



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 940 684**

⑮ Int. Cl.:

B42D 25/387 (2014.01)
B42D 25/382 (2014.01)
B42D 25/24 (2014.01)
B42D 25/29 (2014.01)
B42D 25/405 (2014.01)
G07D 7/12 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑥ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.11.2018 PCT/DE2018/100901**

⑦ Fecha y número de publicación internacional: **31.05.2019 WO19101267**

⑨ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2018 E 18821988 (5)**

⑩ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2022 EP 3717273**

⑮ Título: **Sistema de codificación para formar una característica de seguridad en o sobre un documento de seguridad o valor o una pluralidad de documentos de seguridad o valor**

⑩ Prioridad:

27.11.2017 DE 102017127923

⑮ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.05.2023

⑯ Titular/es:

BUNDESDRUCKEREI GMBH (100.0%)
Kommandantenstraße 18
10969 Berlin, DE

⑯ Inventor/es:

STARICK, DETLEF;
PAESCHKE, MANFRED;
KUNATH, CHRISTIAN;
BARTEL, GUSTAV MARTIN;
HEISE, ROLAND;
VANDAHL, CORNELIA;
RÖSLER, SYLKE;
RÖSLER, SVEN;
KEMPFERT, WOLFGANG y
HAUSSMANN, GUIDO

⑯ Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 940 684 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

Sistema de codificación para formar una característica de seguridad en o sobre un documento de seguridad o valor o una pluralidad de documentos de seguridad o valor

5 La invención se refiere a un sistema de codificación para formar una característica de seguridad en o sobre un documento de seguridad o valor o una pluralidad de documentos de seguridad o valor. Además, la invención se refiere a una característica de seguridad que se presenta en forma de una pluralidad de elementos de seguridad. Además, la invención también se refiere a un documento de seguridad o valor que comprende una característica de seguridad según la invención.

Antecedentes de la invención

10 Los materiales luminiscentes orgánicos y/o inorgánicos se han utilizado durante mucho tiempo de diversas formas como características de seguridad en documentos de seguridad y valor, como billetes de banco, pasaportes, documentos de identidad, permisos de conducir, etc., pero también en la protección de productos.

Por el documento GB 1 143 362 A y el documento GB 1 186 251 A es conocido el uso de combinaciones de materiales fluorescentes inorgánicos y/u orgánicos activados por tierras raras, que emiten en particular de forma de banda estrecha en el rangopectral visible o infrarrojo, en documentos de seguridad o valor para generar códigos de luminiscencia. A favor del reconocimiento fiable de los códigos, en este caso se seleccionaron materiales fluorescentes en las publicaciones enumeradas que se caracterizan por distancias espectrales comparativamente grandes entre las líneas de emisión individuales.

15 También por el documento DE 103 46 685 A1 se sabe que la distanciapectral entre las líneas de emisión individuales de los materiales fluorescentes utilizados para realizar un sistema de codificación debe ser de al menos 10 nm. En la última publicación citada, el uso de pigmentos fluorescentes de fósforo que emiten exclusivamente fuera del rangopectral visible se considera una ventaja significativa frente al estado de la técnica conocido hasta ese momento.

20 La publicación DE 601 18 472 T2 se refiere a un dispositivo para proteger documentos, en el que al menos dos motivos imprimibles están provistos de dos tintas, que producen colores idénticos (luminiscentes) en una primera excitación UV con una primera longitud de onda y colores (luminiscentes) diferentes en una segunda excitación UV con una segunda longitud de onda diferente.

25 El documento WO 2017/080654 A1 se refiere a un sistema pigmentario de diferentes pigmentos luminiscentes encapsulados que presentan diferentes espectros de emisión y diferentes impresiones de color de las emisiones de luminiscencia y que deben poseer esencialmente la misma estabilidad química.

30 Por el documento US 2009/141961 A1 se conoce un procedimiento para aplicar y autenticar de forma segura los espectros de emisión de elementos de seguridad luminiscentes con la ayuda de métodos estadísticos multivariados.

35 El documento EP 1 647 947 A1 describe un dispositivo y un procedimiento para comprobar las características de seguridad de la luminiscencia, teniendo bandas espectrales superpuestas las señales de respuesta medidas después de la excitación.

40 El documento US 2013/221656 A1 da a conocer un medio emisor de luz que se aplica sobre un sustrato en forma de motivo y que comprende a su vez dos materiales fluorescentes diferentes que emiten colores diferenciables entre sí en el caso de excitación con una primera y una segunda longitud de onda UV.

Tarea de la invención

45 Tanto en el área de la impresión de seguridad y valor como también en el área de protección de productos, hay un interés creciente en el uso de "características de seguridad pública" (características de nivel 1 que pueden ser verificadas por humanos sin dispositivos adicionales a simple vista y al tacto) y en el uso de características de nivel 2 basadas en efectos ópticos que, debido a la creciente disponibilidad general de aparatos manuales simples para la estimulación óptica (por ejemplo en forma de LEDs UV o infrarrojos fáciles de usar), también se pueden percibir y evaluar cada vez más como elementos de seguridad por parte de los "ciudadanos normales".

50 Algunos de los elementos de seguridad luminiscentes pertenecientes a esta clase de características ya se pueden encontrar en innumerables documentos de seguridad y valor (pasaportes, documentos de identidad, entradas de teatro), careciendo, sin embargo, tales características de "casi nivel 1" a menudo de la seguridad necesaria contra la falsificación.

Por lo tanto, es deseable utilizar características de seguridad luminiscentes exclusivas en los documentos de seguridad y valor correspondientes, que puedan hacerse visibles con medios auxiliares simples, pero que al mismo tiempo contengan información más extensa que va más allá de la impresión visual.

En particular, es deseable que estas características de seguridad luminiscentes también presenten adicionalmente una característica de seguridad de nivel 3 además de su funcionalidad de nivel 2, que podría consistir en la provisión de códigos legibles por máquina. Tales códigos podrían utilizarse para verificar la autenticidad, codificar el valor

nominal o clasificar, por ejemplo, diferentes denominaciones de billetes de banco o productos de valor.

La invención se basa en el problema técnico de proporcionar un sistema de codificación para formar una característica de seguridad en o sobre un documento de seguridad o valor y un sistema para formar características de seguridad en forma de elementos de seguridad en los que sea posible una visibilización de las características de seguridad con ayuda de fuentes de excitación simples y al mismo tiempo se proporcione una protección acrecentada y necesaria contra la falsificación.

La tarea técnica se resuelve según la invención mediante un sistema de codificación según la reivindicación 1, una característica de seguridad según la reivindicación 19 y un documento de seguridad o valor según la reivindicación 20. Las configuraciones ventajosas de la invención resultan de las reivindicaciones dependientes.

10 Definiciones

La luminiscencia es la radiación electromagnética emitida por un sistema físico durante la transición de un estado excitado al estado fundamental. Según las condiciones de excitación y el rango espectral de la radiación electromagnética emitida, se distinguen diferentes tipos de luminiscencia (por ejemplo, fotoluminiscencia, luminiscencia catódica, luminiscencia de rayos X, electroluminiscencia, etc.). En este caso, fotoluminiscencia se refiere al tipo de luminiscencia en el que se efectúa la excitación con la ayuda de radiación UV y la radiación de luminiscencia resultante se emite en el rango espectral visible (VIS, aprox. 380 a 780 nm).

La luminiscencia Anti-Stokes (conversión ascendente) es un caso especial de luminiscencia, efectuándose asimismo una emisión en el rango espectral visible tras excitación inducida por IR de varias etapas.

Los materiales fluorescentes son compuestos químicos orgánicos o inorgánicos que muestran fenómenos de luminiscencia cuando son excitados por radiación electromagnética o de partículas o después de ser excitados por medio de campos eléctricos. Para que esto sea posible, se incorporan iones activadores y, opcionalmente, coactivadores adicionales que actúan como centros de radiación en los retículos básicos de material fluorescente (matrices de material fluorescente) formados por los compuestos químicos. Estos materiales fluorescentes se presentan a menudo como cuerpos sólidos, en particular en forma de pigmentos luminiscentes.

Un espectro de emisión describe la distribución espectral de la radiación electromagnética emitida por los materiales fluorescentes, o bien de la luz emitida por ellos. Tal espectro de emisión puede estar constituido por líneas de emisión y/o bandas de emisión.

Un código es generalmente una norma de representación gráfica para asignar caracteres, símbolos o propiedades mensurables a un mapa de caracteres. En el caso de los códigos de luminiscencia, los datos medidos a asignar resultan de la secuencia espectral de las líneas de emisión y/o bandas de emisión de los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes seleccionados, que se pueden caracterizar generalmente por medio de las longitudes de onda de los máximos de emisión (valores de $\lambda_{\text{máx}}$), las relaciones de intensidad entre las líneas y/o bandas de emisión seleccionadas y posiblemente también por las anchuras medias de estas emisiones.

El sistema de valencia normalizado CIE (también llamado sistema de color normalizado CIE) es un sistema de color tridimensional que fue definido por la Comission internationale de l'éclairage (CIE) en 1931 y permite la descripción de colores y objetos autoluminosos mediante los valores de color normalizados X, Y y Z. Estos resultan de la evaluación lineal y aditiva del espectro de emisión respectivo con una de las tres funciones de valor espectral normalizado $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$ y $\bar{z}(\lambda)$.

Los términos "sistema de valencia normalizado CIE" y "sistema de color normalizado CIE" se usan de manera equivalente en la presente invención.

Las coordenadas de color CIE x, y y z designan las relaciones de los valores de color normalizado X, Y y Z respecto a su suma. La representación de las coordenadas de color x e y da como resultado el diagrama de cromaticidad normalizado bidimensional, que ya no contiene la información de brillo. Debido a la fisiología del ojo, diferentes distribuciones espectrales pueden conducir a coordenadas de color idénticas.

El sistema de valencia normalizado CIE se basa en la definición de un observador normal ideal cuyas funciones de valores espirales corresponden a las funciones de valores espirales normales $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$ y $\bar{z}(\lambda)$. Los colores y los materiales autoluminosos (por ejemplo materiales fluorescentes) que presentan las mismas coordenadas de color se denominan de color idéntico.

La sensación de color y la percepción del color de un observador individual pueden desviarse de las del observador normal definido.

La capacidad de discriminación de color caracteriza la medida de la percepción de diferencias de color por observadores individuales.

Por ejemplo, las denominadas elipses de MacAdam describen rangos de tolerancia en el diagrama de valores

normalizados, que se distinguen por el hecho de que las diferencias de color de diferentes colores basadas en diferentes coordenadas x, y no son percibidas por observadores individuales bajo condiciones visuales definidas y con una cierta probabilidad. Por lo tanto, se puede especificar una tolerancia para las diferencias de color para la igualdad de color percibida, que puede ser dependiente del valor del color.

- 5 Las diferencias de color máximas permisibles en el sentido de igualdad de color percibida pueden determinarse mediante consulta a personas de prueba. Tales investigaciones se denominan mediciones psicométricas, en las que se determina la probabilidad de percibir una diferencia de color. Se considera que dos muestras de color tienen el mismo color si no se valoran como diferenciables por un grupo de observadores suficientemente grande con una probabilidad específica en las condiciones de excitación dadas. Los procedimientos de medición para ello se describen, por ejemplo, en BACKHAUS, W. G. K. KLIEGL, R. WERNER, J. S.: *Color Vision. Perspectives from different Disciplines*. Cap. 2.3. "Psychophysics of Color Vision", así como IRTEL, H.: "Methoden der Psychophysik". y en ERDFELDER, E.: *Handbuch quantitative Methoden* (págs. 479-489), Physiology Verlags Union Weinheim 1996.
- 10 De este modo se pueden predeterminar las diferencias de color aceptables de las coordenadas de color medidas objetivamente, que son consideradas del mismo color por observadores individuales.

- 15 En la presente invención, el término "color idéntico" o "identidad de color" se entiende de modo que dos materiales fluorescentes presentan coordenadas de color idénticas en el sistema de valencia normalizado CIE bajo condiciones de excitación predeterminadas.

- 20 En la presente invención, se entiende que el término "color igual" o "igualdad de color" significa que dos materiales fluorescentes bajo una excitación específica que se sitúan dentro de un rango de tolerancia de color del sistema de color normalizado CIE, por ejemplo, una elipse de MacAdam, se valoran como no diferenciables por un colectivo de observadores suficientemente grande bajo las condiciones de excitación predeterminadas con una probabilidad especificada.

Idea básica de la invención

Un aspecto de la invención se refiere al sistema de codificación definido en la reivindicación 1.

- 25 Otro aspecto de la invención se refiere a la característica de seguridad definida en la reivindicación 19.

