

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 597 760**

51 Int. Cl.:

B42D 25/29	(2014.01)
B42D 25/30	(2014.01)
G07D 7/00	(2006.01)
G07D 7/12	(2006.01)
B41M 3/14	(2006.01)
G01N 21/64	(2006.01)
D21H 21/48	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.06.2013 PCT/EP2013/001905**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **09.01.2014 WO14005686**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2013 E 13736761 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2869997**

54 Título: **Documento de valor, procedimiento para comprobar la presencia del mismo y sistema de documentos de valor**

30 Prioridad:

03.07.2012 DE 102012013244

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.01.2017

73 Titular/es:

**GIESECKE & DEVRIENT GMBH (100.0%)
Prinzregentenstrasse 159
81677 München, DE**

72 Inventor/es:

**KECHT, JOHANN;
RAUSCHER, WOLFGANG y
STEINLEIN, STEPHAN**

74 Agente/Representante:

ARPE FERNÁNDEZ, Manuel

ES 2 597 760 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Documento de valor, procedimiento para comprobar la presencia del mismo y sistema de documentos de valor

- 5 [0001] La invención se refiere a un documento de valor, tal como un billete de banco, a un procedimiento para comprobar la presencia del mismo y a un sistema de documentos de valor.
- [0002] El aseguramiento de la autenticidad de documentos de valor mediante sustancias luminiscentes se conoce ya desde hace tiempo. Preferentemente se emplean rejillas huésped dopadas con metales de tierras raras, pudiendo variarse los intervalos de absorción y emisión dentro de amplios márgenes mediante una armonización adecuada del metal de tierra rara y la rejilla huésped. También es en sí conocida la utilización de materiales magnéticos y con conductividad eléctrica para el aseguramiento de la autenticidad. El magnetismo, la conductividad eléctrica y la emisión de luminiscencia pueden detectarse por máquina mediante aparatos de medición disponibles en el mercado y, si la emisión se realiza en la zona visible con la suficiente intensidad, la luminiscencia también puede detectarse visualmente.
- 10 [0003] La problemática de la falsificación de las características de autenticidad de los documentos de valor tiene prácticamente la misma antigüedad que el aseguramiento de la autenticidad de los documentos de valor. La seguridad contra la falsificación puede aumentarse por ejemplo utilizando no sólo una sustancia distintiva, sino varias sustancias distintivas en combinación, por ejemplo una sustancia luminiscente y una sustancia magnética, o una sustancia luminiscente y una sustancia que influya en las propiedades de luminiscencia. El documento DE 102005047609 A1 describe sustancias distintivas para el aseguramiento de la autenticidad de documentos de valor, que contienen una sustancia luminiscente y al menos una sustancia adicional, que también puede ser una sustancia luminiscente, pero que preferentemente es magnética o tiene conductividad eléctrica. La sustancia luminiscente se halla en forma de partículas y se rodea de una envoltura formada por nanopartículas. Las propiedades de la sustancia distintiva resultan de la acción conjunta de las propiedades de emisión de luminiscencia de la sustancia luminiscente y las propiedades de las nanopartículas.
- 15 [0004] Partiendo de este estado de la técnica, la presente invención tiene el objetivo de poner a disposición un documento de valor mejorado en relación con la seguridad contra la falsificación y un procedimiento para comprobar la presencia del mismo.
- 20 Resumen de la invención
- [0005] Un primer aspecto de la invención se refiere a un documento de valor con las características de la reivindicación 1.
- [0006] Se prefiere que las intensidades de luminiscencia a las que se recurre para la evaluación sean respectivos valores de medición corregidos convertidos mediante un algoritmo.
- 25 [0007] Además, se prefiere que los aglomerados se elijan del grupo consistente en partículas de núcleo/envoltura, aglomerados pigmentarios, aglomerados pigmentarios encapsulados y pigmentos envueltos con nanopigmentos.
- [0008] Además se prefiere que los aglomerados de partículas presenten un tamaño de grano D99 entre 1 micrómetro y 30 micrómetros, con mayor preferencia entre 5 micrómetros y 20 micrómetros, con aun mayor preferencia entre 10 micrómetros y 20 micrómetros y con especial preferencia entre 15 micrómetros y 20 micrómetros.
- 30 [0009] Adicionalmente o como alternativa a los valores arriba descritos del tamaño de grano D99, se prefiere también que los aglomerados de partículas presenten un tamaño de grano D50 entre 1 micrómetro y 30 micrómetros, con mayor preferencia entre 5 micrómetros y 20 micrómetros y con especial preferencia entre 7,5 micrómetros y 20 micrómetros.
- [0010] D99 y D50 significan aquí que el 99% o el 50% respectivamente de las partículas de una distribución granulométrica presentan tamaños de grano, menores o iguales que este valor.
- [0011] Un segundo aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para comprobar la presencia de un documento de valor según la reivindicación 6.
- 35 [0012] Un tercer aspecto de la invención se refiere a un sistema de documentos de valor con las características de la reivindicación 12.
- [0013] Como sistema de documentos de valor puede elegirse, por ejemplo, uno que presente varios tipos de billetes de banco de diferente valor nominal.
- [0014] Según una variante preferida, el sistema de documentos de valor puede estar configurado de manera que los segundos documentos de valor no presenten correlación estadística alguna.
- 40 [0015] Según otra variante preferida, el sistema de documentos de valor comprende primeros documentos de valor, segundos documentos de valor, terceros documentos de valor y cuartos documentos de valor, de los cuales los terceros documentos de valor y los cuartos documentos de valor solamente son opcionales, es decir:
- a) primeros documentos de valor que presentan respectivamente una mezcla luminiscente compuesta de aglomerados de partículas luminiscentes (A+B) y partículas luminiscentes C,
- 45 conteniendo los aglomerados de partículas (A+B) respectivamente dos fases homogéneas sólidas luminiscentes A y B diferentes, que emiten con una primera o una segunda longitud de onda de emisión respectivamente, y consistiendo las partículas luminiscentes C respectivamente en una fase homogénea sólida C que emite con una tercera longitud de onda de emisión, y
- 50 existiendo una correlación estadística solamente entre las primeras intensidades de luminiscencia y las segundas intensidades de luminiscencia en una evaluación de valores de medición obtenibles mediante una medición,
- 55
- 60
- 65

efectuada en distintos lugares y específica de cada lugar, de la primera intensidad de luminiscencia para la primera longitud de onda de emisión, de la segunda intensidad de luminiscencia para la segunda longitud de onda de emisión y de la tercera intensidad de luminiscencia para la tercera longitud de onda de emisión;

- 5 b) segundos documentos de valor que presentan respectivamente una mezcla luminiscente compuesta de aglomerados de partículas luminiscentes (B+C) y partículas luminiscentes A, conteniendo los aglomerados de partículas (B+C) respectivamente las dos fases homogéneas sólidas luminiscentes B y C diferentes, que emiten con la segunda o la tercera longitud de onda de emisión respectivamente, y consistiendo las partículas luminiscentes A respectivamente caso en la fase homogénea sólida A que emite con la primera longitud de onda de emisión, y
- 10 existiendo una correlación estadística solamente entre las segundas intensidades de luminiscencia y las terceras intensidades de luminiscencia en una evaluación de valores de medición obtenibles mediante una medición, efectuada en distintos lugares y específica de cada lugar, de la primera intensidad de luminiscencia para la primera longitud de onda de emisión, de la segunda intensidad de luminiscencia para la segunda longitud de onda de emisión y de la tercera intensidad de luminiscencia para la tercera longitud de onda de emisión;
- 15 opcionalmente c) terceros documentos de valor que presentan respectivamente una mezcla luminiscente compuesta de aglomerados de partículas luminiscentes (A+C) y partículas luminiscentes B, conteniendo los aglomerados de partículas (A+C) respectivamente las dos fases homogéneas sólidas luminiscentes A y C diferentes, que emiten con la primera o la tercera longitud de onda de emisión respectivamente, y consistiendo las partículas luminiscentes B respectivamente en la fase homogénea sólida B que emite con la segunda longitud de onda de emisión, y
- 20 existiendo una correlación estadística solamente entre las primeras intensidades de luminiscencia y las terceras intensidades de luminiscencia en una evaluación de valores de medición obtenibles mediante una medición, efectuada en distintos lugares y específica de cada lugar, de la primera intensidad de luminiscencia para la primera longitud de onda de emisión, de la segunda intensidad de luminiscencia para la segunda longitud de onda de emisión y de la tercera intensidad de luminiscencia para la tercera longitud de onda de emisión; y
- 25 opcionalmente d) cuartos documentos de valor que presentan respectivamente aglomerados de partículas luminiscentes (A+B+C), conteniendo los aglomerados de partículas (A+B+C) respectivamente las tres fases homogéneas sólidas luminiscentes A, B y C diferentes, que emiten con la primera, la segunda o la tercera longitud de onda de emisión respectivamente, y
- 30 existiendo una correlación estadística entre las primeras intensidades de luminiscencia, las segundas intensidades de luminiscencia y las terceras intensidades de luminiscencia en una evaluación de valores de medición obtenibles mediante una medición, efectuada en distintos lugares y específica de cada lugar, de la primera intensidad de luminiscencia para la primera longitud de onda de emisión, de la segunda intensidad de luminiscencia para la segunda longitud de onda de emisión y de la tercera intensidad de luminiscencia para la tercera longitud de onda de emisión.
- 35 emisión.

