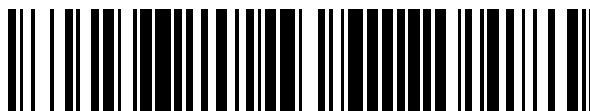


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 737**

51 Int. Cl.:

<b>C09K 11/77</b>	(2006.01)
<b>B41M 3/14</b>	(2006.01)
<b>B42D 15/00</b>	(2006.01)
<b>D21H 21/48</b>	(2006.01)
<b>G07D 7/12</b>	(2006.01)
<b>B42D 25/29</b>	(2014.01)
<b>G07D 7/1205</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2011 PCT/EP2011/006489**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2012 WO12084239**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2011 E 11808593 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018 EP 2655549**

54 Título: **Característica de seguridad**

30 Prioridad:

**23.12.2010 DE 102010055976**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.02.2019**

73 Titular/es:

**GIESECKE+DEVRIENT CURRENCY  
TECHNOLOGY GMBH (100.0%)  
Prinzregentenstraße 159  
81677 München, DE**

72 Inventor/es:

**KECHT, JOHANN y  
STOCK, KAI UWE**

74 Agente/Representante:

**DURAN-CORRETJER, S.L.P**

ES 2 699 737 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

## Característica de seguridad

5 La invención se refiere a una característica de seguridad y a un procedimiento para comprobar la característica de seguridad. Tales características de seguridad se utilizan para proteger documentos de valor, en particular, para proteger la autenticidad de documentos de valor.

10 Para proteger documentos de valor, estos son dotados de características de seguridad y/o de elementos de seguridad que presentan características de seguridad para hacer posible una comprobación de la autenticidad del documento de valor. Las características de seguridad y los elementos de seguridad sirven para proteger la reproducción no autorizada de documentos de valor. Como elementos de seguridad se utilizan, por ejemplo, hilos de seguridad o elementos de lámina que se unen a un documento de valor. Las características de seguridad pueden unirse al sustrato del elemento de seguridad o al sustrato del propio documento de valor.

15 Como característica de seguridad se utilizan, por ejemplo, pigmentos luminiscentes que están compuestos por una red huésped dopada con un luminóforo. Las transiciones ópticas del luminóforo conducen a una luminiscencia del pigmento luminiscente. Para la comprobación de autenticidad de un documento de valor que presenta el pigmento luminiscente se comprueba, por ejemplo, si el documento de valor presenta la luminiscencia deseada y en función de ello se decide si el documento de valor es auténtico o no.

20 Del estado de la técnica se conocen características de seguridad mejoradas con mayor luminosidad, en las que el pigmento luminiscente no solo está dopado con un luminóforo, sino adicionalmente de un activador que permite una intensidad de luminiscencia aumentada. En particular, el activador permite la excitación del luminóforo en rangos de longitudes de onda en los cuales el luminóforo habitualmente no puede excitarse o solo puede excitarse de forma deficiente. El activador y el luminóforo se eligen de forma que el activador tienda a una transferencia completa de su energía de excitación al luminóforo. El activador se excita ópticamente de forma selectiva mediante radiación de luz correspondiente y a continuación transfiere su energía de excitación completamente al emisor, que a continuación emite una luminiscencia que le es característica. En base a esta se puede comprobar la autenticidad del documento de valor. Por el contrario, el propio activador no muestra ninguna luminiscencia.