- Según la invención, la tarea descrita anteriormente se soluciona reuniéndose y combinándose los materiales luminiscentes que forman los códigos respectivos, excitables en el rango espectral ultravioleta (es decir, en longitudes de onda entre 380 y 315 nm (UV-A), 315 y 280 nm (UV-B), así como entre 280 y 200 nm (UV-C)) o en el rango espectral infrarrojo (IR, por ejemplo a 950 o 980 nm) y que emiten en el rango visible, para formar elementos de seguridad, por ejemplo marcas correspondientes, de tal manera que el ojo humano perciba del mismo color impresiones de color provocadas en el caso de una excitación óptica predeterminada, por ejemplo, con una determinada fuente de radiación UV, de diferentes elementos de seguridad de una característica de seguridad. Esto significa que el observador percibe los diferentes elementos de seguridad, por ejemplo en forma de marcas, visiblemente luminiscentes bajo las condiciones de excitación especificadas respectivamente, que se fijan como características de seguridad a, sobre o en un documento de valor o seguridad, se perciben del mismo color y se consideran presumiblemente idénticos en el espectro, aunque en realidad tengan diferentes espectros electromagnéticos y códigos definidos a través de ellos, que solo pueden verificarse con la ayuda de una técnica especial de medición de luminiscencia.

- 40 Los elementos de seguridad de una característica de seguridad que se perciben del mismo color en cuanto a su luminiscencia pueden utilizarse en diferentes documentos de seguridad o valor (por ejemplo, billetes de banco, documentos de identidad, pasaportes, permisos de conducir, etc.) o también en la protección de productos. Las marcas que aparecen del mismo color pero tienen diferentes códigos pueden usarse, por ejemplo, con el propósito de codificar el valor nominal de diferentes denominaciones de moneda. Por otro lado, sin embargo, también es posible integrar las marcas percibidas del mismo color como características de seguridad varias veces en los mismos, similares o 45 diferentes diseños de un mismo documento de seguridad o valor.

- Sobre la base de los cálculos del modelo y mediante pruebas prácticas se pudo comprobar que, para realizar elementos de seguridad del mismo color o de idéntico color, se pueden utilizar materiales fluorescentes que emiten en el rango espectral visible tanto linealmente como también en forma de bandas y/o sus combinaciones. Teóricamente, existen innumerables posibilidades para la realización de coordenadas x-y idénticas dentro del sistema de valencia normalizado CIE. La selección concreta y el número de materiales fluorescentes y combinaciones de materiales fluorescentes utilizados con emisión exclusiva de banda estrecha y/o banda ancha depende en este caso de la impresión de color deseada, pero al mismo tiempo también del requisito de seguridad respectivo y el esfuerzo permitido para la detección de la luminiscencia emitida y la verificación del código.

- 55 Además, se ha demostrado que los elementos de seguridad del mismo color o de idéntico color se pueden producir tanto con líneas de emisión y/o bandas de emisión que están muy juntas, como también más separadas. La distancia espectral de las líneas de emisión individuales no es directamente decisiva para la impresión de color igual deseada de la luminiscencia emitida de las marcas individuales, pero sí lo es para el esfuerzo que debe realizarse para la

verificación espectrométrica segura. Otros criterios para la selección de los materiales fluorescentes para el sistema de codificación son, por ejemplo, un rendimiento de luminiscencia lo más alto posible, una estabilidad suficientemente alta y una resistencia al envejecimiento frente a las influencias ambientales, así como una distribución del tamaño de grano de los pigmentos luminiscentes adaptada a los procesos de impresión y aplicación seleccionados. Estas 5 propiedades también son de gran importancia, por ejemplo, para el tipo de aplicación de los elementos de seguridad sobre o en los respectivos documentos de seguridad y valor, así como para la verificabilidad segura durante toda la vida o la vida útil del documento de seguridad o valor.

La aplicación de los elementos de seguridad, por ejemplo en forma de marcas, puede realizarse, por ejemplo, mediante 10 tecnologías de impresión convencionales (procedimientos de huecograbado, flexografía, impresión offset o serigrafía, etc.) o bien también mediante otro tipo de procedimientos de revestimiento, siendo los materiales a revestir de papel, diferentes plásticos como también pudiendo estar constituidos por otras sustancias orgánicas o inorgánicas. Además, también puede estar previsto utilizar los elementos de seguridad incorporándose los materiales fluorescentes en 15 plásticos, introduciendo seguidamente los plásticos en el documento de seguridad o valor.

Numerosos materiales fluorescentes están disponibles tanto para la excitación con radiación UV como también para 15 la excitación IR para la realización de elementos de seguridad de idéntico color, o bien del mismo color, por ejemplo, en forma de marcas. En particular, en el caso del uso según la invención de combinaciones de varios materiales fluorescentes, los espectros de emisión resultantes son muy complejos generalmente. Los códigos formados por medio de estas combinaciones tienen un nivel de seguridad de nivel 3 y solo se pueden verificar con la ayuda de una 20 tecnología de medición de luminiscencia eficiente y posiblemente muy compleja y con el conocimiento especial o secreto sobre cuáles de las múltiples y diferentes líneas o bandas de emisión se utilizan para la evaluación.

Los materiales enumerados a continuación se pueden utilizar como retículo básico (matriz) para los materiales fluorescentes inorgánicos excitables por UV utilizados para la producción de los elementos de seguridad según la invención: boratos (por ejemplo LaBO_3 , $\text{SrB}_6\text{O}_{10}$, CaYBO_4 , SrB_4O_7 , $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}$, $\text{SrB}_8\text{O}_{13}$, $\text{Ca}_2\text{B}_5\text{O}_9\text{Br}$), nitruros (por ejemplo CaAlSiN_3 , $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8$, MgSiN_2 , GaN), oxinitruros (por ejemplo $\text{SrSi}_2\text{N}_2\text{O}_2$, $\alpha\text{-SiAlON}$, $\beta\text{-SiAlON}$, óxidos (por ejemplo Al_2O_3 , CaO , Sc_2O_3 , TiO_2 , ZnO , Y_2O_3 , ZrO_2 , La_2O_3 , Gd_2O_3 , Lu_2O_3), haluros y oxihaluros (por ejemplo, CaF_2 , CaCl_2 , K_2SiF_6 , LaOBr), aluminatos (por ejemplo, LiAlO_3 , SrAl_2O_4 , $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$, $\text{BaMgAl}_{11}\text{O}_{17}$, CaAl_2O_4 , $\text{Sr}_4\text{Al}_4\text{O}_{25}$), 25 silicatos (por ejemplo Ba_2SiO_4 , Sr_3SiO_5 , $\text{Sr}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8$, $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$, CaSiO_3 , Zn_2SiO_4 , Ba_2SiO_4 , Y_2SiO_5 , $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$, $\text{Ba}_2\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_7$, $\text{LiCeBa}_4\text{Si}_4\text{O}_{14}$, $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$), halosilicatos (por ejemplo $\text{LaSi}_3\text{O}_3\text{Cl}$, $\text{Ba}_5\text{SiO}_4\text{Cl}_6$, $\text{Sr}_5\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{Cl}_6$), fosfatos (por ejemplo YPO_4 , $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$, MgBaP_2O_7 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{MgBa}_2(\text{PO}_4)_2$), halofosfatos (por ejemplo, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$, $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$), sulfuros (por ejemplo ZnS , CaS , SrS , BaS , SrGa_2S_4 , ZnGa_2S_4 , ZnBa_2S_3), oxisulfuros (por ejemplo $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}$, $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}$, $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}$, $\text{Lu}_2\text{O}_2\text{S}$), sulfatos (por ejemplo $\text{Mg}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_3$), galatos (por ejemplo $\text{Y}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$, CaGa_2O_4 , $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$), vanadatos (por ejemplo YVO_4), molibdatos y wolframatos (por ejemplo CaMoO_4 , Sr_3WO_6 , $\text{La}_2\text{W}_3\text{O}_{12}$, $\text{Tb}_2\text{Mo}_3\text{O}_{12}$, $\text{Li}_3\text{Ba}_2\text{La}_3(\text{MoO}_4)_8$), o también clases de sustancias inorgánicas como, por ejemplo, boruros, carburos, escandatos, titanatos, germanatos e itratos. Esta enumeración no representa ninguna limitación; también se pueden 30 incluir otras clases de materiales o compuestos individuales en la selección de los compuestos inorgánicos en estado sólido adecuados como retículo básico de material fluorescente.

La activación del retículo básico seleccionado se efectúa mediante la incorporación selectiva de uno o más iones 40 ajenos en la respectiva matriz de material fluorescente, empleándose en el caso de materiales fluorescentes excitables en el rango espectral ultravioleta y que emiten en el rango visible principalmente iones de tierras raras y/o iones de metales de transición para el dopaje, o bien codopaje. Estos iones activadores y los iones coactivadores introducidos adicionalmente de manera opcional forman los centros de radiación en los respectivos retículos básicos y, en interacción con estos, determinan las propiedades de luminiscencia de los materiales fluorescentes inorgánicos. En el caso del uso ejemplar de iones de tierras raras trivalentes, como por ejemplo Pr^{3+} , Sm^{3+} , Eu^{3+} , Tb^{3+} , Er^{3+} , Dy^{3+} , Tm^{3+} , o de iones $3d^3$ como Cr^{3+} , Mn^{4+} después de la excitación UV, las emisiones son generalmente similares a líneas, 45 mientras que cuando el retículo básico mencionado como ejemplo está dopado con iones como Mn^{2+} , Cu^+ , Ag^+ , Sn^{2+} , Sb^{3+} , Pb^{2+} , Bi^{3+} , Ce^{3+} y Eu^{2+} se obtienen bandas de emisión con una alta probabilidad.

La conversión de la radiación de excitación infrarroja en luz visible, provocada con la ayuda de materiales fluorescentes, se conoce como luminiscencia anti-Stokes, o bien conversión ascendente. Solo es posible mediante la 50 disposición de aquellos materiales fluorescentes que sean capaces de transformar la radiación IR de excitación en el rango espectral visible a través de procesos de excitación de múltiples etapas. Como retículo básico para tales materiales fluorescentes utilizables según la invención se dispone principalmente de compuestos oxídicos (por ejemplo Y_2O_3 , ZrO_2 , La_2MoO_6 , LaNbO_4 , LiYSiO_4), oxihaluros (por ejemplo YOCI , LaOCl , LaOBr , YOF , LaOF), oxisulfuros (por ejemplo $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}$, $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}$, $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}$, $\text{Lu}_2\text{O}_2\text{S}$) y fluoruros (por ejemplo YF_3 , LaF_3 , LiYF_4 , NaYF_4 , NaLaF_4 , BAYF_5). Para garantizar un rendimiento de luminiscencia suficientemente alto, como centros de radiación en los materiales fluorescentes Anti-Stokes se emplean generalmente combinaciones de iones de tierras raras Yb^{3+} - Er^{3+} , Yb^{3+} - Tm^{3+} e Yb^{3+} - Ho^{3+} . Además, sin embargo, también son conocidos otros materiales fluorescentes, como por ejemplo los materiales SrF_2 : Er^{3+} , YF_3 : Yb^{3+} , Tb^{3+} o CaF_2 : Eu^{2+} , que también se pueden utilizar como conversor de radiación IR-VIS.

Además de los pigmentos luminiscentes inorgánicos, en el sentido de la invención también pueden utilizarse naturalmente 60 materiales fluorescentes orgánicos excitables en el rango UV, o bien IR, y que emiten en el rango visible, como por ejemplo diferentes compuestos complejos orgánicos activados por tierras raras, para producir elementos de seguridad de color idéntico. Estos pueden combinarse opcionalmente con pigmentos luminiscentes inorgánicos seleccionados.

Además, dependiendo de la aplicación concreta, el diseño deseado de la característica de seguridad y la tecnología prevista para la producción de los elementos de seguridad, también los materiales fluorescentes fotoluminiscentes inorgánicos u orgánicos a nanos escala o los puntos cuánticos configurados correspondientemente son adecuados como componentes para proporcionar los componentes de material fluorescente requeridos.

- 5 En una realización particularmente preferida, los materiales fluorescentes seleccionados para la respectiva aplicación del sistema de codificación se modifican mediante cambio selectivo de la composición química del respectivo retículo huésped (básico), es decir, mediante sustituciones efectuadas selectivamente en el retículo parcial de cationes y/o aniones, de modo que los espectros de emisión de estos materiales fluorescentes exclusivos difieren significativamente de los de los luminóforos utilizados en aplicaciones técnicas convencionales o también de los que se han descrito con detalle en la literatura especializada. La protección contra la falsificación de los documentos de valor o seguridad equipados con el sistema de codificación se puede aumentar aún más mediante el uso preferente de tales materiales fluorescentes con espectros de emisión exclusivos.

10 El sistema de codificación según la invención ofrece una variedad de formas de realización para diferentes niveles de seguridad y posibles aplicaciones. Se pueden proporcionar marcas de idéntico color, o bien del mismo color, cuya autenticidad se puede verificar con sensores manuales simples, pero también aquellas en las que se requieren espectrómetros de alta resolución para una verificación segura del código. La envergadura de las posibilidades de verificación se extiende desde las pruebas forenses en un laboratorio especial hasta la detección a alta velocidad de códigos legibles automáticamente.