Descripción detallada de la invención

- 40 [0016] En el marco de la invención, los documentos de valor son objetos tales como billetes de banco, cheques, acciones, timbres, documentos de identidad, pasaportes, tarjetas de crédito, títulos y otros documentos, etiquetas, sellos, y objetos a proteger tales como, por ejemplo, discos compactos (CD), envases o similares. El campo de aplicación preferido son los billetes de banco, en particular a base de un sustrato de papel.
- 45 [0017] Las sustancias luminiscentes se emplean de manera estándar para proteger billetes de banco. En el caso de una característica de autenticidad luminiscente introducida por ejemplo en distintos puntos en el papel de un billete de banco, las señales de luminiscencia de la característica están sujetas en los distintos puntos naturalmente a ciertas fluctuaciones. La presente invención se basa en el conocimiento de que una producción selectiva de aglomerados de partículas mixtos, compuestos de dos sustancias luminiscentes diferentes, tiene como consecuencia el efecto de una correlación estadística de las fluctuaciones de intensidad de las señales de luminiscencia de ambas sustancias. De este modo es posible, mediante una evaluación de la correlación entre señales condicionada por el aglomerado, diferenciar las muestras según la invención de características de autenticidad son correlación. La evaluación de la correlación entre señales condicionada por el aglomerado puede efectuarse, por ejemplo, mediante una unidad aritmética de un sensor. Las características de autenticidad sin correlación son en particular las mezclas de sustancias luminiscentes individuales en forma de polvo y sin tratar.
- 50 [0018] La utilización del efecto arriba indicado aumenta la seguridad contra la falsificación, porque las señales de características sin correlación pueden detectarse como "falsificadas" aunque tengan la misma posición de bandas e intensidad. Además, es posible aumentar el número de codificaciones posibles. Así, a partir de una codificación que contenga las distintas sustancias distintivas luminiscentes A, B y C, es posible, mediante una aglomeración de partículas selectiva de respectivamente dos o tres de las sustancias distintivas luminiscentes, generar
- 60 adicionalmente las cuatro variantes diferenciables (A+B),C / A,(B+C) / (A+C),B / (A+B+C), guardando siempre una correlación entre sí las señales de las sustancias entre paréntesis.
- [0019] Los aglomerados de partículas según la invención presentan al menos dos sustancias luminiscentes diferentes, que pueden excitarse una independientemente de la otra, mediante radiación en la zona infrarroja y/o visible y/o ultravioleta para la emisión de luminiscencia, preferentemente emisión de fosforescencia. La adherencia
- 65 de las dos sustancias luminiscentes presentes en forma de fases homogéneas sólidas debe ser suficientemente

fuerte para que durante el almacenamiento y el procesamiento no se produzca una separación de las dos sustancias luminiscentes, al menos no en una medida que pueda perturbar la producción de características de seguridad.

[0020] Los aglomerados de partículas según la invención pueden tratarse especialmente de partículas de núcleo/envoltura, aglomerados pigmentarios, aglomerados pigmentarios encapsulados o pigmentos envueltos con nanopigmentos. Se prefieren especialmente los aglomerados pigmentarios y los aglomerados pigmentarios encapsulados.

[0021] Las distintas fases homogéneas sólidas luminiscentes que forman los aglomerados de partículas según la invención pueden basarse, por ejemplo, en un cuerpo sólido inorgánico que constituya una matriz y que esté dopado con uno o varios metales de tierras raras o metales de transición.

[0022] Como cuerpos sólidos inorgánicos adecuados para la constitución de una matriz pueden mencionarse, por ejemplo:

óxidos, en particular óxidos trivalentes y tetravalentes, como por ejemplo óxido de titanio, óxido de aluminio, óxido de hierro, óxido de boro, óxido de itrio, óxido de cerio, óxido de circonio, óxido de bismuto, así como óxidos más complejos, como por ejemplo granates, y entre éstos por ejemplo granates de itrio-hierro, granates de itrio-aluminio, granates de gadolinio-galio;

perovskitas, y entre éstas perovskita de itrio-aluminio, perovskita de lantano-galio; espinelas, y entre éstas espinelas de cinc-aluminio, espinelas de magnesio-aluminio, espinelas de manganeso-hierro; u óxidos mixtos como por ejemplo ITO (óxido de indio y estaño);

oxihaluros y oxicalcogenuros, en particular oxiclорuros como por ejemplo oxiclорuro de itrio, oxiclорuro de lantano; así como oxisulfuros como por ejemplo oxisulfuro de itrio, oxisulfuro de galodinio;

sulfuros y otros calcogenuros, por ejemplo sulfuro de cinc, sulfuro de cadmio, seleniuro de cinc, seleniuro de cadmio; sulfatos, especialmente sulfato de bario y sulfato de estroncio;

fosfatos, especialmente fosfato de bario, fosfato de estroncio, fosfato de calcio, fosfato de itrio, fosfato de lantano, así como compuestos basados en fosfato más complejos como por ejemplo apatitas, y entre éstas hidroxilapatita de calcio, fluorapatita de calcio, cloroapatita de calcio; o espodiositas, y entre éstas por ejemplo espodiosita de calcio-flúor, espodiosita de calcio-cloro;

silicatos y aluminosilicatos, en particular zeolitas como por ejemplo zeolita A, zeolita Y; compuestos afines a las zeolitas como por ejemplo sodalitas; feldespatos como por ejemplo feldespatos alcalinos, plagioclasas;

otras clases de compuestos inorgánicos como por ejemplo vanadatos, germanatos, arseniatos, niobatos, tantalatos.

[0023] A continuación se describe detalladamente, en relación con las figuras 1 a 4, el principio en el que se basa la invención:

[0024] En la protección de billetes de banco con características de seguridad a base de pigmentos luminiscentes (como las matrices inorgánicas dopadas con metales de tierras raras o metales de transición arriba mencionadas), frecuentemente basta con introducir una cantidad relativamente pequeña de la característica. Los porcentajes de masa pueden estar en particular en el intervalo del tanto por mil. Sin embargo, cuando se introduce una de tales características en el papel de un billete de banco en una forma muy diluida, la distribución espacial de las partículas de pigmento no es, en condiciones normales, perfectamente homogénea. Con una distribución puramente aleatoria de las partículas de pigmento en la pasta de las hojas existen por naturaleza zonas con concentraciones mayores y menores de partículas. Esto puede manifestarse con fluctuaciones de la intensidad al medir la intensidad de la luminiscencia en distintos puntos del sustrato del billete de banco.

[0025] En el estado actual de la técnica se conoce ya el método de, con el fin de aumentar la seguridad, emplear codificaciones de dos o más sustancias luminiscentes como característica de seguridad. Las fluctuaciones de la intensidad debidas a la distribución aleatoria de las partículas de pigmento dentro de la pasta de las hojas son aquí independientes entre sí. Por lo tanto, no existe ninguna relación entre las fluctuaciones aleatorias de la intensidad, dependientes del lugar de dos sustancias distintivas diferentes. En este contexto ha de tenerse en cuenta que esto no es válido para las faltas de homogeneidad del papel mismo, por ejemplo en caso de espesores de papel localmente diferentes. En este caso, las fluctuaciones de la intensidad de luminiscencia, por ejemplo valores menores en puntos del papel de menor espesor, repercutirían en igual medida en ambas sustancias distintivas. Mediante una elección adecuada de las características de seguridad y la menor concentración posible en el sustrato, frecuentemente pueden despreciarse las fluctuaciones condicionadas por el sustrato en comparación con las fluctuaciones condicionadas por la distribución aleatoria de las partículas (o eliminarlas mediante procedimientos de evaluación adecuados).

[0026] En cambio, en el caso de la combinación de dos sustancias luminiscentes diferentes para formar un aglomerado de partículas (véase la figura 1) la situación es otra. Por ejemplo, un aglomerado de partículas, que con la aglomeración recibiría una mezcla de los pigmentos luminiscentes "A" y "B", reuniría en sí ambos tipos de pigmentos.

[0027] En el caso de introducirse en el papel una pluralidad de los aglomerados de partículas mostrados en la figura 1 y de una distribución aleatoria en la pasta de papel, surgiría, independientemente del sustrato, una relación entre las distribuciones espaciales de los pigmentos luminiscentes "A" y "B" (véase la figura 2).

[0028] En la figura 2 se comparan esquemáticamente las intensidades de luminiscencia de los pigmentos luminosos "A" y "B" en cuatro puntos de un sustrato de papel, simbolizando las superficies con mayor densidad de puntos intensidades de señal altas y las superficies con menor densidad de puntos intensidades de señal menos altas.

Figura 2, izquierda:

[0029] Se emplean en gran cantidad pigmentos "A" y "B" que presentan una respectiva intensidad de luminiscencia baja. Esto lleva a pequeñas fluctuaciones de la intensidad de luminiscencia en las distintas zonas. La "señal A" y la "señal B" tienen siempre una intensidad similar.

5 Figura 2, centro:

[0030] Se emplean en menor cantidad pigmentos "A" y "B" que presentan una respectiva intensidad de luminiscencia alta (esto puede conseguirse por ejemplo ajustando las partículas a un mayor tamaño de partículas o utilizando aglomerados de sustancia pura). Esto lleva a que algunas zonas den como resultado una "señal A" alta y algunas zonas presenten una "señal B" alta. Entre las dos señales no existe relación alguna, es decir correlación estadística alguna. Por el concepto "aglomerado de sustancia pura" se entiende un aglomerado que presenta únicamente partículas de un solo tipo.

10

Figura 2, derecha:

[0031] Se emplean aglomerados de partículas que pueden obtenerse a partir de partículas "A" y partículas "B". Las sustancias de partida A y B pueden presentar respectivamente una intensidad alta o una intensidad baja. Se obtienen como resultado zonas con una "señal A" elevada y al mismo tiempo una "señal B" elevada y zonas con una "señal A" baja y al mismo tiempo una "señal B" baja. En otras palabras, entre las dos señales existe una correlación estadística.