25 Para dificultar una imitación de los documentos de valor también se conoce el dotarlos con una característica de seguridad que presente un espectro de luminiscencia característico más complejo. Para obtener varios picos de luminiscencia se mezclan entre sí diferentes pigmentos luminiscentes que contienen respectivamente solo un luminóforo. Por el contrario, los pigmentos luminiscentes adecuados para aplicaciones de seguridad, en particular, los pigmentos luminiscentes que emiten luminiscencia exclusivamente en el rango espectral infrarrojo y están dopados con dos o más luminóforos simultáneamente luminiscentes, no están disponibles comercialmente. La mezcla de diferentes pigmentos luminiscentes tiene la desventaja de que los diferentes pigmentos luminiscentes de la mezcla se pueden volver a segregar, por ejemplo, debido a diferentes tamaños de grano o diferentes densidades. Dicha segregación de los pigmentos luminiscentes de una característica de seguridad puede tener lugar, en particular, debido a sacudidas durante el transporte de la característica de seguridad o también durante el procesamiento de la característica de seguridad para su aplicación sobre el documento de valor. La segregación tiene como resultado una no homogeneidad de la mezcla de pigmentos, que puede conducir a variaciones espaciales no intencionadas de la luminiscencia de la característica de seguridad sobre el documento de valor. Dichas variaciones pueden conducir a una valoración errónea de documentos de valor auténticos o dificultar el reconocimiento de falsificaciones que presentan una luminiscencia que difiere de pero es similar a la luminiscencia real. En el caso de una característica de seguridad de este tipo, que está compuesta por una mezcla de varios pigmentos luminiscentes, habitualmente solo es posible lograr una homogeneidad de la mezcla de pigmentos con un gran esfuerzo.

50 El documento US 2010/163747 A1 da a conocer materiales que están dopados con dos luminóforos diferentes que emiten en el rango IR.

55 Por tanto, un objetivo de la presente invención consiste en indicar una característica de seguridad que permita una diferenciación fiable entre documentos de valor auténticos y falsificados.

Este objetivo se consigue mediante los objetos de las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes se indican configuraciones y perfeccionamientos ventajosos de la invención.

60 La característica de seguridad según la invención comprende un pigmento luminiscente que presenta una red huésped dopada con un primer luminóforo y con un segundo luminóforo. En este sentido, al menos una zona del volumen de la red huésped está dopada tanto con el primer, como también con el segundo luminóforo. El pigmento luminiscente puede excitarse mediante una excitación óptica para emitir luz luminiscente. Mediante la excitación óptica del pigmento luminiscente se genera directa o indirectamente una energía de excitación del primer luminóforo. Los componentes del pigmento luminiscente, en particular, la red huésped y el primer y el segundo luminóforo, se eligen de forma que pueda transferirse una energía de excitación del primer luminóforo al segundo luminóforo. Por

tanto, la energía de excitación del primer luminóforo, generada mediante excitación óptica del pigmento luminiscente, puede transferirse del primer al segundo luminóforo a través de una interacción entre el primer y el segundo luminóforo. No obstante, en el caso del pigmento luminiscente según la invención, la energía de excitación no se transfiere completamente del primer al segundo luminóforo, como es el caso de los pigmentos luminiscentes con transferencia de energía conocidos hasta el momento, sino solo parcialmente, es decir, solo con una probabilidad considerablemente reducida en comparación con los pigmentos luminiscentes conocidos. La luz luminiscente emitida por el pigmento luminiscente según la invención contiene, además de un pico de luminiscencia del segundo luminóforo, también un pico de luminiscencia del primer luminóforo. En el caso de los pigmentos luminiscentes conocidos, la transferencia completa de la energía de excitación del primer al segundo luminóforo conduce a que, como consecuencia de una excitación óptica del pigmento luminiscente, se emita exclusivamente una luminiscencia del segundo luminóforo, mientras el primer luminóforo no emite absolutamente ninguna luminiscencia.