Formas de realización especiales

- 15 20 Una forma de realización ventajosa de la invención se refiere a un sistema de codificación, formándose los códigos de luminiscencia asignados a los elementos de seguridad luminiscentes a partir de la diferente secuencia espectral de las líneas de emisión y/o bandas de emisión marcadas individualmente de los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes.

25 Otra realización de la invención se refiere a un sistema de codificación, formándose los códigos de luminiscencia asignados a los elementos de seguridad luminiscentes a partir de las relaciones de intensidad de las líneas de emisión y/o bandas de emisión marcadas individualmente de los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes.

30 A su vez, otra forma de realización ejemplar de la invención se refiere a un sistema de codificación, estando previsto al menos un material fluorescente adicional y, por lo tanto, combinaciones de materiales fluorescentes adicionales para formar elementos de seguridad luminiscentes adicionales con otros códigos de luminiscencia.

35 Una forma de realización particularmente ventajosa de la invención se refiere a un sistema de codificación, ajustándose las coordenadas de color de los elementos de seguridad luminiscentes mediante proporciones de mezcla de los materiales fluorescentes utilizados para combinaciones de materiales fluorescentes, lo que da como resultado relaciones de intensidad relativas definidas de las líneas de emisión y/o bandas de emisión marcadas individualmente para la combinación de materiales fluorescentes.

40 Otra forma de realización de la invención se refiere a un sistema de codificación, presentando al menos uno de los materiales fluorescentes un material fluorescente orgánico, en particular un compuesto complejo orgánico activado por tierras raras.

45 Una forma de realización ventajosa de la invención se refiere a un sistema de codificación, presentando al menos uno de los materiales fluorescentes un material fluorescente inorgánico.

50 Otra forma de realización de la invención se refiere a un sistema de codificación en el que se utilizan materiales fluorescentes tanto inorgánicos como también orgánicos de diferentes tamaños de grano y, por ejemplo, también materiales fluorescentes a nanos escala o puntos cuánticos, así como combinaciones de materiales fluorescentes correspondientes.

55 Una forma ventajosa de realización de la invención se refiere a un sistema de codificación, siendo modificados los materiales fluorescentes mediante sustituciones selectivas en el retículo de material fluorescente, de modo que presenten un espectro de emisión exclusivo.

A su vez, otra forma de realización de la invención se refiere a un sistema de codificación, siendo excitables los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes en uno o más rangos de longitud de onda ultravioleta, concretamente en longitudes de onda entre 380 nm y 315 nm (UV-A) y/o en longitudes de onda entre 315 nm y 280 nm (UV-B) y/o en longitudes de onda entre 280 nm y 200 nm (UV-C).

55 Una forma especial de realización de la invención se refiere a un sistema de codificación, siendo de idéntico color o percibiéndose del mismo color los elementos de seguridad luminiscentes de la característica de seguridad en al menos dos condiciones de excitación ajustables en el rango espectral ultravioleta, es decir, en el rango espectral UV-A y/o UV-B y/o UV-C.

Otra forma de realización de la invención se refiere a un sistema de codificación, siendo de idéntico color o percibiéndose del mismo color los elementos de seguridad luminiscentes de la característica de seguridad para cada una de las excitaciones predeterminadas en el rango espectral UV-A, UV-B o UV-C.

5 Una forma de realización ventajosa de la invención se refiere a un sistema de codificación, presentando los elementos de seguridad luminiscentes de la característica de seguridad diferentes coordenadas de color en el sistema de color normalizado CIE para diferentes excitaciones predeterminadas, o al menos aquellas coordenadas de color que se sitúan dentro de un rango de tolerancia de color diferente del sistema de color normalizado CIE, de modo que los elementos de seguridad luminiscentes a una determinada excitación predeterminada se perciben de idéntico color o del mismo color, pero presentan una identidad de color o igualdad de color diferente con otras excitaciones predeterminadas.

10 Una forma ejemplar de realización de la invención se refiere a un sistema de codificación, siendo excitables los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes en el rango de longitudes de onda infrarrojo, es decir, en longitudes de onda entre 950 nm y 980 nm.

15 Otra forma de realización de la invención se refiere a un sistema de codificación, estando distanciados entre sí los máximos de las líneas de emisión y/o las bandas de emisión marcadas individualmente de los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes por unos pocos nanómetros, en particular una distancia de menos de 10 nm, de modo particularmente preferible una distancia de menos de 5 nm, de modo muy particularmente preferible una distancia de menos de 3 nm.

20 Otra forma de realización de la invención se refiere a un sistema de codificación, asignándose una información adicional sobre el tipo de disposición de los elementos de seguridad de la característica de seguridad, por ejemplo, a través de la ubicación o la forma del elemento de seguridad, por ejemplo, en forma de un símbolo, una cifra o un pictograma, al elemento de seguridad.

Una forma ventajosa de realización de la invención se refiere a un sistema de codificación, situándose todas las coordenadas de color de los materiales fluorescentes comprendidos por el sistema de codificación esencialmente en una línea recta en el sistema de color normalizado CIE.

25 Otra forma de realización de la invención se refiere a un sistema de codificación, presentando los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes esencialmente la misma o similar resistencia al envejecimiento.

Los anteriores ejemplos de realización especiales de la invención se describen con mayor detalle a continuación.

30 El sistema de codificación de la invención para formar una característica de seguridad en o sobre un documento de seguridad o valor o una pluralidad de documentos de seguridad o valor se caracteriza en medida especial porque se basa en el uso de diferentes materiales fluorescentes y/o combinaciones de materiales fluorescentes excitables en el rango espectral no visible, especialmente en el rango espectral ultravioleta (UV) o infrarrojo (IR) y que emiten en el rango espectral visible, presentando los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes respectivamente espectros de emisión diferentes en el rango espectral visible bajo condiciones de excitación específicas, de modo que cada uno de los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes se caracteriza por al menos una línea de emisión o banda de emisión diferenciada individualmente, que difiere de las líneas de emisión o bandas de emisión diferenciadas individualmente de los otros materiales fluorescentes y/o combinaciones de materiales fluorescentes.

40 El sistema de codificación también se caracteriza porque comprende al menos tres materiales fluorescentes, preferiblemente exclusivos, y/o las combinaciones de materiales fluorescentes elaboradas a partir de estos materiales fluorescentes, que se combinan en forma de elementos de seguridad para formar características de seguridad, y asignándose a cada elemento de seguridad un código que se forma a partir de la secuencia espectral de las líneas de emisión o bandas de emisión marcadas individualmente de al menos tres materiales fluorescentes y/o combinaciones de materiales fluorescentes y/o las relaciones de intensidad de estas líneas de emisión y/o bandas de emisión.

45 Al mismo tiempo, la solución inventiva se caracteriza porque todos los elementos de seguridad luminiscentes combinados para formar una característica de seguridad presentan coordenadas de color idénticas en un sistema de color normalizado CIE bajo las condiciones de excitación predeterminadas, o al menos aquellas coordenadas de color que se sitúan dentro de un rango de tolerancia de color del sistema de color normalizado CIE, por ejemplo, una elipse de MacAdam. De esta manera, se puede asegurar que todos los elementos de seguridad de una característica de seguridad según la invención equipados con códigos de luminiscencia sean percibidos por el observador con el mismo color bajo condiciones de excitación definidas.

55 En el caso de utilización de exactamente tres materiales fluorescentes para formar una característica de seguridad del sistema de codificación, las coordenadas de color de los espectros de emisión de los materiales fluorescentes individuales en el sistema de color normalizado CIE se deben situar en gran medida en línea recta para poder proporcionar varios códigos de luminiscencia diferentes con coordenadas de color idénticas mediante combinación de estos materiales fluorescentes. Como han demostrado los modelos de cálculo y los ensayos prácticos, en este caso se pueden generar al menos tres códigos diferenciables con coordenadas de color exactamente idénticas y secuencia espectral diferente de las líneas de emisión marcadas individualmente, que se generan combinando dos de los tres

5 materiales fluorescentes seleccionados (pares de materiales fluorescentes) y mediante una combinación ternaria correspondiente (material fluorescente triple). Si además de las características espectrales también se utilizan las relaciones de intensidad entre las emisiones seleccionadas para el ajuste del código, existen más posibilidades para la formación de combinaciones ternarias diferenciables. El ajuste exacto de las coordenadas de color de las combinaciones individuales está vinculado a proporciones de mezcla específicas entre los materiales fluorescentes individuales. Por el contrario, con una disposición triangular de las coordenadas de color de tres materiales fluorescentes diferentes resultantes de los espectros de emisión alrededor de una coordenada de color objetivo predeterminada, se produce una única posibilidad de ajustar la ubicación exacta del color objetivo. Esto significa que solo se podría generar un único código de luminiscencia de esta manera.

10 Sin embargo, los elementos de seguridad equipados con códigos de luminiscencia también pueden ser percibidos del mismo color por el observador si las respectivas coordenadas de color no son exactamente idénticas pero están posicionadas dentro de un rango de tolerancia de color del sistema de valores de color normalizado CIE (por ejemplo, una elipse de MacAdam). Las investigaciones correspondientes han demostrado que incluso cuando solo se utilizan tres materiales fluorescentes en estas condiciones es posible, por ejemplo, proporcionar hasta siete códigos de luminiscencia diferentes que los sujetos evalúan con el mismo color. Además de la secuencia espectral de las líneas y/o bandas de emisión individuales, las relaciones de intensidad ajustadas de manera diferente entre estas líneas y/o bandas también deben incluirse en la formación del código como propiedades características.

15 20 Mediante la adición de materiales fluorescentes adicionales, de modo preferible exclusivamente modificados, se pueden aumentar aún más las posibilidades de proporcionar códigos de luminiscencia diferenciables. Debe tenerse en cuenta que el número de códigos generables también depende, por ejemplo, del posicionamiento concreto de la ubicación del color objetivo, así como de las distancias espectrales permitidas entre los máximos de las líneas y/o bandas de emisión marcadas individualmente. Además, se debe considerar que los luminóforos utilizados en la práctica, por ejemplo materiales fluorescentes modificados activados por tierras raras, suelen tener varias líneas de emisión y, a menudo, espectros de líneas complejos incluso como componentes individuales. También de este modo aumenta el número de posibles asignaciones de códigos al nivel de seguridad de nivel 3.

25 30 En otro aspecto esencial de la invención se proporciona un procedimiento para producir una característica de seguridad de un sistema de codificación para la aplicación en documentos de seguridad o valor, así como en la protección de productos.

35 40 En este caso, en un primer paso, se deben tomar decisiones sobre las condiciones de excitación para la característica de luminiscencia inventiva, sobre la ubicación del color objetivo deseado, o bien un rango de tolerancia de color definido correspondientemente para la realización de la identidad de color deseada de los elementos de seguridad individuales necesarios para la característica de seguridad, así como sobre el número de códigos requeridos para la protección de la autenticidad. Estas decisiones dependen del tipo y del uso de los documentos de valor y seguridad a proteger o de los productos dignos de protección, del esfuerzo permitido para la verificación de los códigos de luminiscencia y de las especificaciones de diseño para la característica.

45 50 Un paso adicional se refiere a la selección de los materiales fluorescentes necesarios para la producción de los elementos de seguridad necesarios. La selección puede efectuarse sobre la base de los espectros de emisión medidos de los materiales fluorescentes a evaluar, preferiblemente con características de emisión exclusivas. Las coordenadas de color CIE de los materiales fluorescentes individuales, calculables a partir de los espectros de emisión, proporcionan información sobre la disponibilidad y el número de combinaciones de estos materiales fluorescentes para realizar la ubicación de color objetivo predeterminada, o bien de un rango de tolerancia de color correspondiente. Sobre la base de estos resultados de medición, se pueden calcular de antemano las proporciones de mezcla de los componentes importantes para la producción de las combinaciones de material fluorescente.

55 60 El siguiente paso del procedimiento tiene como objetivo la comprobación experimental que puede ser necesaria y la determinación de las proporciones de mezcla para la creación de los elementos de seguridad de color idéntico de la característica de seguridad. Como regla general, solo se requieren algunos ensayos prácticos para determinar, sobre la base de los cálculos colorimétricos realizados, las proporciones de mezcla válidas en las condiciones de aplicación para la combinación de los materiales fluorescentes seleccionados para formar elementos de seguridad de color idéntico. Sin embargo, la comprobación experimental es necesaria para determinar las interacciones entre los materiales fluorescentes utilizados, así como otros factores de influencia que afectan las propiedades ópticas independientes y diferentes (comportamiento de emisión propia, absorción y reflexión) de los demás componentes orgánicos e inorgánicos (aglutinantes, aditivos) de las composiciones de color usadas para la aplicación de la característica de seguridad utilizada, así como los efectos ópticos de los materiales soporte utilizados.