[0032] La relación entre la "señal A" y la "señal B", mostrada a la derecha en la figura 2 no es necesariamente directamente proporcional. En un caso ideal, pero no necesariamente, los aglomerados de partículas se componen de un 50% de partículas A y un 50% de partículas B. Es posible que uno de los procedimientos de fabricación lleve a aglomerados de partículas con una distribución interior estadística de los pigmentos A y B. Por ejemplo, pueden formarse composiciones de aglomerado que consistan por término medio en diez partículas de pigmento y aglomerados con una composición "5A+5B", pero también que contengan "3A+7B" y "7A+3B", etc. Así es por ejemplo posible que en una posición de medición del sustrato de papel, en la que exista una alta concentración local de aglomerados, se mida una señal particularmente intensa de la sustancia luminiscente "A", pero que la señal de la sustancia luminiscente "B" no sea significativamente elevada. Sin embargo, esto es improbable desde el punto de vista de la estadística. En caso de una acumulación o un empobrecimiento local de los aglomerados, es probable encontrar un cierto grado de acumulación o empobrecimiento de las señales de "A" y "B". Así pues, las señales tienen correlación entre sí. Para continuar explicando esta correlación se utiliza a continuación el ejemplo de aplicación 1:

35 Ejemplo de aplicación 1:

[0033] Se produjeron aglomerados mixtos a partir de dos sustancias luminiscentes "A" y "B". Con fines de comparación se produjeron los aglomerados "sólo A" y los aglomerados "sólo B". A continuación se preparó en un formador de hojas una hoja de papel con un 2‰ en peso de los aglomerados mixtos de "A" y "B". Además se preparó una hoja de papel con una mezcla de un 1‰ en peso de "sólo A" y un 1‰ en peso de "sólo B". El resultado del análisis espectral es que en ambas hojas pueden detectarse respectivamente las señales de la sustancia "A" y la sustancia "B" en la misma longitud de onda y con una intensidad comparable. Por lo tanto, un sensor usual que, por ejemplo, comprueba la posición de bandas y la intensidad de luminiscencia no podría detectar ninguna diferencia entre las dos hojas y reconocería ambas como "idénticas" o "reales". Sin embargo, si adicionalmente se tiene en cuenta la correlación de las dos señales de "A" y "B" entre sí, pueden detectarse ostensibles diferencias entre las hojas. Con este fin se midieron las hojas en un sensor que comprueba automáticamente de manera simultánea en varias posiciones de medición la intensidad de señal de ambas características A y B. Para aumentar el número de puntos de datos se midieron y se evaluaron varios lugares de la hoja. En el caso de la hoja con las dos sustancias "puras", las señales de "A" y "B" fluctúan independientemente entre sí (véase la figura 3). Por lo tanto, si se contraponen en un gráfico las intensidades de "A" y "B", se obtiene una acumulación redonda de puntos. En el caso de la hoja con los aglomerados mixtos puede detectarse una dependencia de las fluctuaciones de las señales (véase la figura 4). Si se contraponen en un gráfico las intensidades de "A" y "B", puede verse una distribución de puntos que se extiende a lo largo de las diagonales axiales. La distribución de los puntos indica una correlación entre las intensidades de señal de los dos componentes.

[0034] Si las intensidades de señal normalizadas de "A" y "B" fuesen idénticas en todas las posiciones de medición del sustrato de papel, la distribución de puntos representada en la figura 4 formaría de manera ideal una línea. Este comportamiento no se encuentra con frecuencia en la realidad debido a la composición estadística de los aglomerados, porque para un comportamiento así todos los aglomerados deberían tener una relación fija de, por ejemplo, una proporción de exactamente un 50% de "A" y una proporción de exactamente un 50% de "B". Sin embargo, en la práctica es posible producir tales sistemas o una aproximación a este estado, por ejemplo mediante (1) una preferencia electrostática de la aglomeración heterogénea, o (2) un aumento masivo del número de partículas por aglomerado, o (3) mediante la utilización de nanopartículas, o (4) mediante una formación controlada de sistemas de núcleo-envoltura con tamaños definidos.

[0035] A continuación se describen detalladamente, con referencia a la figura 5, la evaluación de datos de medición y la determinación de una correlación estadística.

65

[0036] Para evaluar datos de medición y determinar la presencia o la ausencia de una correlación estadística puede recurrirse a distintos procedimientos matemáticos.

[0037] En lugar de "correlación estadística", puede hablarse también de una "dependencia estadística". Aquí se comprueba si existe píxel a píxel una dependencia estadística entre la intensidad "A" y la intensidad "B" (decisión sí/no).

[0038] Pueden definirse en particular medidas cuantitativas que indiquen cuanto de fuerte es la dependencia estadística píxel a píxel entre la intensidad "A" y la intensidad "B". De este modo pueden definirse clases de clasificación.

[0039] Existen numerosos procedimientos de manual según los cuales se evalúa la fuerza de la dependencia de variables aleatorias. En el libro técnico W. H. Press: "Numerical Recipes en C - The Art of Scientific Computing", Cambridge University Press, 1997, páginas 628 - 645, cuyo contenido revelado se incluye aquí por referencia, se describen por ejemplo los siguientes procedimientos:

[0040] Tres tipos de datos: "nominales" (clases generales, por ejemplo rojo, amarillo); "ordinales" (clases ordenadas, por ejemplo bueno, medio, malo); "continuos" (valores de medición continuos, por ejemplo 1.2, 3.5, 2.7). "Nominales" es el más general y "continuos" el más especial.

1. Continuos

[0041] Correlación, especialmente correlación lineal (coeficiente de correlación según Bravais-Pearson). Este tipo de cálculo es particularmente adecuado en caso de distribuciones normales bidimensionales. Es preferible eliminar previamente de la estadística los valores extraños de señal mediante cuantiles.

2. Ordinales

[0042] Procedimiento de clasificación por rangos: Efectuar los cálculos no sobre los valores originales, sino sobre los índices de clasificación por rangos.

a) Coeficiente de correlación por rangos de Spearman: coeficiente de correlación según Bravais-Pearson antes indicado, aplicado a los índices de clasificación por rangos.

b) Tau de Kendall: Análisis en cuanto a con qué frecuencia se conserva la clasificación por rangos en todos los pares de puntos de datos.

[0043] Estos procedimientos son adecuados para cualesquiera distribuciones. En particular no causan aquí perturbaciones los valores extraños de señal.

3. Nominales

[0044] Evaluaciones basadas en tablas de contingencia (es decir tablas con las frecuencias absolutas o relativas de sucesos con valores discretos (es decir no continuos)).

a) Evaluación del Chi al cuadrado para comprobar si existe una dependencia estadística.

b) Evaluación basada en la entropía. Ejemplo: coeficiente de incertidumbre simétrico.

[0045] Para aplicar estos procedimientos es preferible clasificar previamente los valores de medición reales bidimensionales mediante intervalos de clase en clases bidimensionales y determinar las frecuencias bidimensionales (tabla de contingencia).

[0046] Información complementaria relativa al tema arriba tratado: R. Storm: "Wahrscheinlichkeitsrechnung, mathematische Statistik und statistische Qualitätskontrolle", editorial Carl Hanser, 12ª edición, 2007, páginas 246-285, cuyo contenido revelado se incluye aquí por referencia.

[0047] Puede encontrarse información complementaria relativa al tema arriba tratado en Internet, en las siguientes páginas:

http://en.wikipedia.org/wiki/Correlation_and_dependence

http://en.wikipedia.org/wiki/Spearman%27s_rank_correlation_coefficient

http://de.wikibooks.org/wiki/Mathematik:_Statistik_Korrelationsanalyse

<http://de.wikipedia.org/wiki/Rangkorrelationskoeffizient>

[0048] A continuación, para una mejor comprensión, se describen a modo de ejemplo dos métodos estadísticos de evaluación.

Ejemplo 1: la siguiente función de correlación:

[0049]

$$Kor(X, Y) = \frac{Cov(X, Y)}{\sigma_X \cdot \sigma_Y} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_X) \cdot (y_i - \mu_Y)}{\sigma_X \cdot \sigma_Y}$$

[0050] Proporciona un aporte positivo, cuando dos puntos de datos de una serie se hallan simultáneamente por encima o por debajo de su valor medio respectivo, o sea que respectivamente se hallan en el mismo lugar dos intensidades de señal "altas" o dos intensidades de señal "bajas" de "A" y "B".

[0051] Ejemplo 2: Procedimiento con varias etapas, con el objetivo de evaluar la relación longitud-anchura de las acumulaciones de puntos obtenidas a partir de los datos de medición (véase la figura 5). Para minimizar la influencia de "valores extraños" se han ignorado aquí respectivamente el 25% de los valores de señal más altos o más bajos. Las acumulaciones de puntos correlativas son alargadas y tienen una relación longitud-anchura muy marcada, mientras que en las acumulaciones de puntos no correlativas la longitud y la anchura son aproximadamente igual de grandes.

[0052] El documento de valor según la invención puede presentar en la zona de la codificación luminiscente adicionalmente una impresión, una marca de agua y/o un elemento de seguridad a base de un parche (*patch*) de seguridad o una tira de seguridad. Tales elementos de seguridad adicionales son factores que perturban la correcta evaluación de la correlación estadística o que provocan un efecto de correlación adicional, que no está causado por la estructura especial del aglomerado de partículas según la invención. Aquí se incluyen todos los factores con los que se modifique la intensidad de señal de ambas luminiscencias a evaluar en el mismo lugar del sustrato de papel. Esto puede ser por ejemplo una atenuación o una amplificación, atribuible a una de las siguientes causas:

- una variación local de espesor o densidad en el sustrato de papel, por ejemplo en el caso de una marca de agua;
- una absorción de la radiación de excitación para la característica luminiscente causada por una impresión (o una sobreimpresión) o una tira de seguridad;

- una radiación de emisión adicional resultante de una impresión (o una sobreimpresión) o una tira de seguridad.

