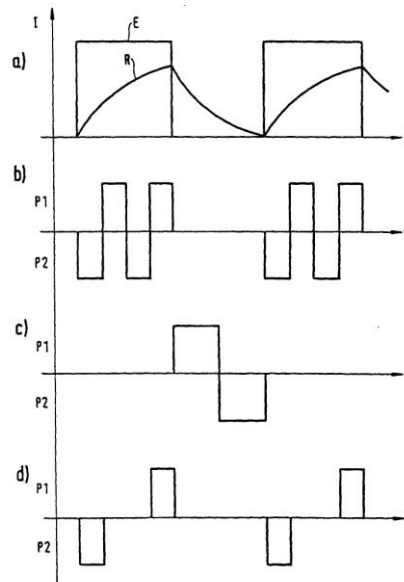
Фіг. 4a



Фіг. 4b



Фіг. 5



Фіг. 6