En el caso del pigmento luminiscente según la invención se consigue una transferencia parcial, es decir, incompleta, de la energía de excitación eligiendo las fracciones molares del primer y el segundo luminóforo en el pigmento luminiscente de forma adecuada. En el caso de determinados pigmentos luminiscentes y determinadas fracciones molares que pueden determinarse empíricamente se puede ajustar de forma precisa una probabilidad reducida de la transferencia de la energía de excitación del primer al segundo luminóforo. Por ejemplo, las fracciones molares del segundo luminóforo se pueden elegir de forma precisa tan bajas que se reduzca la probabilidad de la transferencia de la energía de excitación del primer al segundo luminóforo. Esta probabilidad reducida de la transferencia de energía influye sobre la luz luminiscente emitida de forma que esta, además de un pico de luminiscencia del segundo luminóforo, también presenta un pico de luminiscencia del primer luminóforo. Las fracciones molares del primer y el segundo luminóforo en el pigmento luminiscente se eligen en el pigmento luminiscente según la invención de forma que la luz luminiscente del pigmento luminiscente presenta un espectro de luminiscencia con un primer pico de luminiscencia emitido por el primer luminóforo y un segundo pico de luminiscencia emitido por el segundo luminóforo, tal que la intensidad de pico del segundo pico de luminiscencia tenga un porcentaje de al menos el 20% y como máximo el 80% en la suma de la intensidad de pico del primer y el segundo pico de luminiscencia. Como consecuencia, tanto el primer como también el segundo pico de luminiscencia destacan respectivamente de forma considerable de la base espectral del espectro de luminiscencia. Debido a estas características, el pigmento luminiscente es especialmente adecuado para el uso para una característica de seguridad para proteger documentos de valor.

Preferentemente, las fracciones molares del primer y el segundo luminóforo en el pigmento luminiscente se eligen de forma que el porcentaje de la intensidad del pico del segundo pico de luminiscencia sea de al menos el 30% y como máximo el 70%, en particular, de al menos el 40% y como máximo el 60%, en la suma de la intensidad de pico del primer y el segundo pico de luminiscencia. De este modo se consigue una detección mejorada del pico de luminiscencia con la intensidad más débil de los dos.

El primer y el segundo pico de luminiscencia presentan entre sí preferentemente una relación de intensidades determinada intrínsecamente por la composición del pigmento de luminiscencia. Por tanto, la relación de intensidades se mantiene no afectada por muchas influencias externas sobre la característica de seguridad. A diferencia de las características de seguridad mencionadas al comienzo hechas de una mezcla de pigmentos luminiscentes, que tienen el problema de la segregación y de las modificaciones del espectro de luminiscencia vinculadas a ello, la característica de seguridad según la invención es menos sensible a las influencias externas sobre la característica de seguridad debido a la relación intrínsecamente determinada de ambas intensidades de pico. También durante el procesamiento de la característica de seguridad para unirla al documento de valor, el espectro de luminiscencia de la característica de seguridad se mantiene igual. Por tanto, debido a la relación de intensidades intrínsecamente determinada es posible evitar variaciones espaciales no deseadas de la luminiscencia en un documento de valor y, si se desea, lograr una luminiscencia espacialmente homogénea del documento de valor con un esfuerzo reducido. La característica de seguridad según la invención también es ventajosa en comparación con las características de seguridad conocidas hasta el momento que presentan rangos de luminiscencia espacialmente separados, por ejemplo, características de seguridad a base de partículas núcleo-coraza que presentan pigmentos luminiscentes diferentes en el núcleo y en la coraza de una partícula. Esto se debe a que, para crear partículas núcleo-coraza, solo puede utilizarse una selección limitada de materiales y la fabricación controlada de estas partículas es muy compleja. Por el contrario, la característica de seguridad según la invención se puede fabricar con un esfuerzo mucho menor.

Sorprendentemente se descubrió que en el caso de algunos pigmentos luminiscentes, en determinados rangos de las fracciones molares se emiten ambos picos de luminiscencia y sus intensidades de pico pueden variarse respectivamente a través de las fracciones molares del primer y el segundo luminóforo en el pigmento luminiscente. Por tanto, para las características de seguridad según la invención se eligen aquellos pigmentos luminiscentes en los que la relación de ambas intensidades de pico puede ajustarse de forma precisa a través de las fracciones molares del primer y el segundo luminóforo. Mediante modificaciones mínimas de las fracciones molares pueden lograrse diferentes relaciones de intensidades intrínsecamente determinadas de ambos picos de luminiscencia. Se ha demostrado que una variación mínima de la fracción molar del segundo luminóforo tiene una gran influencia sobre las intensidades de pico del primer y el segundo pico de luminiscencia. En comparación, una variación de la