65 70 En un paso de procedimiento adicional, los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes seleccionados se aplican o introducen sobre o en los materiales soporte de los respectivos documentos de seguridad o valor. Este paso del proceso puede realizarse, por ejemplo, con ayuda de los procedimientos de impresión habituales (impresión por huecograbado, impresión flexográfica, métodos de impresión offset o serigrafía, etc.), o bien también utilizando otras tecnologías de revestimiento.

75 Un último paso del procedimiento para producir una característica de seguridad según la invención se reserva para la

asignación final del código. Sobre la base de los espectros de emisión, medidos bajo condiciones de excitación definidas, de los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes de idéntico color o del mismo color, se seleccionan los máximos de emisión (valores de $\lambda_{\text{máx}}$) de las líneas de emisión y/o bandas de emisión marcadas individualmente, preferiblemente exclusivas, así como aquellas líneas y/o bandas de emisión en las que la relación de las intensidades de luminiscencia respectivas puede considerarse una propiedad representativa del código, y se asignan a un mapa de caracteres, por ejemplo una secuencia de números o letras.

Además, la esencia de la invención está determinada por la provisión de un procedimiento para la lectura de los códigos de luminiscencia y para la verificación de la autenticidad de los elementos de seguridad, realizados por ejemplo como marcas, de una característica de seguridad del sistema de codificación según la invención. Este procedimiento incluye: la excitación de los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes presentes en los elementos de seguridad con una radiación de excitación invisible predeterminada, que es generada en particular por fuentes de radiación UV o IR adecuadas, la detección de los espectros electromagnéticos de estos materiales fluorescentes y/o estas combinaciones de materiales fluorescentes en un rangopectral visible predeterminado con la ayuda de espectrómetros ópticos adecuados, así como la evaluación de los resultados de la medición y la posterior valoración de la autenticidad, verificándose la presencia de las características de emisión relevantes para el código depositado y comparándose con la información del código depositado.

El gasto técnico necesario para la verificación segura de los códigos de luminiscencia de idéntico color, o bien del mismo color introducidos en los elementos de seguridad individuales que forman la característica de seguridad respectiva del sistema de codificación depende de diversos factores. Estos incluyen la anchura del rangopectral a detectar en el rango visible y la extensión de la complejidad de los espectros de emisión individuales, preferiblemente exclusivos de los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes utilizados, requiriendo en particular pequeñas distancias espectrales entre los máximos de las líneas y/o bandas de emisión características relevantes para la formación de códigos el uso de espectrómetros ópticos eficaces con un alto poder de resolución espectral.

Otro factor esencial se refiere además a los requisitos en la velocidad de detección resultantes de la aplicación práctica de las características de seguridad según la invención en documentos de valor y seguridad, o bien en la protección de productos. Extensas investigaciones han demostrado que, sobre la base de la invención, se pueden reunir elementos de seguridad de nivel 3 legibles mecánicamente cuyos códigos de luminiscencia se pueden verificar de forma segura tanto a las velocidades de detección habituales en los cajeros automáticos (ATM, Cash Management System) como también en las clasificadoras de bancos centrales

Por otro lado, en términos de seguridad contra la falsificación, por supuesto es bastante ventajoso, por ejemplo, que al menos dos de las líneas de emisión marcadas individualmente de los elementos de seguridad de idéntico color se sitúen tan cerca que no se puedan diferenciar entre sí sin mayor esfuerzo técnico.

La ventaja de la invención radica en el gran margen para la configuración concreta de los elementos de seguridad pertenecientes a una característica de seguridad inventiva, que se abre por medio de las múltiples combinaciones posibles de los diferentes materiales fluorescentes. Por lo tanto, es posible decidir exactamente lo reducida que debe ser la distancia espectral de al menos dos líneas de emisión marcadas individualmente, por ejemplo, con respecto al máximo nivel de protección contra la falsificación y lo reducida que debe ser la misma en vista de las circunstancias de verificación, por ejemplo en las condiciones de detección de alta velocidad. En una forma ventajosa de realización de la invención, por lo tanto, se prevé que los máximos de al menos dos de las líneas de emisión marcadas individualmente, preferiblemente exclusivas, de los elementos de seguridad pertenecientes a una característica de seguridad en el espectro electromagnético estén separadas solo por algunos nanómetros, presentando estos preferiblemente una distancia de menos de 10 nm, de modo especialmente preferible una distancia de menos de 5 nm y, de modo muy especialmente preferible, una distancia de menos de 3 nm.

Una forma particularmente ventajosa de realización de la invención consiste además en que los elementos de seguridad combinados para formar características de seguridad son percibidos por el ojo humano con el mismo color no solo en el caso de una excitación óptica predeterminada, sino también al menos en el caso de una excitación óptica adicional, en principio diferenciable de la primera excitación óptica. Como es generalmente conocido y ya se ha descrito, el rangopectral ultravioleta se subdivide en los rangos UV-A (380-315 nm), UV-B (315-280 nm) y UV-C (280-100 nm) en la literatura y en la aplicación técnica, disponiéndose también de diferentes fuentes de radiación para los tipos de radiación definidos individualmente. En este contexto, se ha demostrado sorprendentemente que, para la producción de una característica de seguridad del sistema de codificación según la invención, también pueden seleccionarse aquellos materiales fluorescentes y combinaciones de materiales fluorescentes cuyos espectros de emisión preferentemente exclusivos, por ejemplo en el caso de excitación tanto con fuentes de radiación UV-A como también UV-B en el sistema de color normalizado CIE, tienen coordenadas de color idénticas, o bien aquellos que se sitúan dentro de los rangos de tolerancia de color determinados, de modo que el observador percibe del mismo color todos los elementos de seguridad de la característica de seguridad correspondiente equipados con diferentes códigos de luminiscencia bajo ambas condiciones de excitación.

Además, se pudo demostrar que, sobre la base de la invención, también se pueden proporcionar elementos de seguridad luminiscentes para el cambio entre excitación UV-A y UV-C, o bien para el cambio entre excitación UV-B y UV-C, en los que las impresiones de color perceptibles después de la excitación se conservan incluso en el caso de

modificación de las condiciones de excitación. En una forma particularmente ventajosa de realización de la invención, los elementos de seguridad seleccionados para la formación de una característica de seguridad del sistema de codificación se identifican del mismo color por el observador para todas las condiciones de excitación ajustables en el rangopectral ultravioleta, es decir, tanto en el caso de excitación con fuentes de radiación UV- A, UV-B o UV-C.

- 5 La variedad de posibles variaciones para la realización de la invención también se expresa en el hecho de que incluso en el caso de una modificación de las impresiones de color perceptibles de los elementos de seguridad debida al cambio de las fuentes de excitación UV, los espectros de emisión de los materiales fluorescentes seleccionados y las combinaciones de materiales fluorescentes pueden ajustarse ventajosamente de tal manera que se evalúen del mismo color los elementos luminiscentes bajo las condiciones de excitación definidas respectivamente. Esto significa que el observador percibe todos los elementos de seguridad del mismo color rojo para un tipo de excitación, por ejemplo, y del mismo color verde para el otro tipo de excitación, por ejemplo.

10 En otra forma preferida de realización de la invención, los elementos de seguridad utilizados para formar una característica de seguridad inventiva, que presentan las mismas impresiones de color bajo diferentes condiciones de excitación, preferiblemente en el rangopectral UV, también pueden equiparse de tal manera que las líneas de emisión y/o bandas de emisión necesarias para formar el código de seguridad de nivel 3, marcadas individualmente y en particular exclusivas, solo se emitan con uno de los diferentes tipos de excitación y, por lo tanto, solo estén disponibles para la verificación de autenticidad en estas condiciones de excitación.

15 20 Para aumentar aún más la seguridad de los elementos de seguridad, puede ser conveniente incluir más información en la verificación. Por lo tanto, en otra forma de realización ventajosa está previsto además que el sistema de codificación forme información adicional sobre una disposición y/o un contorno de los elementos de seguridad sobre o en el documento de seguridad o valor. Tal disposición puede ser, por ejemplo, una posición determinada en el documento de seguridad o valor. Sin embargo, el propio elemento de seguridad también puede presentar un contorno específico, por ejemplo, la forma de un carácter, un símbolo, una cifra o un pictograma. Durante la verificación se comprueba adicionalmente la posición en el documento de seguridad o valor y/o la disposición y/o la presencia del contorno correspondiente del elemento de seguridad.

25 La invención se explica con más detalle a continuación por medio de ejemplos de realización preferidos con referencia a las figuras. A este respecto muestran:

- Figs. 1a - e: los espectros de emisión de tres materiales fluorescentes modelo, así como las coordenadas de color correspondientes, representados en un sistema de color normalizado CIE, o bien en el diagrama de cromaticidad normalizado del sistema de color normalizado CIE,
- Figs. 2a - f: los espectros de emisión de las combinaciones de materiales fluorescentes que se forman a partir de los tres materiales fluorescentes modelo que se muestran en la Fig. 1a a la Fig. 1e y cuyas coordenadas de color coinciden con la ubicación del color objetivo predeterminada,
- Figs. 3a - e: espectros de emisión adicionales de otros tres materiales fluorescentes modelo, así como las coordenadas de color asociadas de estos materiales fluorescentes modelo representados en un sistema de color normalizado CIE, o bien en el diagrama de cromaticidad normalizado,
- Figs. 4a - e: los espectros de emisión de las combinaciones de materiales fluorescentes que se forman a partir de los otros tres materiales fluorescentes modelo mostrados en la Figs. 3a a la Fig. 3e y cuyas coordenadas de color coinciden con la ubicación del color objetivo caracterizada en la Fig. 4a,
- Figs. 5a - e: ejemplos de otros espectros de emisión de colores idénticos de otras combinaciones de materiales fluorescentes a partir de cuatro materiales fluorescentes modelo, estando posicionadas las coordenadas de color de los cuatro materiales fluorescentes modelo individuales según la Fig. 5a en forma de rectángulo alrededor de una posible ubicación del color objetivo,
- Figs. 6a - c: a modo de ejemplo, tres espectros de emisión reales de tres materiales fluorescentes reales seleccionados,
- Figs. 7a - e: espectros de emisión ejemplares de combinaciones de materiales fluorescentes, en particular pares de materiales fluorescentes y combinaciones ternarias, que se forman a partir de los tres materiales fluorescentes reales seleccionados mostrados en la Fig. 6a a la Fig. 6c,
- Fig. 8 las coordenadas de color en el diagrama de cromaticidad normalizado CIE de los espectros de emisión de los pares de materiales fluorescentes y combinaciones ternarias de los tres materiales fluorescentes reales seleccionados mostrados en las Figs. 7a-e,
- Figs. 9a y b las coordenadas de color en el diagrama de cromaticidad normalizado CIE de los espectros de emisión de los materiales fluorescentes reales seleccionados y las combinaciones de materiales fluorescentes mostrado en las Figs. 6a – c, así como en las Figs. 7a - e, así como un rango de tolerancia de color determinado para los materiales fluorescentes reales y combinaciones de

materiales fluorescentes descritos bajo diferentes condiciones de excitación, a saber, una vez con una excitación de 313 nm (Fig. 9a:) y otra vez con una excitación de 365 nm (Fig. 9a).

Además, las realizaciones preferidas de la invención también se explican con más detalle con referencia a las siguientes tablas, describiendo estas lo siguiente, a saber:

- 5 Tab. 1 datos específicos de luminiscencia de tres materiales fluorescentes modelo seleccionados como se describe en particular en las Figs. 1c a 1e,
- 10 Tab. 2 proporciones de mezcla para la formación de combinaciones de materiales fluorescentes cuyas coordenadas de color coinciden con la ubicación del color objetivo predeterminado, como se describe en las Figs. 2a a 2j,
- 15 Tab. 3 datos específicos de luminiscencia de otros tres materiales fluorescentes modelo seleccionados como se describe en particular en las Figs. 3c a 3e,
- 20 Tab. 4 proporciones de mezcla para la formación de combinaciones de los otros tres materiales fluorescentes modelo cuyas coordenadas de color coinciden con la ubicación del color objetivo predeterminado, como se describe en las Figs. 4a a 4e,
- 25 Tab. 5 datos específicos de luminiscencia de cuatro materiales fluorescentes modelo seleccionados como se describe en particular en las Figs. 5a a 5e,
- 30 Tab. 6 proporciones de mezcla para la formación de combinaciones de idéntico color de los cuatro materiales fluorescentes modelo, y
- 35 Tab. 7 coordenadas de color de los tres materiales fluorescentes reales seleccionados y las combinaciones formadas a partir de estos materiales fluorescentes según las proporciones de mezcla indicadas.