[0053] La figura 6 muestra una comparación entre las señales de luminiscencia de dos luminóforos sin correlación en un sustrato de papel sin imprimir y tras una sobreimpresión con un patrón de franjas. En el sustrato de papel sin imprimir no existe, como era de esperar, ninguna relación perceptible entre las intensidades de señal de los dos luminóforos. Sin embargo, tras la sobreimpresión se produce en los lugares sobreimpresionados una atenuación de la señal, con lo que se causa una correlación espacial de las intensidades de señal de los dos luminóforos. Se produce por lo tanto un efecto similar al que se consigue con el empleo de los aglomerados de partículas según la invención. Por consiguiente se hace difícil diferenciar claramente entre características "normales", es decir no según la invención, y características según la invención. Por lo tanto se mencionan a continuación, a modo de ejemplo, dos procedimientos que permiten eliminar o reducir tales efectos de correlación causados por una sobreimpresión o similar no deseados:

Método de corrección 1:

[0054] Se introduce en el documento de valor, en una concentración uniforme, un ("tercer") componente adicional que emita luminiscencia en una tercera longitud de onda de emisión y que no sea correlativo. Mediante la introducción de un tercer componente luminiscente no correlativo adecuado y una normalización a través de su intensidad de señal desaparecen por ejemplo todos los efectos perturbadores arriba descritos. Aquí resultan especialmente adecuadas las sustancias luminiscentes que, en un sustrato de papel sin modificar, presentan fluctuaciones de la intensidad de luminiscencia dependientes del lugar muy pequeñas o, de manera ideal, no las presentan en absoluto, o sea que sin influencias adicionales tendrían una intensidad luminosa homogénea en el espacio. Aplicado al ejemplo mencionado en la figura 6, esto significaría que la atenuación periódica causada por el patrón de franjas sobreimpresionado influye correspondientemente, además de en los dos primeros luminóforos, también en el tercer componente. Dado que mediante el tercer componente homogéneo se conoce la medida de la "atenuación" por efectos externos, es posible volver a calcular los estados iniciales de todos los demás componentes. Así pues, este procedimiento elimina todos los efectos de correlación que actúan igualmente sobre los tres componentes, entre los que se cuentan la sobreimpresión y las diferencias de espesor en el sustrato, pero no influye en los efectos de correlación que afectan sólo a determinados componentes. De este modo no se influye en los efectos de correlación basados en aglomeraciones según la invención.

Método de corrección 2:

[0055] Si no se desea introducir el tercer componente antes mencionado, por ejemplo por motivos de coste, pueden emplearse también otros métodos en función del caso de aplicación. Si la intensidad de luminiscencia en un sustrato de papel sin modificar se halla por ejemplo normalmente por encima de un cierto valor umbral y no cae por debajo de este valor umbral hasta que aparecen efectos de sobreimpresión o variaciones del espesor en el sustrato de papel, etc., pueden eliminarse del análisis los puntos de datos correspondientes. Este procedimiento resulta adecuado especialmente para casos con variaciones de intensidad abruptas y fuertes, por ejemplo en caso de una sobreimpresión con líneas y zonas nítidamente definidas, pero menos para gradaciones paulatinas con un cambio variable o dibujos en filigrana. Si las zonas medidas se hallan muy cerca unas de otras en el espacio, es ventajoso, en caso de que el valor caiga por debajo del valor umbral en un punto de medición, eliminar también todos los puntos de medición adyacentes (véase la figura 7). De este modo se excluyen zonas de medición parcialmente sobreimpresionadas en el límite de una zona sobreimpresionada, aunque sus intensidades se hallen por encima del valor umbral debido a que la sobreimpresión no es completa.

[0056] En la figura 7 se muestra cómo se excluyen las zonas de medición sobreimpresionadas que se hallan por debajo de un valor umbral de intensidad (indicadas con cruces en la figura). A continuación se excluyen también las zonas adyacentes.

[0057] A continuación se describen los aglomerados de partículas según la invención con referencia a la figura 8, por medio de formas de realización preferidas.

[0058] En principio existe toda una serie de procedimientos de producción adecuados para producir los aglomerados de partículas según la invención partiendo de dos (o tres) sustancias luminiscentes. En un caso normal, se hace que las partículas luminiscentes previamente sueltas se condensen formando una unidad de mayor tamaño. A continuación, la unidad de mayor tamaño así obtenida se fija de manera que las partículas ya no puedan separarse unas de otras durante la aplicación como característica de seguridad. Para ello es decisivo que las unidades de mayor tamaño contengan dentro de lo posible proporciones iguales de las dos (o de las tres) sustancias luminiscentes, obteniéndose con la mayoría de los procedimientos de producción una mezcla estadística aleatoria de las partículas.

[0059] No es deseable una condensación de partículas respectivamente iguales, de manera que los aglomerados contengan sólo un único tipo de luminóforo. Esto puede suceder por ejemplo si los distintos luminóforos no están suficientemente mezclados antes del proceso de condensación, o si la condensación de sustancias del mismo tipo se ve favorecida por efectos de superficie o similares. Sin embargo, en un caso normal, o si los procedimientos de síntesis se llevan a cabo correctamente, tales efectos pueden desprejarse.

[0060] Un factor importante es el tamaño de las partículas que constituyen el aglomerado, así como el tamaño del aglomerado mismo formado. Para aplicaciones como característica de seguridad en el campo de los billetes de banco, los aglomerados no deberían sobrepasar un tamaño de grano de 20 μm . Las partículas de las que se compone el aglomerado deberían ser ostensiblemente más pequeñas, ya que cuanto más pequeño es el tamaño mayor es el número de partículas que pueden incorporarse al aglomerado. Con un mayor número de partículas incorporadas aumenta a su vez la probabilidad de encontrar una "distribución adecuada" de las dos partículas en el aglomerado.

[0061] Con esto nos referimos al siguiente contexto: Si la sustancia de partida fuese tan grande que respectivamente formasen un aglomerado sólo tres partículas de las sustancias A y B, sin sobrepasar el tamaño máximo del aglomerado, serían concebibles las combinaciones "AAA" / "AAB" / "ABB" / "BBB". Sin embargo, una composición de este tipo sería totalmente inadecuada para el empleo según la invención, porque el 25% de los aglomerados se compondrían solamente de una única sustancia (AAA o BBB), y por lo tanto no producirían ninguna correlación, y el otro 75% se compondrían respectivamente en un tercio de una sustancia y en dos tercios de la segunda sustancia y por consiguiente producirían sólo malos valores de correlación.

[0062] Si nos imaginamos, como caso extremo opuesto, un aglomerado formado por 10.000 (o "un número infinito") de partículas individuales, la probabilidad de que todas las partículas sean casualmente idénticas es arbitrariamente pequeña. Si se emplean cantidades iguales de los dos tipos de partículas para la síntesis, la relación de mezcla en los aglomerados producidos a partir de éstos también será del 50% o apenas diferirá de este porcentaje. Por consiguiente, tales aglomerados resultarían muy adecuados para el empleo como característica según la invención.

[0063] En la práctica se halla uno con frecuencia entre estos dos extremos. La reducción del tamaño de los luminóforos lleva en la mayoría de los casos a una pérdida apreciable de la intensidad luminosa. Especialmente a partir de un tamaño de partícula de aproximadamente 1 μm , muchas sustancias luminiscentes muestran una ostensible pérdida de intensidad, que en la mayoría de los casos puede atribuirse al aumento de la superficie, ya que aquí la energía puede degradarse sin radiación en defectos de la superficie. Sin embargo, un tamaño de grano demasiado grande lleva a los problemas arriba descritos en la producción de aglomerados adecuados.

[0064] Como sustancias luminiscentes para la formación de los aglomerados se emplean por tanto preferentemente partículas de pequeño a medio tamaño, por ejemplo con un tamaño de grano entre 1 y 5 μm .

[0065] Sin embargo, ha de mencionarse que, si se dispusiese de sustancias luminiscentes correspondientemente intensas con un tamaño de partícula menor, por ejemplo en un intervalo de nanómetros, éstas también podrían emplearse.

[0066] La relación cuantitativa de las dos sustancias A y B a partir de las cuales se producen los aglomerados es, en un caso ideal, de 1:1, si las dos sustancias tienen la misma intensidad y el mismo tamaño de grano. En un caso de aplicación, por ejemplo si existen grandes diferencias en la luminosidad o si las distribuciones granulométricas son diferentes, puede ser ventajoso adaptar esta relación. Eventualmente puede ser también necesario adaptar la relación cuantitativa para, por ejemplo, producir en el producto final una determinada relación de intensidad media deseada de las dos señales.

[0067] Todas las descripciones hechas hasta ahora se refieren, con vistas a una mayor sencillez, a la producción de aglomerados compuestos de dos sustancias luminiscentes, pero análogamente pueden reunirse también tres o un número arbitrario de sustancias luminiscentes para formar un aglomerado, presentando por lo tanto una correlación mutua las intensidades de señal de todas las sustancias luminiscentes implicadas.

[0068] Según una variante, las unidades designadas como "aglomerados", que contienen respectivamente varias unidades de luminóforos, son un cúmulo desordenado de partículas adheridas entre sí, que se han fijado o "pegado" permanentemente (véanse las figuras 8 a y b). Esto puede lograrse por ejemplo mediante una envoltura con una capa de polímero o sílice (véase por ejemplo el documento WO 2006/072380 A2) o enlazando entre sí las superficies de las partículas mediante grupos químicos, etc. Tales aglomerados resultan relativamente fáciles de producir desde el punto de vista técnico y por lo tanto se prefieren. Según otra variante, las partículas pueden presentar otra estructura sin perder funcionalidad (véanse las figuras 8 c, d y e). Existen formas de realización alternativas, como aglomerados ordenados o sistemas de núcleo-envoltura (*core-shell*), que eventualmente pueden tener propiedades ventajosas (por ejemplo una distribución controlada de las partículas). Sin embargo, en la mayoría de los casos su síntesis es más costosa.

[0069] En la figura 8 se muestran los siguientes ejemplos con relación a los aglomerados de partículas:

(a) aglomerado pigmentario desordenado, que presenta dos pigmentos luminiscentes diferentes (en particular que se adhieren uno a otro) y que está envuelto o encapsulado con una capa de polímero o sílice;

(b) aglomerado pigmentario desordenado, que presenta dos pigmentos luminiscentes diferentes que se adhieren uno a otro;

5 (c) partícula de núcleo-envoltura, en la que el núcleo está formado por un primer pigmento luminiscente y la envoltura está formada por una pluralidad de segundos pigmentos luminiscentes;

(d) partícula de núcleo-envoltura, en la que el núcleo está formado por un primer pigmento luminiscente y la envoltura homogénea y continua está formada por un segundo material luminiscente;

(e) aglomerado pigmentario ordenado, que presenta dos pigmentos luminiscentes diferentes.