fracción molar del primer luminóforo tiene frecuentemente solo una influencia relativamente reducida sobre las intensidades de pico de ambos picos de luminiscencia. No obstante, la fracción x molar del primer luminóforo no debería ser tan grande como se elige habitualmente en el caso de pigmentos luminiscentes de conversión ascendente (“upconverter”), ya que en el caso de fracciones x molares tan elevadas, la intensidad de pico del primer pico de luminiscencia se suprime en gran medida debido a la desactivación (“quenching”) de concentración. Por tanto, en el pigmento luminiscente según la invención, la fracción x molar del primer luminóforo en el pigmento luminiscente es preferentemente tan baja que no tiene lugar o solo tiene lugar de forma extremadamente reducida una desactivación de concentración del primer pico de luminiscencia.

La luz luminiscente emitida por el pigmento luminiscente según la invención como consecuencia de la excitación óptica presenta un espectro de luminiscencia que presenta un primer pico de luminiscencia emitido por el primer luminóforo y un segundo pico de luminiscencia emitido por el segundo luminóforo. Es decir que el primer y el segundo pico de luminiscencia son generados por dos luminóforos diferentes con los cuales está dopada la red huésped del pigmento luminiscente. En función del tipo del primer y segundo luminóforo seleccionados y en función de la excitación óptica, su luminiscencia también puede presentar respectivamente otros picos de luminiscencia. Al contrario que en las características de seguridad conocidas hasta el momento, el primer y el segundo pico de luminiscencia de la característica de seguridad según la invención son emitidos por un único pigmento luminiscente, no por una mezcla de dos o varios pigmentos luminiscentes. En particular, el primer y el segundo pico de luminiscencia pueden resultar de transiciones electrónicas de dos luminóforos diferentes, con los cuales está dopado el pigmento luminiscente, de forma que el primer y el segundo pico de luminiscencia resultan de transiciones electrónicas diferentes del mismo pigmento luminiscente.

En el caso de los pigmentos luminiscentes según la invención, la energía de excitación del primer luminóforo puede transferirse del primer al segundo luminóforo. Para el pigmento luminiscente según la invención se utilizan, por ejemplo, combinaciones de dos luminóforos que presentan separaciones de nivel de energía aproximadamente iguales en la misma red huésped, para que, en caso de una transición del primer luminóforo de un nivel de energía superior a uno inferior, su energía pueda ser absorbida por el segundo luminóforo mediante su transición de un nivel de energía inferior a uno superior. Para este objetivo son adecuados, por ejemplo, los pigmentos luminiscentes en los cuales una banda de emisión del primer luminóforo se solapa con una banda de absorción del segundo luminóforo. La transferencia de la energía de excitación puede tener lugar, en particular, mediante una transferencia de energía resonante entre el primer y el segundo luminóforo. Cuáles luminóforos en una red huésped son realmente capaces de una transferencia de energía se puede consultar en la bibliografía especializada. De este modo pueden indicarse muchas combinaciones de dos luminóforos y la red huésped adecuada, que en principio son adecuadas para el procedimiento según la invención. Una vez seleccionados dos luminóforos que son capaces de una transferencia de energía en una red huésped, se reduce de forma precisa la probabilidad media de esta transferencia de energía, por ejemplo, mediante reducción de la fracción molar de uno o ambos luminóforos en la red huésped. En la práctica puede determinarse el pigmento luminiscente con las características de luminiscencia deseadas mediante una serie de ensayos habituales, en los que se varían las fracciones molares de los luminóforos en la red huésped. A continuación, como pigmentos luminiscentes según la invención pueden utilizarse uno o varios pigmentos luminiscentes con aquellas fracciones molares de los luminóforos para las cuales los picos de luminiscencia de ambos luminóforos destacan claramente en el espectro de luminiscencia.