En la Fig. 1a se muestra una representación esquemática del diagrama de cromaticidad normalizado CIE 5 del sistema de valencia normalizado CIE. El sistema de valencia normalizado CIE se definió para establecer una relación entre la percepción humana del color y las causas físicas del estímulo del color y generalmente cubre todos los colores perceptibles, refiriéndose en este caso a un observador normal definido.

- 40 Tab. 8 Además, la Fig. 1a y en particular el área parcial ampliada de la Fig. 1b muestran las coordenadas de color x e y 10, 20, 30 de las líneas de emisión de tres posibles materiales fluorescentes individuales simulados en el diagrama de cromaticidad normalizado CIE. En este caso, la ampliación según la Fig. 1b muestra que estas coordenadas de color 10, 20, 30 se encuentran esencialmente en una línea recta en el diagrama de cromaticidad normalizado CIE. Para mayor claridad, las coordenadas de color 10, 20, 30 se muestran con diferentes símbolos, a saber, la coordenada de color 10 como un triángulo Δ , la coordenada de color 20 como un cuadrado \square y la coordenada de color 30 como un círculo \circ , mostrando las Figs. 1c a 1e los espectros de emisión correspondientes (líneas de emisión) 1, 2, 3.

- 45 Tab. 9 A pesar de las pequeñas distancias espectrales de las líneas de emisión y las pequeñas distancias de las coordenadas de color calculadas, no es posible proporcionar elementos de seguridad del mismo color para formar una de las características de seguridad bajo uso de los materiales fluorescentes individuales modelados seleccionados. Las investigaciones han demostrado que un área del rango de color cubierto por las coordenadas de color de las líneas de emisión utilizadas con fines de simulación es aproximadamente 7 veces mayor que la elipse de MacAdam más cercana.

- 50 Tab. 10 Los espectros de emisión 1, 2, 3 de los tres materiales fluorescentes (ficticios) modelados y emisores de banda estrecha seleccionados se muestran en las Figs. 1c a 1e. En otras palabras, las Figs. 1c a 1e muestran los espectros de emisión que pertenecen a las coordenadas de color x e y de las coordenadas de color 10, 20, 30, o bien los símbolos Δ , \square y \circ mostrados en la Figura 1b. Las longitudes de onda de los máximos de emisión de las líneas de emisión se sitúan en 619,8 nm para el espectro de emisión 1 (símbolo Δ), 624,2 nm para el espectro de emisión 2 (símbolo \square) y 626,4 nm para el espectro de emisión 3 (símbolo \circ). Las anchuras medias de las líneas de emisión marcadas individualmente se establecieron en 1 nm. Los datos característicos de los materiales fluorescentes modelo seleccionados se resumen de nuevo en la Tab. 1 a continuación.

- 55 Tab. 11

	Longitud de onda de emisión	Coordenadas de color		Anchura media
	$\lambda_{\text{máx}}/\text{nm}$	X	y	Nm
Material fluorescente modelo 1 (triángulo Δ)	619,8	0,691	0,309	1
Material fluorescente modelo 2 (cuadrado \square)	624,2	0,699	0,301	1
Material fluorescente 3 (círculo \circ)	626,4	0,703	0,297	1

5 Las Figs. 2a y 2b muestran nuevamente (como la Fig. 1a) una representación de las coordenadas de color x e y 10, 20, 30 de los espectros de emisión/líneas de emisión 1, 2, 3 de los tres posibles materiales fluorescentes individuales simulados en el diagrama de cromaticidad normalizado CIE como se representaron ya en la Fig. 1. Además, también se predetermina una posible coordenada de color objetivo definida/una ubicación de color objetivo 50 y se caracteriza con el símbolo *.

10 Las representaciones resumidas en la Fig. 2, así como los datos enumerados en la Tab. 2 muestran que las posibles coordenadas objetivo predeterminadas, o bien la ubicación de color objetivo predeterminada 50 (véase la Fig. 2b) se pueden realizar mediante diferentes combinaciones de los tres materiales fluorescentes modelo seleccionados. En este caso, se obtienen varios espectros de emisión de idéntico color 12, 13, 123-1 o 123-2, que pueden utilizarse para formar códigos de luminiscencia del mismo color.

Tab. 2

Ubicación del color objetivo (símbolo *) x = 0,696, y = 0,304	Proporción de mezcla/fracción cuantitativa de material/%		
	Material fluorescente 1	Material fluorescente 2	Material fluorescente 3
Mezcla 12	32	68	
Mezcla 13	50		50
Mezcla 123-1	44	27	29
Mezcla 123-2	46	17	37

15 En este caso, el número de elementos de seguridad del mismo color que se pueden generar de esta manera depende de que solo se recurra a la secuencia espectral diferente de las emisiones lineales seleccionadas para la asignación de códigos o también se incluyan las relaciones de intensidad entre las líneas de emisión separadas marcadas individualmente como una propiedad de formación de código. En el caso considerado en primer lugar se pueden crear exactamente tres espectros de emisión diferenciables con coordenadas de color idénticas sobre la base de los materiales fluorescentes seleccionados. Estos se refieren a la combinación por pares de dos de los tres materiales fluorescentes (Figs. 2c y 2d) correspondientes a una combinación ternaria. En las Figs. 2e y 2f se representan ejemplos del espectro de emisión de esta única combinación ternaria.

20 A este respecto, la Fig. 2c muestra el espectro de emisión 12, que es una combinación de un primer y un segundo material fluorescente. La Fig. 2d muestra el espectro de emisión 13, que es una combinación del primer y tercer material fluorescente, y la Fig. 2e muestra el espectro de emisión 123-1, que representa una posible combinación ternaria del primer, segundo y tercer modelo de material fluorescente. La Fig. 2f muestra el espectro de emisión 123-2 de una combinación ternaria alternativa del primer, segundo y tercer material fluorescente modelo, que se caracteriza por una proporción de mezcla diferente.

25 Si también se utilizan las diferentes relaciones de intensidad (como, por ejemplo, en la Fig. 2e y la Fig. 2f) entre las líneas de emisión características individuales para elaborar el código, existen más posibilidades de proporcionar espectros de emisión del mismo color a partir de diferentes combinaciones ternarias mediante variación de las proporciones de mezcla. La Fig. 2f muestra un posible ejemplo de otra combinación de los espectros de emisión de los tres materiales fluorescentes ficticios, en la que las relaciones de intensidad ajustadas de las líneas de formación de código difieren significativamente de las de la Fig. 2e.

30 Las Figs. 3a a 3e y las Figs. 4a a 4e y las correspondientes Tablas 3 y 4 (véase a continuación) ilustran otro posible ejemplo de elaboración de un sistema de codificación basado en otros tres modelos de materiales fluorescentes que también presentan emisiones singulares y coordenadas de color que nuevamente se sitúan en una línea recta en el diagrama de cromaticidad CIE. Los espectros de emisión 1', 2', 3' de los tres materiales fluorescentes modelados (ficticios) seleccionados utilizados para los cálculos del modelo se muestran en las Figs. 3c a 3e. Las coordenadas de color x e y 10', 20', 30' a las que están asignados los símbolos Δ , \square y o en las Figuras 3a y 3b pueden derivarse de ellas.

35 40 En comparación con los materiales fluorescentes modelo descritos en la Fig. 1 y la Fig. 2 anteriores, los materiales fluorescentes ficticios seleccionados para este ejemplo tienen distancias significativamente mayores entre los diferentes máximos de emisión. Además, las anchuras medias de los materiales fluorescentes modelo se ajustaron de tal manera que resultaron emisiones tanto en forma de línea (véase, por ejemplo, la Fig. 3e) como también en forma de banda (véase, por ejemplo, la Fig. 3d). En las Figs. 3a y 3b puede verse que, debido a las distancias espectrales comparativamente grandes, las coordenadas de color de los materiales fluorescentes ejemplares también están muy separadas en el diagrama de cromaticidad normalizado CIE. Las impresiones de color correspondientes presentan un claro cambio de color y, por lo tanto, una clara diferencia de color varían de verde a rojo.

Tab. 3

	Longitud de onda de emisión $\lambda_{\text{máx.}}/\text{nm}$	Coordenadas de color		Anchura media nm
		X	y	
Material fluorescente modelo 1 (triángulo Δ)	545	0,268	0,721	13
Material fluorescente modelo 2 (cuadrado \square)	574	0,473	0,526	25
Material fluorescente modelo 3 (círculo o)	600	0,627	0,373	4

Tab. 4

Ubicación del color objetivo (símbolo *) x = 0,443, y = 0,554	Proporción de mezcla/fracción cuantitativa de material/%		
	Material fluorescente modelo 1	Material fluorescente modelo 2	Material fluorescente modelo 3
Mezcla 12'	31	69	
Mezcla 13'	63		37
Mezcla 123-1'	22	73	5
Mezcla 123-2'	47	36	17

5 También en este caso, a través de la combinación selectiva de los materiales fluorescentes, se pueden elaborar los
 espectros de emisión diferenciables 12', 13', 123-1', 123-2' con coordenadas de color idénticas (la ubicación del color
 objetivo se caracterizó de nuevo con el símbolo *, véase la Fig. 4a) y sobre esta base se pueden crear elementos de
 seguridad de idéntico color, o bien al menos del mismo color. Las Fig. 4b y 4c muestran los espectros de emisión 12',
 13' de los pares de materiales fluorescentes configurados correspondientemente, las figuras 4d y 4e muestran los
 10 espectros de emisión 123-1', 123-2' de dos combinaciones triples seleccionadas como ejemplo, que se caracterizan
 por diferentes relaciones de intensidad de las líneas de emisión y las bandas de emisión distinguidas individualmente.

15 Otro ejemplo para la explicación de la invención se muestra en las imágenes de la Figura 5, pudiéndose extraer los
 datos correspondientes de las Tab. 5 y 6. En este caso, se agruparon las líneas de emisión de cuatro materiales
 fluorescentes ficticios con las coordenadas de color 10", 20", 30", 40" representadas en la Fig. 5a (nuevamente se
 representan con los símbolos: triángulo Δ , cuadrado \square , círculo o y círculo con cruz \otimes) en forma de rectángulo alrededor
 20 de una ubicación del color objetivo 50" (símbolo *). Al mismo tiempo, el posicionamiento de la ubicación del color
 objetivo 50" se efectuó de tal manera que se sitúa entre dos de las coordenadas de color supuestas de los materiales
 fluorescentes modelo, es decir, en las diagonales de las respectivas coordenadas de color opuestas. Además de
 numerosas variantes para combinaciones cuaternarias (que representan, por ejemplo, las Figs. 5b, 5d y 5f, otras son
 posibles), de este modo también resultan dos espectros de emisión 13", 24" con una disposición por pares de las
 líneas de emisión individuales seleccionadas (véanse las Fig. 5c y 5e). Si hubiera diferentes especificaciones para la
 ubicación del color objetivo, también sería posible establecer una combinación ternaria de idéntico color a expensas
 de una combinación binaria.

Tab. 5

	Longitud de onda de emisión $\lambda_{\text{máx.}}/\text{nm}$	Coordenadas de color		Anchura media nm
		X	y	
Material fluorescente modelo 1 (triángulo Δ)	450	0,156	0,019	15
Material fluorescente modelo 2 (cuadrado \square)	500	0,018	0,529	15
Material fluorescente modelo 3 (círculo o)	550	0,305	0,688	15
Material fluorescente modelo 4 (círculo con cruz \otimes)	630	0,705	0,295	15

Tab. 6

Ubicación del color objetivo (símbolo *) x = 0,250, y = 0,450	Proporción de mezcla/fracción cuantitativa de material/%			
	Material fluorescente 1	Material fluorescente 2	Material fluorescente 3	Material fluorescente 4
Mezcla 13"	27		73	
Mezcla 24"		74		26
Mezcla 1234-1"	19	22	52	7
Mezcla 1234-2"	12	41	33	14
Mezcla 1234-3"	6	58	16	20

Sin embargo, el número claramente acrecentado de posibles asignaciones de códigos debido a la adición de un material fluorescente adicional se debe principalmente a la gran variedad de combinaciones cuaternarias de idéntico color con diferentes relaciones de intensidad. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que en los casos en los que, con la misma secuencia espectral, únicamente se utilizan como criterio de formación de códigos las relaciones de intensidad entre las líneas de emisión o las bandas de emisión combinadas (véanse también las Figs. 2e y 2f, así como 4d y 4e), debe comprobarse si estas relaciones de intensidad también pueden verificarse de forma segura bajo las condiciones de aplicación práctica. Esto se refiere tanto al rendimiento de la técnica de detección disponible como también a la cuestión que plantea si las proporciones de las intensidades de emisión de los diferentes materiales fluorescentes individuales, que suelen ser materiales fluorescentes con diferentes composiciones químicas, también se conservan durante todo el ciclo de vida de los documentos de seguridad y valor equipados con los elementos de seguridad dentro de los límites de tolerancia aceptables. La diferente estabilidad al envejecimiento de los materiales fluorescentes seleccionados puede conducir a que la igualdad de color de los elementos de seguridad elaborados se pierda a lo largo de la vida útil por un lado y a que una asignación de código basada en relaciones de intensidad definidas ya no sea reconocible de forma segura en el caso extremo por otro lado.