10 [0070] Para el ejemplo anterior de un aglomerado desordenado se describe a continuación un ejemplo de síntesis:

[0071] Con este fin se dispersan en agua los luminóforos (o pigmentos luminiscentes) a aglomerar. Una alta concentración de bicarbonato potásico disuelto lleva a una aglomeración temporal de las partículas de luminóforos (apantallamiento de la carga superficial repelente por los cationes de potasio). El tamaño medio de los aglomerados puede ajustarse mediante un control de la velocidad de agitación, la temperatura, la concentración, etc. Aquí es importante procurar que se apliquen las menores fuerzas de cizallamiento posibles o que no se apliquen en absoluto, ya que de lo contrario éstas separarían los aglomerados de nuevo en partículas individuales. El estado aglomerado se fija mediante una lenta adición dosificada de silicato potásico, ya que éste reacciona con el bicarbonato disuelto formando sílice y así reviste el aglomerado o "pega" las distintas partículas. Después de una filtración, el producto puede templarse a 250° C para reforzar adicionalmente la cohesión de las partículas contenidas en el aglomerado.

20 [0072] A continuación se explican otros ejemplos de realización y ventajas de la invención en relación con las figuras 9 a 12.

Pigmentos luminiscentes IRP

25 [0073] La abreviatura "IRP" significa el concepto "infrarrojo próximo".

[0074] En los ejemplos de aplicación se utilizan cinco pigmentos luminiscentes IRP inorgánicos con las siguientes propiedades:

Pigmento luminiscente IRP "A": luminiscencia máxima 1.000 nm para excitación con 802 nm;

30 Pigmento luminiscente IRP "B": luminiscencia máxima 1.082 nm para excitación con 802 nm;

Pigmento luminiscente IRP "C": luminiscencia máxima 1.545 nm para excitación con 950 nm;

Pigmento luminiscente IRP "D": luminiscencia máxima 2.040 nm para excitación con 950 nm;

Pigmento luminiscente IRP "E": luminiscencia máxima 1.792 nm para excitación con 950 nm.

[0075] Todos los pigmentos tienen un tamaño de grano de D99 < 5 µm y D50 < 2 µm.

35 Instrucciones 1 para producir un aglomerado de partículas luminiscentes

[0076] Se dispersan 10 g de pigmento luminiscente IRP en 60 g de agua. Se añaden 120 ml de etanol y 3,5 ml de amoníaco (25%). Se añaden bajo agitación 10 ml de tetraetilortosilicato y la mezcla de reacción se agita durante otras ocho horas. El producto se separa por filtración, se lava dos veces con 40 ml de agua y se seca a 60° C en el armario de secado. Se obtienen aglomerados de partículas con un tamaño de grano D99 = 20 a 30 µm. Los aglomerados obtenidos se templan a 300° C durante una hora y a continuación se tratan con un molino ultracentrífugo. Se obtiene un producto con un tamaño de grano reducido D99 = 15 a 18 µm.

45 Instrucciones 2 para producir un aglomerado de partículas luminiscentes

[0077] Se dispersan 33 g de pigmento luminiscente IRP en 245 g de agua. Se añaden 44 g de bicarbonato potásico y bajo agitación se añade por goteo en el transcurso de una hora una solución de silicato potásico, de manera que al final haya en el producto una proporción de SiO₂ de aproximadamente un 20%. El producto se separa por filtración, se lava dos veces con 150 ml de agua y se seca a 60° C en el armario de secado. Se obtienen aglomerados de partículas con un tamaño de grano D99 = 18 a 20 µm.

Aglomerados producidos

55 [0078] "AB1": Se tratan 5 g de pigmento IRP A y 5 g de pigmento IRP B según las instrucciones 1.

"A1": Se tratan 10 g de pigmento IRP A según las instrucciones 1.

"B1": Se tratan 10 g de pigmento IRP B según las instrucciones 1.

"CD2": Se tratan 16,6 g de pigmento IRP C y 16,6 g de pigmento IRP D según las instrucciones 2.

60 "C2": Se tratan 33 g de pigmento IRP C según las instrucciones 2.

"D2": Se tratan 33 g de pigmento IRP D según las instrucciones 2.

Ejemplo de aplicación 1: Correlación de señales en el sustrato de papel sin componente de corrección

65 [0079] Los aglomerados que presentan dos pigmentos luminiscentes (AB1) se añaden a la pasta de papel durante la producción de la hoja de manera que, en la hoja formada, los aglomerados AB1 estén repartidos homogéneamente

en el cuerpo del papel con un porcentaje en peso de un 0,1 por ciento en peso. A continuación se mide la hoja en varios lugares diferentes mediante una excitación con luz con una longitud de onda de 802 nm (tamaño del lugar de medición aproximadamente 1 mm²). Se detectan respectivamente las intensidades de la luminiscencia a 1.000 nm (A) y 1.082 nm (B). Un trazado de los puntos de medición obtenidos da como resultado el gráfico de la figura 9.

5 [0080] La figura 9 muestra las intensidades de luminiscencia relativas a 1.000 nm (A) (eje vertical) y 1.082 nm (B) (eje horizontal) en distintos lugares del sustrato de papel con aglomerados AB1 formados por dos pigmentos luminiscentes.

[0081] Como ejemplo de comparación se produce una segunda hoja que contiene un 0,05 por ciento en peso de aglomerados A1 del pigmento A puro y un 0,05 por ciento en peso de aglomerados B1 del pigmento B puro y que también se mide. Un trazado de los puntos de medición obtenidos da como resultado el gráfico de la figura 10.

10 [0082] La figura 10 muestra las intensidades de luminiscencia relativas a 1.000 nm (A) (eje horizontal) y 1.082 nm (B) (eje vertical) en distintos lugares del sustrato de papel con aglomerados A1 y B1 formados respectivamente por una clase de pigmento de luminiscencia.

[0083] Si se calculan por ejemplo los coeficientes de correlación de los puntos de datos de la figura 9, se obtiene un alto valor de correlación de un 73%. En cambio, los puntos de datos de la figura 10 tienen una correlación ostensiblemente menor, obteniéndose un coeficiente de correlación de un 30%.

[0084] Si se lleva a cabo una serie de 100 mediciones, efectuadas en lugares aleatorios de las hojas, se obtienen, en la hoja que contiene aglomerados AB1 compuestos de dos pigmentos, normalmente valores de correlación de más de un 70%. En la hoja que contiene los aglomerados (A1, B1) formados respectivamente por una clase de pigmento de luminiscencia se obtienen valores ostensiblemente menores, en particular inferiores a un 50%.

20 [0085] Así pues, las hojas pueden diferenciarse por medio del grado de correlación, aunque contengan los mismos porcentajes en peso de los dos pigmentos luminiscentes IRP A y B.

[0086] El hecho de que en el segundo caso pueda siquiera detectarse una correlación ha de atribuirse principalmente a faltas de homogeneidad del papel, que aumentan o disminuyen la intensidad de luminiscencia en un lugar de medición respectivamente simultáneamente para ambos componentes A y B. Las faltas de homogeneidad del papel dependen, entre otras cosas, del tipo de papel y el procedimiento de fabricación.

25 [0087] En el caso del papel sin imprimir también se elige preferentemente el procedimiento de corrección de efectos de impresión, descrito en el siguiente ejemplo de aplicación 2, mediante un componente luminiscente adicional.

30 Ejemplo de aplicación 2: Correlación de señales en una hoja imprimida con componente de corrección

[0088] Los aglomerados (CD2), que presentan dos pigmentos luminiscentes, y el componente adicional E (no aglomerado) se añaden a la pasta de papel durante la producción de la hoja de manera que, en la hoja formada, los aglomerados CD2 estén repartidos homogéneamente en el cuerpo del papel con un porcentaje en masa de un 0,2 por ciento en peso y el componente E con un porcentaje en masa de un 0,5 por ciento en peso. A continuación se imprime en la hoja un patrón de franjas negras (espesor de franja aproximadamente 1 cm), con lo que en los lugares impresos se obtiene una atenuación significativa de la luminiscencia (a aproximadamente un 50% de la señal original).

35 [0089] Con fines de comparación se fabrica y se imprime también una hoja análoga con, respectivamente, un 0,1 por ciento de los aglomerados C2 y D2 y con un 0,5 por ciento en peso del componente E adicional.

[0090] Ambas hojas se miden en varios lugares diferentes mediante una excitación con luz con una longitud de onda de 950 nm (tamaño del lugar de medición aproximadamente 0,8 mm²). Se detectan respectivamente las intensidades de la luminiscencia a 1.545 nm (C), 2040 nm (D) y 1.792 nm (E).

40 [0091] Debido a la atenuación local de las intensidades de luminiscencia detectadas en las zonas impresas, tanto la hoja con los aglomerados CD2 como la hoja con los aglomerados C2 y D2 muestran una fuerte correlación de las intensidades de señal C y D (puntos blancos en la figura 11 y la figura 12).

[0092] La figura 11 muestra las intensidades de luminiscencia relativas a 1.545 nm (C) (eje horizontal) y 2.040 nm (D) (eje vertical) en distintos lugares de un sustrato de papel con aglomerados CD2, formados por dos pigmentos de luminiscencia, antes (blanco) y después (negro) de una corrección mediante la intensidad de luminiscencia a 1.792 nm (E) de un pigmento luminiscente adicional.

45 [0093] La figura 12 muestra las intensidades de luminiscencia relativas a 1.545 nm (C) (eje horizontal) y 2.040 nm (D) (eje vertical) en distintos lugares de un sustrato de papel con aglomerados C2 y D2, formados respectivamente por una clase de pigmento luminiscente, antes (blanco) y después (negro) de una corrección a través de la intensidad de luminiscencia a 1.792 nm (E) de un pigmento luminiscente adicional.