El primer y el segundo luminóforo pueden estar distribuidos en una zona parcial de la red huésped. En este sentido, las distribuciones espaciales del primer y el segundo luminóforo pueden solaparse completa o parcialmente. No obstante, se prefieren los pigmentos luminiscentes en los cuales el primer y el segundo luminóforo están distribuidos en toda la red huésped del pigmento luminiscente, ya que, en este caso, el esfuerzo de fabricación para el pigmento luminiscente es reducido.

El primer y el segundo luminóforo y la red huésped se eligen de forma que una energía de excitación generada ópticamente del primer luminóforo sea transferible mediante una interacción entre el primer luminóforo y el segundo luminóforo del primer al segundo luminóforo. La excitación óptica del pigmento luminiscente puede lograrse, en particular, mediante radiación del pigmento luminiscente con luz de un rango espectral adecuado, en el que absorbe el pigmento luminiscente. Mediante esta excitación óptica se genera una energía de excitación del primer luminóforo, que a continuación se transfiere parcialmente al segundo luminóforo. El segundo luminóforo excitado de este modo puede volver a entregar su energía de excitación a continuación mediante emisión de luz luminiscente. Debido a la transferencia solo parcial de la energía de excitación, también el primer luminóforo entrega una parte de su energía de excitación mediante emisión de luz luminiscente. La energía de excitación del primer luminóforo puede generarse del siguiente modo mediante excitación óptica del pigmento luminiscente:

#### Variante 1

La energía de excitación del primer luminóforo se genera directamente mediante excitación óptica selectiva del primer luminóforo. A continuación se transfiere la energía de excitación del primer luminóforo al segundo luminóforo. Para la excitación óptica selectiva del primer luminóforo, el pigmento luminiscente puede irradiarse, por ejemplo, de forma precisa con una o varias longitudes de onda de absorción del primer luminóforo. Para ello puede utilizarse, en particular, una excitación óptica de banda espectral estrecha.

Variante 2

5 La energía de excitación del primer luminóforo se genera – directamente - mediante excitación óptica de la red huésped y transferencia subsiguiente de la energía de excitación de la red huésped al primer luminóforo, y luego se transfiere del primer al segundo luminóforo. Dado el caso, la energía generada en la red huésped puede transferirse de la red huésped parcialmente al primer luminóforo y parcialmente de forma directa al segundo luminóforo. Para la excitación óptica de la red huésped, el pigmento luminiscente se irradia, por ejemplo, de forma precisa con una o varias longitudes de onda de absorción de la red huésped. En particular, para este objetivo, la red huésped se puede excitar ópticamente en una banda espectral ancha.

15 Estas dos variantes no se excluyen entre sí. En función de los componentes de la característica de seguridad según la invención y en función de la excitación óptica elegida, la excitación óptica puede lograrse o bien a través de una de las dos variantes o de ambas variantes juntas. Dado el caso, el primer y el segundo luminóforo pueden transferir su energía de excitación entre sí también de forma alternada, es decir, en ambas direcciones, de uno a otro. La transferencia de la energía de excitación del primer luminóforo al segundo luminóforo puede influenciarse, dado el caso, mediante la red huésped. La red huésped puede elegirse, por ejemplo, de forma precisa tal que mediante su influencia se suprima o se estimule la transferencia de la energía de excitación del primer al segundo luminóforo. Además, la red huésped puede estar dopada con uno o varios dopantes adicionales para influenciar de forma precisa la transferencia de la energía de excitación.

25 La invención también se refiere a un procedimiento para detectar la característica de seguridad, en el que se realiza una excitación óptica del pigmento luminiscente para excitar ópticamente al pigmento luminiscente para emitir luz luminiscente y se detectan las intensidades del primer y el segundo pico de luminiscencia contenidos en el espectro de luminiscencia del pigmento luminiscente. Estas intensidades detectadas de los picos de luminiscencia pueden ser las intensidades de pico o la intensidad integrada espectralmente en el respectivo pico de luminiscencia. En este contexto, la excitación óptica del pigmento luminiscente, a través de la cual se genera la energía de excitación del primer luminóforo, tiene lugar según la primera variante mencionada anteriormente y/o según la segunda variante mencionada anteriormente. Para detectar la característica de seguridad se valoran las intensidades detectadas del primer y el segundo pico de luminiscencia, por ejemplo, para comprobar la autenticidad de la característica de seguridad o la autenticidad de un elemento de seguridad, una tinta de impresión o un documento de valor que presenta la característica de seguridad. La radiación de la característica de seguridad con luz y la detección de las intensidades, así como opcionalmente también la valoración, se realizan con un sensor configurado para ello.