Las Figuras 6 a 9 y la Tab. 7 describen un ejemplo de la configuración de una característica de seguridad inventiva que se basa en el uso de materiales fluorescentes reales con espectros de emisión característicos correspondientes 1", 2", 3". En este caso, para producir los elementos de seguridad del mismo color necesario, se seleccionaron tres pigmentos de tierras raras inorgánicos activados con europio y se aplicaron sobre una base de papel en forma de marcas estandarizadas (tiras impresas). Los espectros de emisión de estos tres materiales fluorescentes medidos con una excitación predeterminada en el rango UV-B (fuente de excitación de 313 nm) se representan en las Fig. 6a a 6c. Los espectros de emisión 1", 2", 3" de los tres materiales fluorescentes reales (individuales) presentan un conjunto de varias líneas de emisión características. Esto da como resultado otras posibilidades para la asignación de códigos, que puede referirse no solo a las líneas de emisión principales respectivas de estos materiales fluorescentes, sino también a diferentes líneas secundarias.

Por otro lado, sin embargo, la Fig. 6 evidencia que algunas de las líneas de emisión que se encuentran en los espectros de emisión 1", 2", 3" de los diversos materiales fluorescentes están muy juntas o incluso se solapan. En estos casos, se debe sopesar si tiene sentido incluir tales líneas en la formación del código considerando la norma de una verificación segura y el esfuerzo defendible para la aplicación técnica prevista.

En la Fig. 7a a la Fig. 7e se reúnen los espectros de emisión 12", 13", 23", 123-1", 123-2" y 123-3" medidos (con una excitación de 313 nm) de las impresiones, producidas en proporciones de mezcla predeterminadas (véase la Tab. 7) bajo condiciones estándar, de diferentes combinaciones de materiales fluorescentes (tres pares de materiales fluorescentes y dos combinaciones ternarias con diferentes relaciones de intensidad).

35 Tab. 7

	Coordenadas de color				Proporción de mezcla/fracción cuantitativa de material/%		
	Excitación 313 nm		Excitación 365 nm		Primer material fluorescente 1"	Segundo material fluorescente 2"	Tercer material fluorescente 3"
	X	y	X	y			
Material fluorescente 1"	0,6690	0,3283	0,6665	0,3240			
Material fluorescente 2"	0,6737	0,3226	0,6723	0,3215			
Material fluorescente 3"	0,6740	0,3219	0,6724	0,3216			
Mezcla 12"	0,6720	0,3250	0,6728	0,3221	20	80	

	Coordenadas de color				Proporción de mezcla/fracción cuantitativa de material/%		
	Excitación 313 nm		Excitación 365 nm		Primer material fluorescente 1"	Segundo material fluorescente 2"	Tercer material fluorescente 3"
	X	y	X	y			
Mezcla 13"	0,6710	0,3253	0,6695	0,3216	20		80
Mezcla 23"	0,6742	0,3224	0,6729	0,3217			
Mezcla 123-1"	0,6710	0,3251	0,6702	0,3216	17	41	42
Mezcla 123-2"	0,6723	0,3243	0,6172	0,3216	11	44	45

A pesar de la complejidad relativamente elevada, los espectros de emisión ejemplares 12", 13", 23", 123-1", 123-2" y 123-3" contienen numerosas líneas suficientemente separadas y constelaciones de intensidad estables a las que se puede asignar un código de luminescencia. Esto se refiere tanto a las principales líneas de emisión de los materiales fluorescentes individuales incluidos en las combinaciones como también a otras líneas y agrupaciones de líneas características. Las distancias espectrales, en parte reducidas, entre las emisiones relevantes para el código plantean un desafío en términos de resoluciónpectral y de rendimiento de los dispositivos de detección utilizados, pero se ha demostrado que, sobre la base de los materiales fluorescentes y las combinaciones de materiales fluorescentes descritos en este ejemplo de realización, se pueden proporcionar elementos de seguridad cuyas características de emisión de formación de código también se pueden verificar de manera segura a velocidades de lectura relativamente elevadas (por ejemplo en cajeros automáticos o en máquinas clasificadoras de bancos centrales).

Queda pendiente la cuestión de la igualdad de color de los espectros de emisión representados 12", 13", 23", 123-1", 123-2" y 123-3" de los materiales fluorescentes y combinaciones de materiales fluorescentes ejemplares. En la Fig. 8 se representan las coordenadas de color 10", 20", 30" 130", 230", 1230-1", 1230-2" y 1230-3" calculadas a partir de los respectivos espectros de emisión 12", 13", 23", 123-1", 123-2" y 123-3" en una sección del diagrama de cromaticidad normalizado CIE. Se evidencia que estas coordenadas, como era de esperar, al menos tienden a situarse en una línea recta, presentando, no obstante, una dispersión claramente perceptible. Por un lado, debe tenerse en cuenta la fuerte ampliación del área seleccionada del diagrama de cromaticidad normalizado CIE y, por otro lado, el hecho de que las proporciones de mezcla para la disposición de las diferentes combinaciones de materiales fluorescentes se seleccionaron inicialmente de manera comparativamente arbitraria.

Para la determinación del alcance de las diferencias de color percibidas, o bien la igualdad de color percibida, a continuación se llevaron a cabo investigaciones adicionales basadas en la encuesta de personas de prueba. En este caso, bajo condiciones definidas de excitación y visualización, los sujetos pudieron decidir sobre la igualdad de color o las diferencias de color percibidas de los elementos de seguridad equipados con los materiales fluorescentes y combinaciones de materiales fluorescentes ejemplares y presentes en forma de tiras impresas.

Los resultados se representan en la Fig. 9a. La Fig. 9a muestra que las coordenadas de color de casi todas las características de seguridad luminescentes presentadas (incluidas las de los componentes individuales 20" y 30") se sitúan en una elipse de tolerancia 51 determinada sobre la base de las medidas psicométricas, lo que significa que se percibieron del mismo color por los sujetos con una probabilidad muy elevada. Unicamente constituye una excepción la coordenada de color 10" calculada para el material fluorescente individual, que se sitúa fuera de la elipse de tolerancia/rango de tolerancia 51.

También resulta una imagen comparable si los elementos de seguridad ejemplares no se excitan a 313 nm (UV-B), sino a 365 nm, es decir, en el rango UV-A. También en este caso (véase la Fig. 9b), siete de las ocho coordenadas de color de las tiras impresas probadas se sitúan dentro de una elipse de tolerancia creada sobre la base de investigaciones científicas. La forma del área de tolerancia de color difiere algo de la determinada para la excitación con una fuente de radiación de 313 nm. Sin embargo, la probabilidad de que los elementos de seguridad correspondientes se perciban de idéntico color no solo bajo las respectivas condiciones de excitación seleccionadas, sino también en el caso de un cambio entre la excitación UV-A y UV-B, puede evaluarse como muy alta.

Lista de signos de referencia

- | | | |
|----|------------|---|
| 40 | 1,1',1" | Espectro de emisión de un primer material fluorescente (individual) |
| | 2,2',2" | Espectro de emisión de un segundo material fluorescente (individual) |
| | 3,3',3" | Espectro de emisión de un tercer material fluorescente (individual) |
| | 4,4',4" | Espectro de emisión de otro material fluorescente (individual) |
| 5 | | Diagrama de cromaticidad normalizado CIE del sistema de valencia normalizado CIE |
| 45 | 12,12',12" | Espectro de emisión de una combinación del primer y segundo material fluorescente |

	13,13',13"	Espectro de emisión de una combinación del primer y tercer material fluorescente
	23,23',23"	Espectro de emisión de una combinación del segundo y tercer material fluorescente
	24,24',24"	Espectro de emisión de una combinación del segundo y del material fluorescente adicional
5	10,10',10"	Coordenada de color en el diagrama de cromaticidad normalizado CIE del primer material fluorescente (individual)
	20,20',20"	Coordenada de color en el diagrama de cromaticidad normalizado CIE del segundo material fluorescente (individual)
	30,30',30"	Coordenada de color en el diagrama de cromaticidad normalizado CIE del tercer material fluorescente (individual)
10	40,40',40"	Coordenada de color en el diagrama de cromaticidad normalizado CIE del material fluorescente adicional (individual)
	50,50',50"	Coordenada objetivo/ubicación del color objetivo en el diagrama de cromaticidad normalizado CIE
	123-1	Espectro de emisión de una primera combinación ternaria del primer, segundo y tercer material fluorescente,
15	123-2	Espectro de emisión de otra combinación ternaria del primer, segundo y tercer material fluorescente,
	1234-1	Espectro de emisión de una primera combinación cuaternaria del primer, segundo, tercero y el material fluorescente adicional,
	1234-2	Espectro de emisión de otra combinación cuaternaria del primer, segundo, tercero y el material fluorescente adicional,
20	1234-3	Espectro de emisión de otra combinación cuaternaria del primer, segundo, tercero y el material fluorescente adicional,
	1"	Espectro de emisión de un primer material fluorescente real (individual)
	2"	Espectro de emisión de un segundo material fluorescente real (individual)
	3"	Espectro de emisión de un tercer material fluorescente real (individual)
25	4"	Espectro de emisión de otro material fluorescente real (individual)
	12"	Espectro de emisión de una combinación del primer y segundo material fluorescente real
	13"	Espectro de emisión de una combinación del primer y tercer material fluorescente real
	24"	Espectro de emisión de una combinación del segundo y tercer material fluorescente real
30	123-1"	Espectro de emisión de una combinación ternaria del primer, segundo y tercer material fluorescente real
	123-2"	Espectro de emisión de otra combinación ternaria del primer, segundo y tercer material fluorescente real
	10"	Coordenada de color para el espectro de emisión 1" del primer material fluorescente real (individual)
35	20"	Coordenada de color para el espectro de emisión 2" del segundo material fluorescente real (individual)
	30"	Coordenada de color para el espectro de emisión 3" del tercer material fluorescente real (individual)
	120"	Coordenada de color para el espectro de emisión 12" de una combinación por pares del primer y segundo material fluorescente real
40	130"	Coordenada de color para el espectro de emisión 13" de una combinación por pares del primer y tercer material fluorescente real
	230"	Coordenada de color para el espectro de emisión 23" de una combinación por pares del segundo y tercer material fluorescente real
	240"	Coordenada de color para el espectro de emisión 24" de una combinación por pares del segundo y

ES 2 940 684 T3

		el material fluorescente real adicional
	1230-1"	Coordenada de color para el espectro de emisión 123-1"
	1230-2"	Coordenada de color para el espectro de emisión 7123-1"
	12340-1"	Coordenada de color para el espectro de emisión de una primera combinación cuaternaria
5	12340-2"	Coordenada de color para el espectro de emisión de una segunda combinación cuaternaria
	12340-3"	Coordenada de color para el espectro de emisión de una tercera combinación cuaternaria
	51	Rango de tolerancia de color en el diagrama de cromaticidad normalizado CIE determinado mediante encuesta a sujetos