50 [0094] Dado que el efecto de la impresión, al igual que el efecto de las faltas de homogeneidad de la pasta de papel, repercute igualmente en los tres componentes C, D, E, estos efectos pueden eliminarse mediante una normalización de las intensidades de señal C, D a través de la intensidad de señal E (puntos negros en la figura 11 y la figura 12). Como consecuencia de ello, sólo en la hoja con los aglomerados CD2 puede detectarse ya una correlación, mientras que en la hoja con los componentes C2 y D2 separados ya no es posible detectar una correlación.

55 [0095] Así pues, después de llevar a cabo una serie de 100 mediciones, efectuadas en lugares aleatorios del sustrato de papel, el coeficiente de correlación en la hoja con los aglomerados CD2 es de 0,97 antes de la corrección y de 0,87 después de la corrección. Por lo tanto, aún existe una fuerte correlación entre C y D, mientras que la hoja con los aglomerados C2 y D2 presenta un valor de 0,97 antes de la corrección y un valor bajo de 0,12 después de la corrección.

60 [0096] El patrón de codificación luminiscente descrito en la presente invención no está limitado a un sistema de código de barras o una retícula de codificación, como está representado por ejemplo en la figura 2 y la figura 7. Las

"retículas" mostradas en las figuras se han elegido a voluntad, es decir que los puntos de medición pueden elegirse arbitrariamente con relación a su tamaño y su lugar y no han de hallarse necesariamente dentro de tal retícula.

5 [0097] En principio, las sustancias luminiscentes utilizadas según la invención pueden introducirse en el documento de valor mismo, en particular en el sustrato de papel. Adicionalmente o como alternativa, las sustancias luminiscentes pueden estar aplicadas sobre el documento de valor (por ejemplo, las sustancias luminiscentes pueden estar impresas sobre el sustrato de papel). El sustrato del documento de valor no ha de tratarse forzosamente de un sustrato de papel, sino que también podría ser un sustrato de plástico o un sustrato que presente tanto componentes de papel como componentes de plástico.

REIVINDICACIONES

1. Documento de valor con aglomerados de partículas luminiscentes que contienen respectivamente, al menos, dos fases homogéneas sólidas luminiscentes diferentes, que emiten con una primera o una segunda longitud de onda de emisión respectivamente, existiendo, durante una evaluación de valores de medición obtenibles mediante una medición, efectuada en distintos lugares del documento de valor y específica de cada lugar, de la primera intensidad de luminiscencia para la primera longitud de onda de emisión y de la segunda intensidad de luminiscencia para la segunda longitud de onda de emisión, una correlación estadística entre las primeras intensidades de luminiscencia y las segundas intensidades de luminiscencia, habiéndose introducido en el documento de valor en una concentración uniforme un componente adicional que emite luminiscencia en una tercera longitud de onda de emisión y que no es correlativo, habiendo de entenderse la correlación estadística de la siguiente manera:
 si se lleva a cabo una serie de 100 mediciones, efectuadas en lugares aleatorios de las hojas, se obtienen, en el caso de la hoja que contiene aglomerados compuestos de dos pigmentos, valores de correlación, es decir coeficientes de correlación según Bravais-Pearson, de más de un 70%.
2. Documento de valor según la reivindicación 1, siendo las intensidades de luminiscencia a las que se recurre para la evaluación respectivos valores de medición corregidos convertidos mediante un algoritmo.
3. Documento de valor según una de las reivindicaciones 1 o 2, eligiéndose los aglomerados del grupo consistente en partículas de núcleo/envoltura, aglomerados pigmentarios, aglomerados pigmentarios encapsulados y pigmentos envueltos con nanopigmentos.
4. Documento de valor según una de las reivindicaciones 1 a 3, presentando los aglomerados de partículas un tamaño de grano D99 entre 1 micrómetro y 30 micrómetros, preferentemente entre 5 micrómetros y 20 micrómetros, con mayor preferencia entre 10 micrómetros y 20 micrómetros y con especial preferencia entre 15 micrómetros y 20 micrómetros.
5. Documento de valor según una de las reivindicaciones 1 a 4, presentando los aglomerados de partículas un tamaño de grano D50 entre 1 micrómetro y 30 micrómetros, preferentemente entre 5 micrómetros y 20 micrómetros y con especial preferencia entre 7,5 micrómetros y 20 micrómetros.
6. Procedimiento para comprobar la presencia de un documento de valor con aglomerados de partículas luminiscentes que contienen respectivamente, al menos, dos fases homogéneas sólidas luminiscentes diferentes, que emiten con una primera o una segunda longitud de onda de emisión respectivamente, existiendo, en una evaluación de valores de medición obtenibles mediante una medición, efectuada en distintos lugares del documento de valor y específica de cada lugar, de la primera intensidad de luminiscencia para la primera longitud de onda de emisión y de la segunda intensidad de luminiscencia para la segunda longitud de onda de emisión, una correlación estadística entre las primeras intensidades de luminiscencia y las segundas intensidades de luminiscencia, habiendo de entenderse la correlación estadística de la siguiente manera:
 si se lleva a cabo una serie de 100 mediciones, efectuadas en lugares aleatorios de las hojas, se obtienen, en el caso de la hoja que contiene aglomerados compuestos de dos pigmentos, valores de correlación, es decir coeficientes de correlación según Bravais-Pearson, de más de un 70%; comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:
 a) excitación de las sustancias luminiscentes para la emisión;
 b) registro, con resolución local y selectivo en cuanto a la longitud de onda, de valores de medición para la radiación emitida por las sustancias luminiscentes, generándose pares de valores de medición "longitud de onda de emisión/lugar" para cada una de las longitudes de onda de emisión primera y segunda, para así obtener primeras intensidades de luminiscencia para la primera longitud de onda de emisión y segundas intensidades de luminiscencia para la segunda longitud de onda de emisión;
 c) comprobación en cuanto a si existe una correlación estadística entre las primeras intensidades de luminiscencia y las segundas intensidades de luminiscencia.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, introduciéndose en el documento de valor en una concentración uniforme un componente adicional, que emite luminiscencia en una tercera longitud de onda de emisión y sin correlación, y normalizándose las primeras intensidades de luminiscencia para la primera longitud de onda de emisión y las segundas intensidades de luminiscencia para la segunda longitud de onda de emisión mediante el componente adicional, que emite luminiscencia en una tercera longitud de onda y sin correlación, introducido en el documento de valor en una concentración uniforme.
8. Procedimiento según la reivindicación 6 o 7, siendo las intensidades de luminiscencia a las que se recurre para la evaluación respectivos valores de medición corregidos convertidos mediante un algoritmo.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 8, eligiéndose los aglomerados del grupo consistente en partículas de núcleo/envoltura, aglomerados pigmentarios, aglomerados pigmentarios encapsulados y pigmentos envueltos con nanopigmentos.

- 5 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 9, presentando los aglomerados de partículas un tamaño de grano D99 entre 1 micrómetro y 30 micrómetros, preferentemente entre 5 micrómetros y 20 micrómetros, con mayor preferencia entre 10 micrómetros y 20 micrómetros y con especial preferencia entre 15 micrómetros y 20 micrómetros.
- 10 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 10, presentando los aglomerados de partículas un tamaño de grano D50 entre 1 micrómetro y 30 micrómetros, preferentemente entre 5 micrómetros y 20 micrómetros y con especial preferencia entre 7,5 micrómetros y 20 micrómetros.
- 15 12. Sistema de documentos de valor con, al menos, primeros documentos de valor y segundos documentos de valor, habiéndose elegido los primeros documentos de valor respectivos según una de las reivindicaciones 1 a 5 y pudiendo los primeros documentos de valor diferenciarse de los segundos documentos de valor por medio de la correlación estadística de sus intensidades de luminiscencia.
- 20 13. Sistema de documentos de valor según la reivindicación 12, no presentando los segundos documentos de valor ninguna correlación estadística.
- 25 14. Sistema de documentos de valor según la reivindicación 12, con primeros documentos de valor, segundos documentos de valor, terceros documentos de valor y cuartos documentos de valor, de los cuales los terceros documentos de valor y los cuartos documentos de valor solamente son opcionales, es decir:
- 30 a) primeros documentos de valor que presentan respectivamente una mezcla luminiscente compuesta de aglomerados de partículas luminiscentes (A+B) y partículas luminiscentes C, conteniendo los aglomerados de partículas (A+B) respectivamente dos fases homogéneas sólidas luminiscentes A y B diferentes, que emiten con una primera o una segunda longitud de onda de emisión respectivamente, y
- 35 b) segundos documentos de valor que presentan respectivamente una mezcla luminiscente compuesta de aglomerados de partículas luminiscentes (B+C) y partículas luminiscentes A, conteniendo los aglomerados de partículas (B+C) respectivamente las dos fases homogéneas sólidas luminiscentes B y C diferentes, que emiten con la segunda o la tercera longitud de onda de emisión respectivamente, y
- 40 c) terceros documentos de valor que presentan respectivamente una mezcla luminiscente compuesta de aglomerados de partículas luminiscentes (A+C) y partículas luminiscentes B, conteniendo los aglomerados de partículas (A+C) respectivamente las dos fases homogéneas sólidas luminiscentes A y C diferentes, que emiten con la primera o la tercera longitud de onda de emisión respectivamente, y
- 45 d) cuartos documentos de valor que presentan respectivamente aglomerados de partículas luminiscentes (A+B+C), conteniendo los aglomerados de partículas (A+B+C) respectivamente las tres fases homogéneas sólidas luminiscentes A, B y C diferentes, que emiten con la primera, la segunda o la tercera longitud de onda de emisión respectivamente, y
- 50 e) existiendo una correlación estadística solamente entre las primeras intensidades de luminiscencia y las segundas intensidades de luminiscencia en una evaluación de valores de medición obtenibles mediante una medición, efectuada en distintos lugares de un documento de valor aislado y específica de cada lugar, de la primera intensidad de luminiscencia para la primera longitud de onda de emisión, de la segunda intensidad de luminiscencia para la segunda longitud de onda de emisión y de la tercera intensidad de luminiscencia para la tercera longitud de onda de emisión;
- 55 f) existiendo una correlación estadística solamente entre las primeras intensidades de luminiscencia y las segundas intensidades de luminiscencia en una evaluación de valores de medición obtenibles mediante una medición, efectuada en distintos lugares de un documento de valor aislado y específica de cada lugar, de la primera intensidad de luminiscencia para la primera longitud de onda de emisión, de la segunda intensidad de luminiscencia para la segunda longitud de onda de emisión y de la tercera intensidad de luminiscencia para la tercera longitud de onda de emisión;
- 60 g) existiendo una correlación estadística solamente entre las segundas intensidades de luminiscencia y las terceras intensidades de luminiscencia en una evaluación de valores de medición obtenibles mediante una medición, efectuada en distintos lugares de un documento de valor aislado y específica de cada lugar, de la primera intensidad de luminiscencia para la primera longitud de onda de emisión, de la segunda intensidad de luminiscencia para la segunda longitud de onda de emisión y de la tercera intensidad de luminiscencia para la tercera longitud de onda de emisión;
- 65 h) existiendo una correlación estadística solamente entre las segundas intensidades de luminiscencia y las terceras intensidades de luminiscencia en una evaluación de valores de medición obtenibles mediante una medición, efectuada en distintos lugares de un documento de valor aislado y específica de cada lugar, de la primera intensidad de luminiscencia para la primera longitud de onda de emisión, de la segunda intensidad de luminiscencia para la segunda longitud de onda de emisión y de la tercera intensidad de luminiscencia para la tercera longitud de onda de emisión;

luminiscencia para la segunda longitud de onda de emisión y de la tercera intensidad de luminiscencia para la tercera longitud de onda de emisión.

Fig. 1

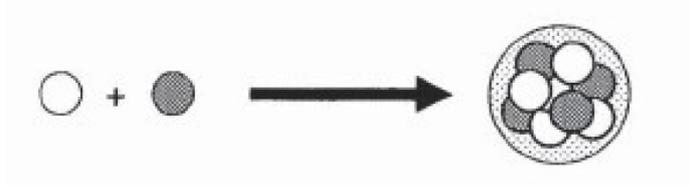


Fig. 2

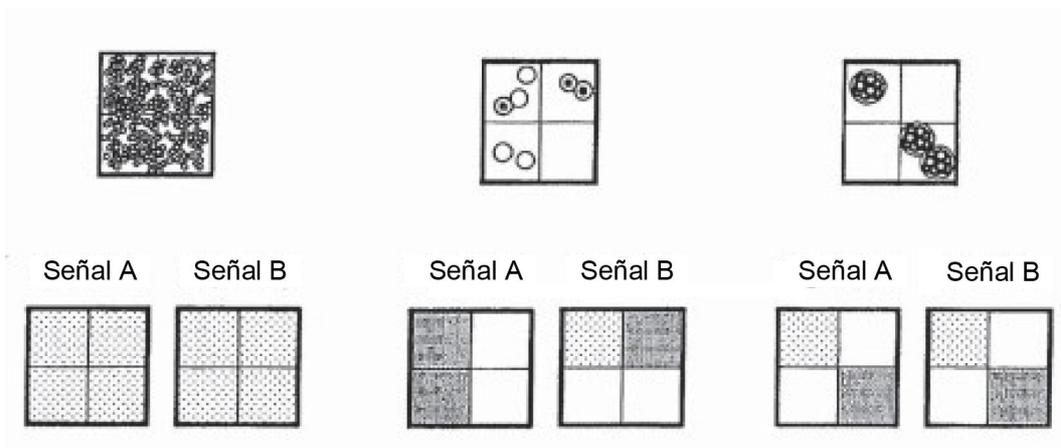


Fig. 3

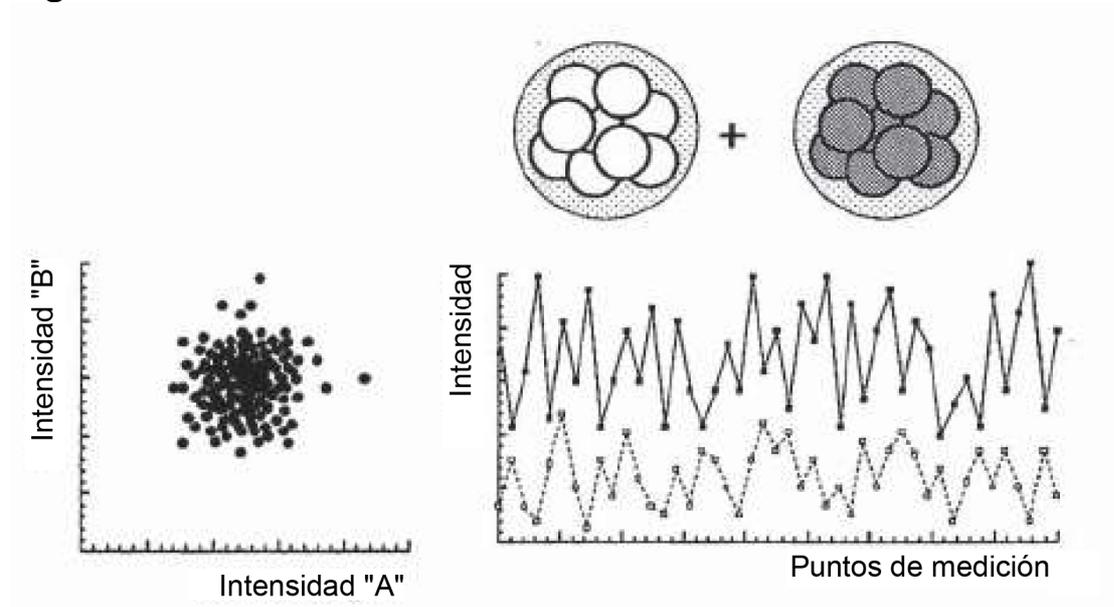


Fig. 4

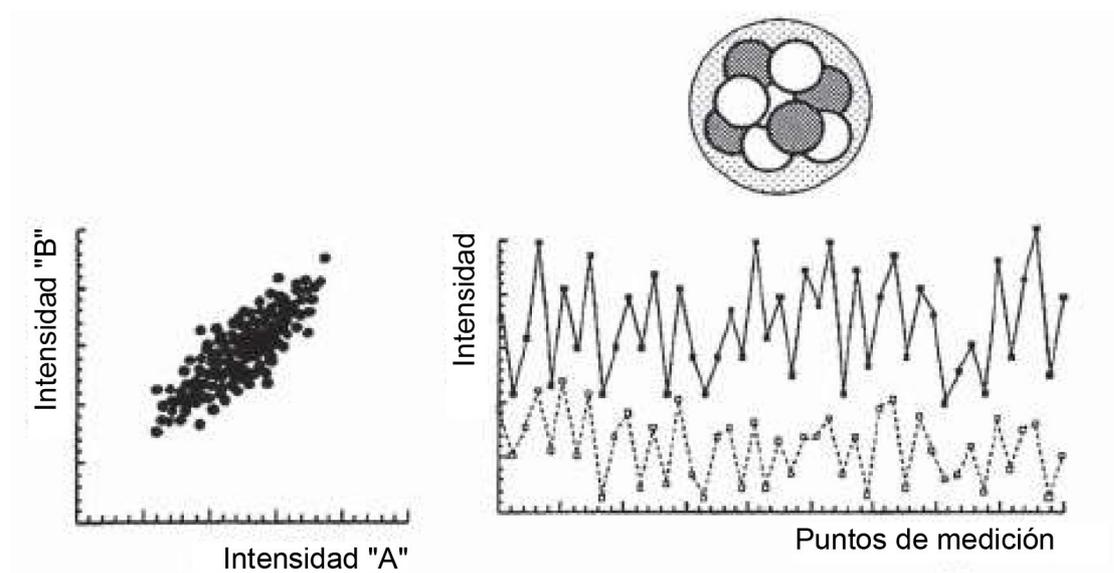


Fig. 5

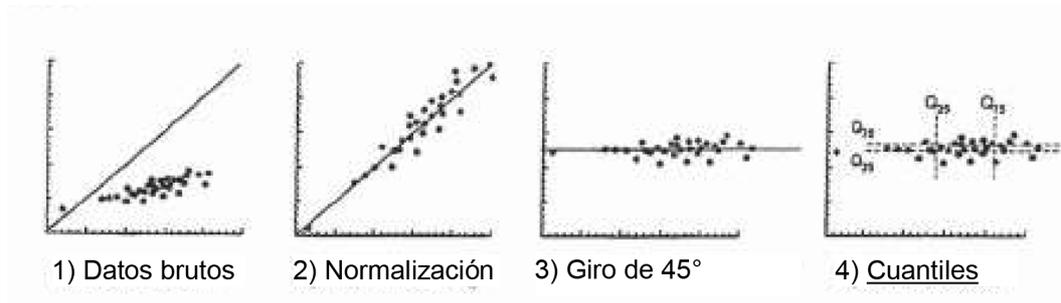


Fig. 6

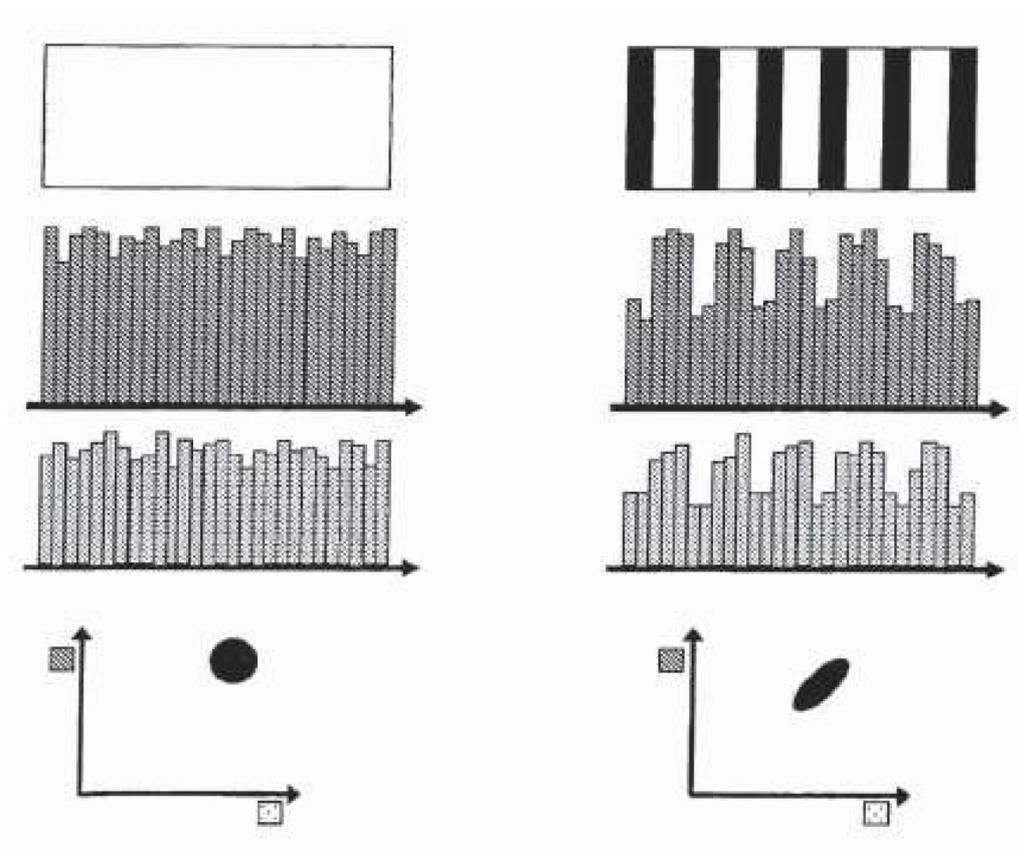


Fig. 7



Fig. 8

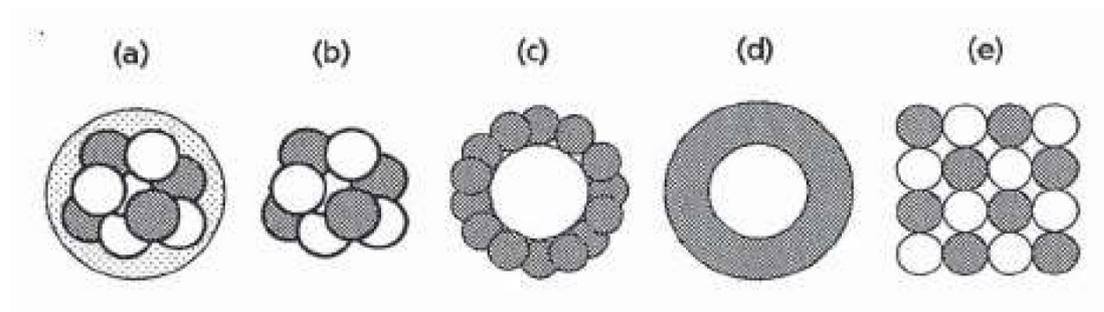


Fig. 9

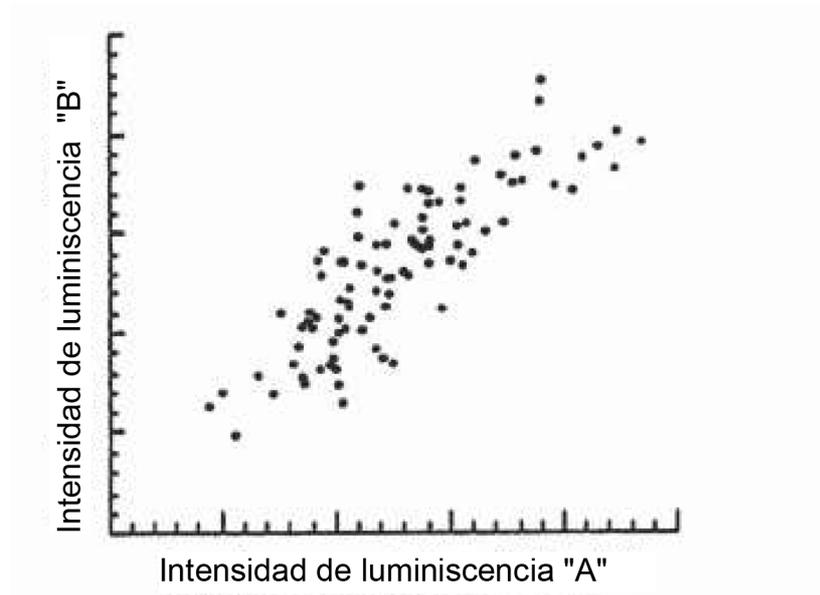


Fig. 10

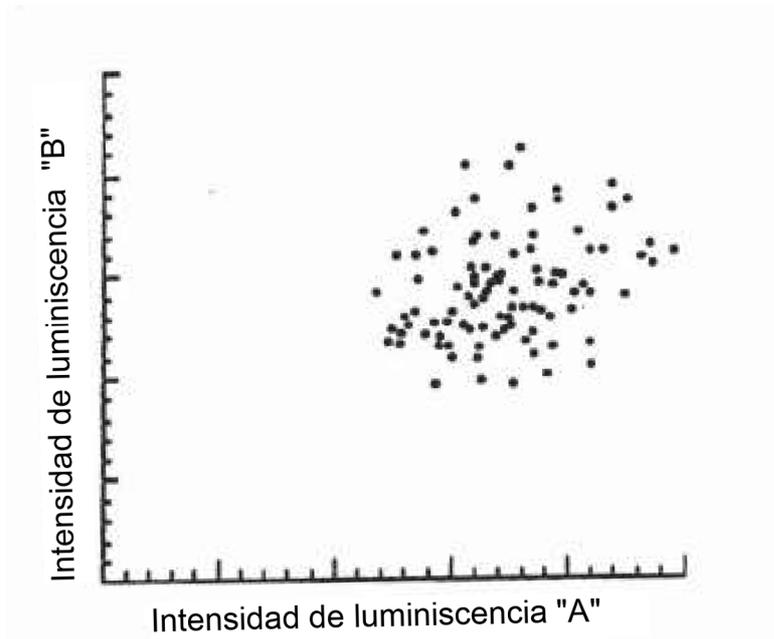