REIVINDICACIONES

1. Sistema de codificación para formar una característica de seguridad en o sobre uno o varios documentos de seguridad o valor, que comprende diferentes materiales fluorescentes y/o combinaciones de materiales fluorescentes que pueden elaborarse a partir de estos, excitables en el rango espectral invisible y que emiten en el rango espectral visible, presentando los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes respectivamente espectros de emisión diferentes en el rango espectral visible en el caso de una excitación predeterminada, de manera que cada uno de los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes está caracterizado por al menos una línea de emisión y/o banda de emisión marcada individualmente que difiere de las líneas de emisión y/o bandas de emisión marcadas individualmente de los otros materiales fluorescentes y/o las otras combinaciones de materiales fluorescentes,
- comprendiendo el sistema de codificación al menos tres materiales fluorescentes, aplicándose o fijándose al menos tres materiales fluorescentes y/o combinaciones de materiales fluorescentes elaboradas a partir de estos materiales fluorescentes respectivamente en una ubicación determinada del documento de seguridad o valor en forma de al menos tres elementos de seguridad luminiscentes para la característica de seguridad, y
- 15 - asignándose a cada uno de los al menos tres elementos de seguridad luminiscentes un código de luminiscencia diferente, y
- presentando cada uno de los al menos tres elementos de seguridad luminiscentes, en el caso de excitación predeterminada con el código de luminiscencia asignado respectivamente, coordenadas de color idénticas en un sistema de color normalizado CIE o al menos coordenadas de color que se sitúan dentro de un rango de tolerancia de color del sistema de color normalizado CIE, por ejemplo dentro de una elipse de MacAdam, de modo que, en el caso de excitación predeterminada, los elementos de seguridad luminiscentes de la característica de seguridad son de idéntico color o se perciben del mismo color.
- 20 2. Sistema de codificación según la reivindicación 1, caracterizado por que los códigos de luminiscencia asignados a los elementos de seguridad luminiscentes se forman a partir de la diferente secuencia espectral de las líneas de emisión y/o bandas de emisión marcadas individualmente de los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes.
- 25 3. Sistema de codificación según la reivindicación 1 y/o 2, caracterizado por que los códigos de luminiscencia asignados a los elementos de seguridad luminiscentes se forman a partir de relaciones de intensidad de las líneas de emisión y/o bandas de emisión marcadas individualmente de los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes.
- 30 4. Sistema de codificación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que está previsto al menos un material fluorescente adicional y, por lo tanto, otras combinaciones de materiales fluorescentes para formar elementos de seguridad luminiscentes adicionales con otros códigos de luminiscencia.
- 35 5. Sistema de codificación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las coordenadas de color de los elementos de seguridad luminiscentes se establecen a través de relaciones de mezcla de los materiales fluorescentes utilizados para formar combinaciones de materiales fluorescentes, resultando relaciones de intensidad relativas definidas de las líneas de emisión y/o bandas de emisión marcadas individualmente para las combinaciones de materiales fluorescentes.
- 40 6. Sistema de codificación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos uno de los materiales fluorescentes presenta un material fluorescente orgánico.
7. Sistema de codificación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos uno de los materiales fluorescentes presenta un material fluorescente inorgánico.
- 45 8. Sistema de codificación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se utilizan materiales fluorescentes tanto inorgánicos como también orgánicos de diferente tamaño de grano, incluidos, por ejemplo, materiales fluorescentes a escala nanométrica o puntos cuánticos, así como las combinaciones correspondientes de materiales fluorescentes.
9. Sistema de codificación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los materiales fluorescentes se modifican mediante sustituciones selectivas en el retículo del material fluorescente, de modo que estos presentan un espectro de emisión exclusivo.
- 50 10. Sistema de codificación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes pueden excitarse en uno o más rangos de longitud de onda ultravioleta, es decir, en longitudes de onda entre 380 nm y 315 nm (UV-A) y/o en longitudes de onda entre 315 nm y 280 nm (UV-B) y/o en longitudes de onda entre 280 nm y 200 nm (UV-C).
11. Sistema de codificación según la reivindicación 10, caracterizado por que, bajo al menos dos condiciones de

excitación ajustables en el rango espectral ultravioleta, es decir en el rango espectral UV-A y/o UV-B y/o UV-C, los elementos de seguridad luminiscentes de la característica de seguridad son de idéntico color o se perciben del mismo color.

- 5 12. Sistema de codificación según la reivindicación 10, caracterizado por que, con cualquiera de las excitaciones predeterminadas en el rango espectral UV-A, UV-B o UV-C, los elementos de seguridad luminiscentes de la característica de seguridad son de idéntico color o se perciben del mismo color.
- 10 13. Sistema de codificación según la reivindicación 10, caracterizado por que los elementos de seguridad luminiscentes de la característica de seguridad, con diferentes excitaciones predeterminadas, presentan diferentes coordenadas de color en el sistema de color normalizado CIE, o tienen al menos coordenadas de color que se sitúan dentro de un rango diferente de tolerancia de color del sistema de color normalizado CIE, de manera que los elementos de seguridad luminiscentes, aunque se perciban de idéntico color o del mismo color con una excitación predeterminada dada, presentan otra identidad de color o igualdad de color con una excitación predeterminada diferente.
- 15 14. Sistema de codificación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes pueden excitarse en el rango de longitud de onda infrarrojo, es decir, en longitudes de onda comprendidas entre 950 nm y 980 nm.
- 20 15. Sistema de codificación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los máximos de las líneas de emisión y/o bandas de emisión marcadas individualmente de los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes están separados entre sí solo por algunos nanómetros.
- 25 16. Sistema de codificación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al elemento de seguridad se asigna una información adicional sobre el tipo de disposición de los elementos de seguridad de la característica de seguridad, por ejemplo, sobre la ubicación o la forma del elemento de seguridad, por ejemplo en forma de un símbolo, una cifra o un pictograma.
- 30 17. Sistema de codificación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que todas las coordenadas de color de los materiales fluorescentes contenidos en el sistema de codificación se sitúan esencialmente en una línea recta en el sistema de color normalizado CIE.
- 35 18. Sistema de codificación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes presentan una estabilidad al envejecimiento esencialmente idéntica o similar.
- 40 19. Característica de seguridad en o sobre uno o varios documentos de seguridad o valor, que comprende diferentes materiales fluorescentes y/o combinaciones de materiales fluorescentes que pueden elaborarse a partir de estos, excitables en el rango espectral invisible y que emiten en el rango espectral visible, presentando los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes respectivamente espectros de emisión diferentes en el rango espectral visible en el caso de una excitación predeterminada, de manera que cada uno de los materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes está caracterizado por al menos una línea de emisión y/o banda de emisión marcada individualmente que difiere de las líneas de emisión y/o bandas de emisión marcadas individualmente de los otros materiales fluorescentes y/o las otras combinaciones de materiales fluorescentes,
- comprendiendo la característica de seguridad al menos tres materiales fluorescentes, colocándose o fijándose los al menos tres materiales fluorescentes y/o las combinaciones de materiales fluorescentes elaboradas a partir de estos materiales fluorescentes en forma de al menos tres elementos de seguridad luminiscentes para la característica de seguridad respectivamente en una ubicación del documento de seguridad o valor, y
 - asignándose a cada uno de los al menos tres elementos de seguridad luminiscentes un código de luminiscencia diferente, y
 - presentando cada uno de los al menos tres elementos de seguridad luminiscentes, en el caso de excitación predeterminada con el código de luminiscencia asignado respectivamente, coordenadas de color idénticas en un sistema de color normalizado CIE o al menos coordenadas de color que se sitúan dentro de un rango de tolerancia de color del sistema de color normalizado CIE, por ejemplo dentro de una elipse de MacAdam, de modo que, en el caso de una excitación predeterminada, los elementos de seguridad luminiscentes de la característica de seguridad son de idéntico color o se perciben del mismo color.
- 45 20. Documento de seguridad o valor que comprende un cuerpo de documento, comprendiendo dicho cuerpo de documento al menos una característica de seguridad según la reivindicación 19.