Fig. 11

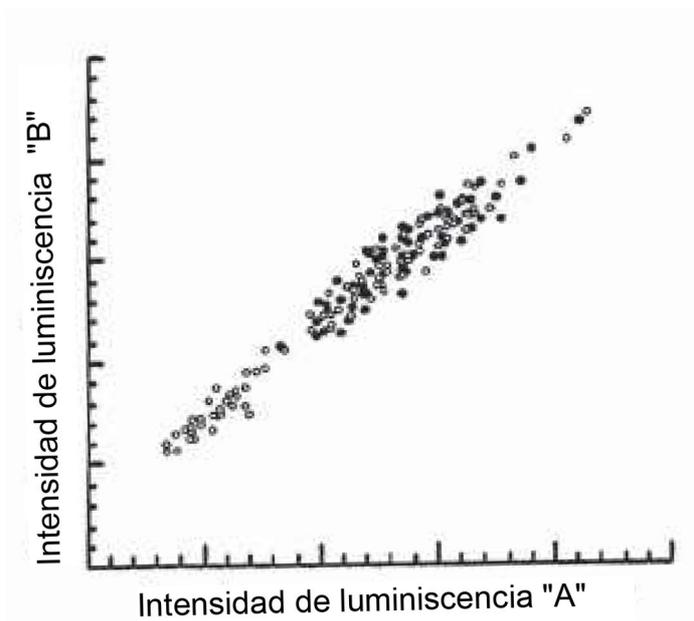
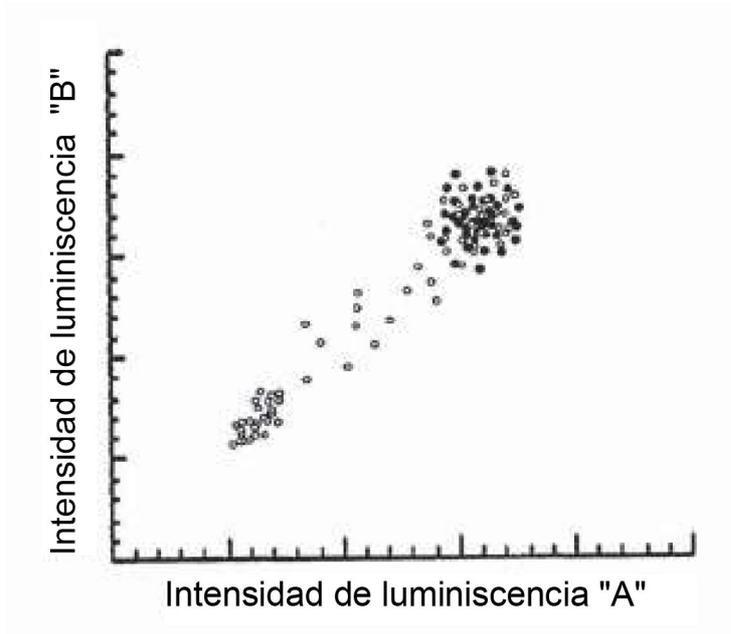


Fig. 12



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citado en la descripción

- DE 102005047609 A1 [0003]
- WO 2006072380 A2 [0068]

10 **Bibliografía no de patentes citada en la descripción**

- **FACHBUCH W. H. PRESS.** Numerical Recipes in C - The Art of Scientific Computing. Cambridge University Press, 1997, 628-645 [0039]
- **R. STORM.** Wahrscheinlichkeitsrechnung, mathematische Statistik und statistische Qualitätskontrolle. Carl Hanser Verlag, 2007, 246-285 [0046]