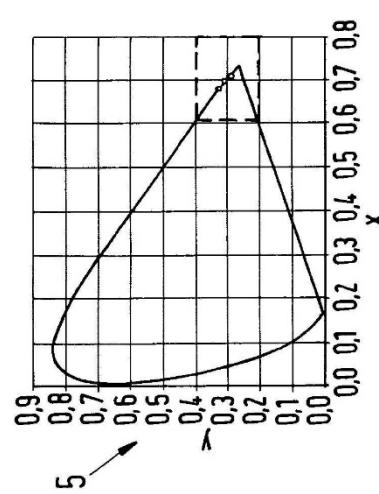


Fig.1a

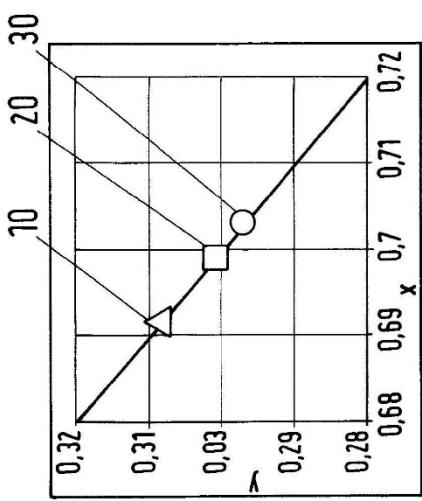


Fig.1b

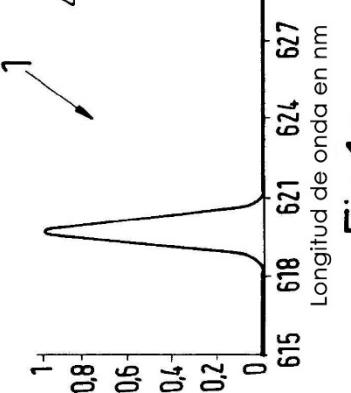


Fig.1c

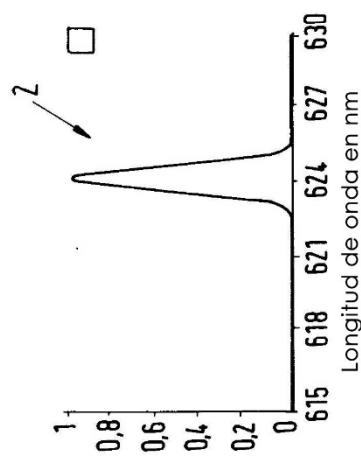


Fig.1d

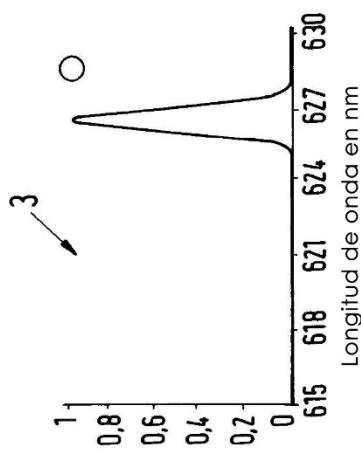


Fig.1e

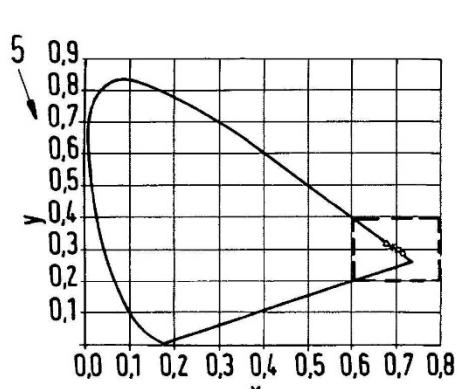


Fig.2a

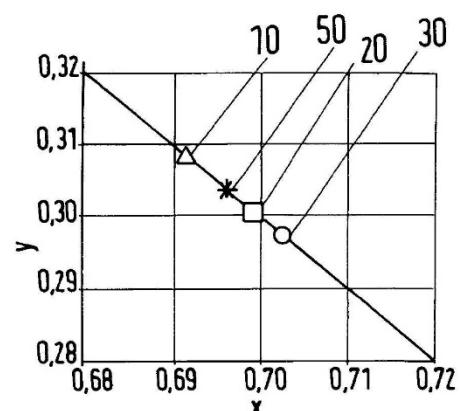


Fig.2b

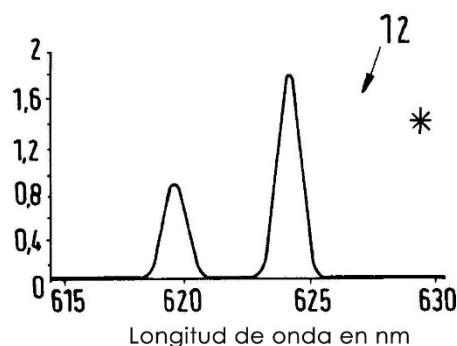


Fig.2c

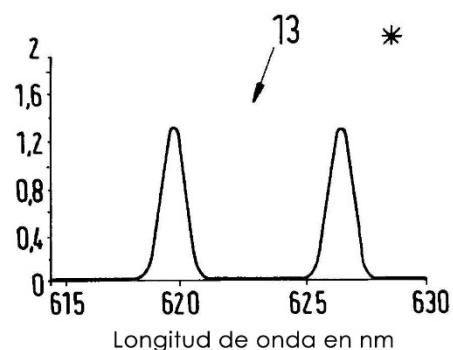


Fig.2d

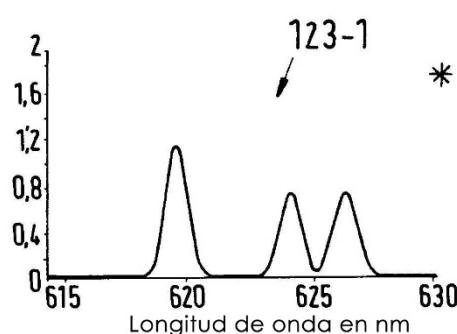


Fig.2e

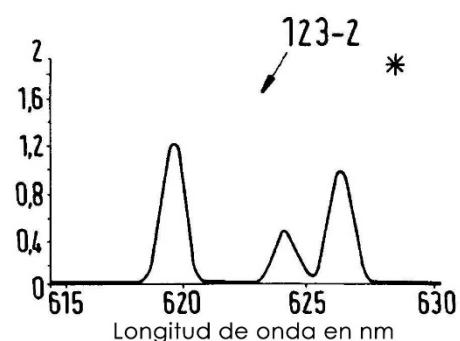


Fig.2f

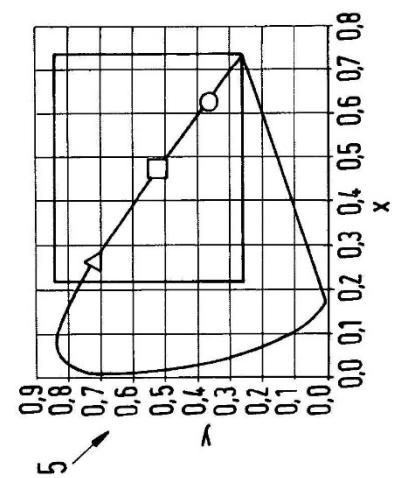


Fig.3a

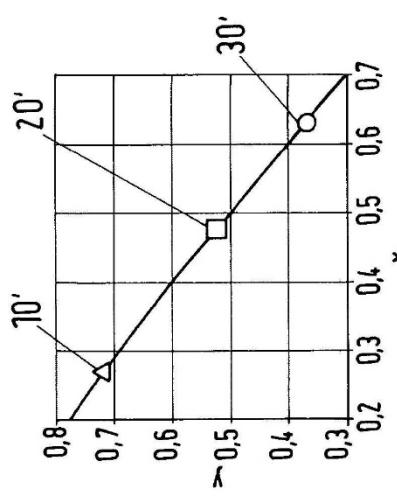


Fig.3b

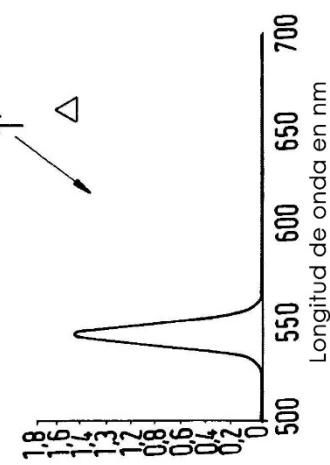


Fig.3c

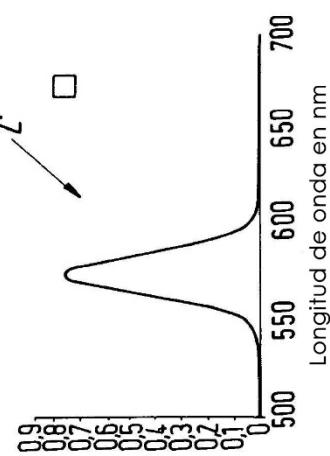


Fig.3d

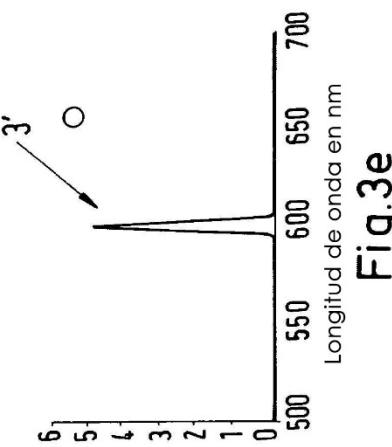


Fig.3e

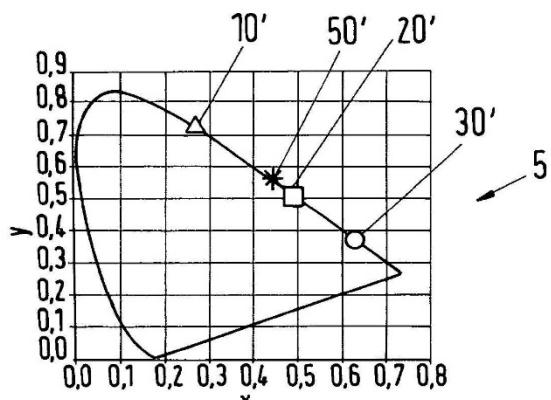


Fig.4a

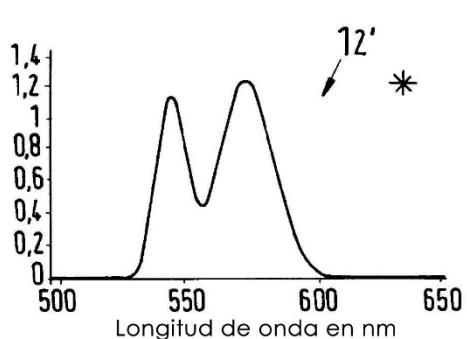


Fig.4b

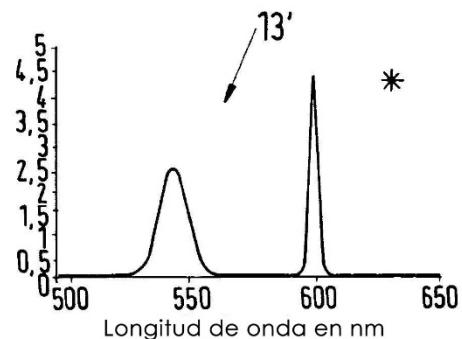


Fig.4c

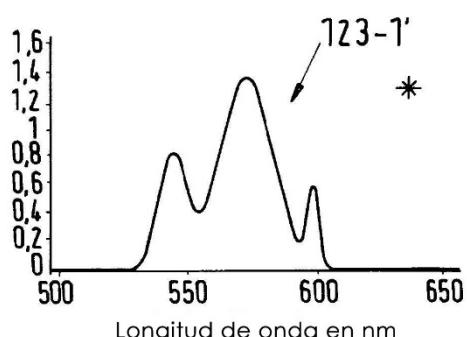


Fig.4d

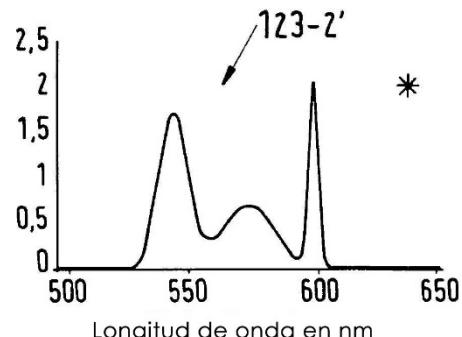
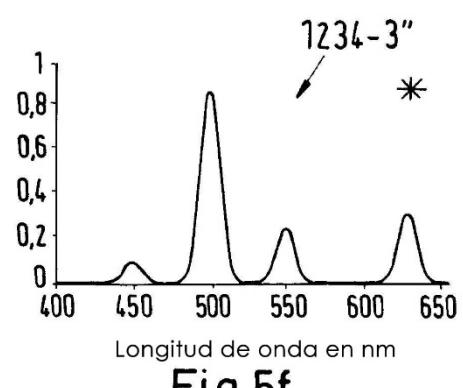
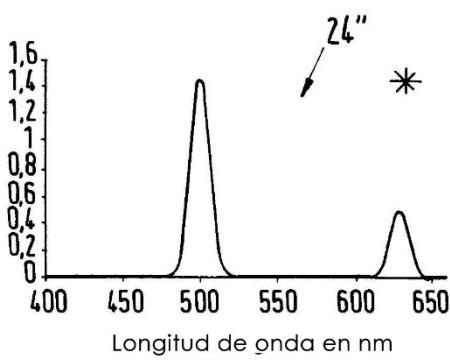
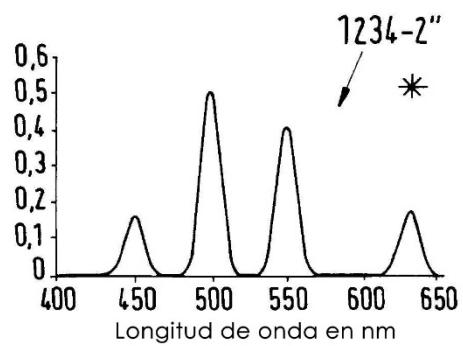
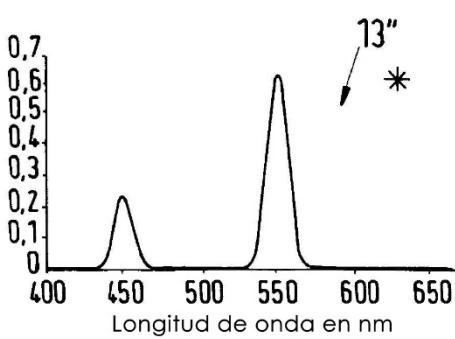
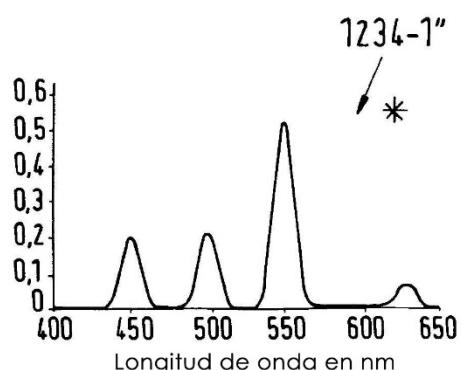
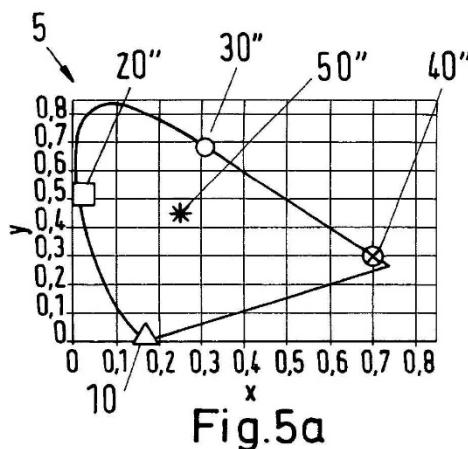


Fig.4e



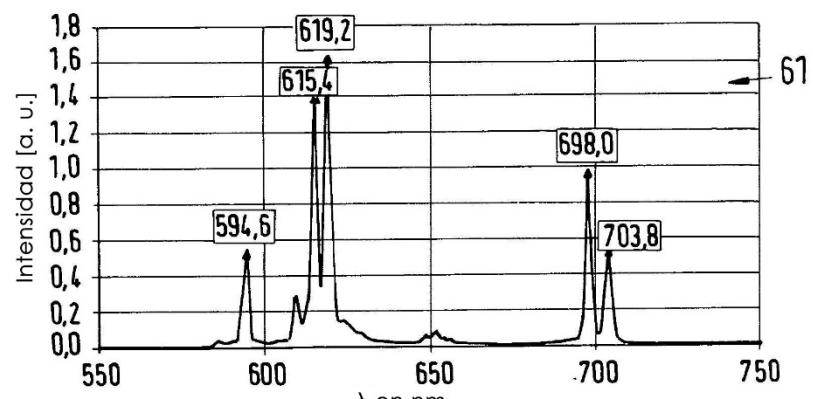


Fig.6a

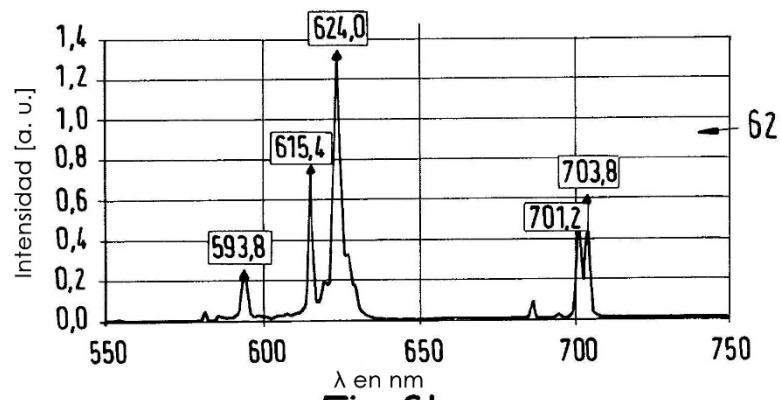


Fig.6b

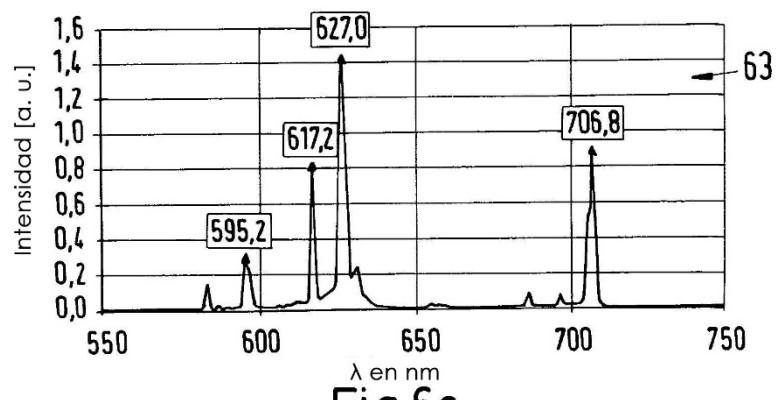


Fig.6c