35 Como fracción molar del luminóforo se denomina el porcentaje relativo cuantitativo del luminóforo en el pigmento luminiscente. La fracción x molar de un luminóforo es la cantidad relativa de partículas de luminóforo (por ejemplo, átomos, iones) en la cantidad total de partículas que presenta el pigmento luminiscente según su fórmula empírica. Por tanto, a partir del parámetro de concentración, con el que se indica la cantidad de luminóforo en la fórmula empírica del pigmento luminiscente, se calcula la fracción molar del luminóforo mediante división entre la cantidad total de partículas (átomos, iones) indicada en la fórmula empírica.

45 En el caso de algunos de los pigmentos luminiscentes según la invención, el espectro de luminiscencia varía en gran medida en función del porcentaje relativo preciso de ambos luminóforos. Las variaciones de un porcentaje de luminóforo dentro de la red huésped pueden conducir entonces a intensidades de pico localmente diferentes. Por esta razón se prefiere que el primer y el segundo luminóforo estén distribuidos de forma homogénea en la red huésped. En particular, en la zona del volumen de la red huésped que está dopada tanto con el primer como también con el segundo luminóforo, el primer y el segundo luminóforo están distribuidos respectivamente de forma sustancialmente homogénea.

50 En el caso de algunas de las características de seguridad conocidas hasta el momento, su espectro de luminiscencia puede simularse mediante un espectro de luminiscencia similar de un pigmento luminiscente falsificado. Si las desviaciones de la composición química exacta de la característica de seguridad solo afectan mínimamente el espectro de luminiscencia obtenido, no es imprescindible lograr la composición química idéntica del pigmento luminiscente para obtener un espectro de luminiscencia lo suficientemente similar. Por tanto, para la característica de seguridad según la invención se utiliza preferentemente un pigmento luminiscente que muestre una modificación cualitativa del espectro de luminiscencia en función de la fracción molar del segundo luminóforo. Es decir que, en el caso del pigmento luminiscente según la invención, las intensidades de pico no escalan uniformemente, sino que cambia la relación de las intensidades de pico del primer y el segundo pico de luminiscencia a través del cambio de la fracción molar del segundo luminóforo. También se prefiere que las intensidades de pico del primer y el segundo pico de luminiscencia puedan modificarse de forma inversa entre sí a través de una modificación de la fracción molar del segundo luminóforo. En este sentido, la modificación inversa de las intensidades de pico resulta exclusivamente de la modificación de la fracción molar del segundo luminóforo, mientras la fracción molar del primer luminóforo se mantiene sin modificaciones. A través de una modificación de la fracción molar del segundo luminóforo aumenta la intensidad de luminiscencia de uno de los dos picos de luminiscencia a expensas del otro de los dos picos de luminiscencia. Esto tiene la ventaja de que aumenta la seguridad contra falsificaciones del pigmento luminiscente. Ya que, incluso si para la imitación se encontraran los

componentes correctos del pigmento luminiscente auténtico, para obtener un espectro de luminiscencia lo suficientemente cercano al de la característica de seguridad debería lograrse de forma precisa la fracción molar del luminóforo. Un aumento de la fracción molar del segundo luminóforo puede conducir a que se reduzca la intensidad de pico del primer pico de luminiscencia y aumente la del segundo pico de luminiscencia.

Los componentes del pigmento luminiscente, en particular, la red huésped y el primer y el segundo luminóforo, se eligen de forma que estos - en el caso de fracciones molares modificadas - tiendan a una transferencia completa de la energía de excitación del primer al segundo luminóforo, por ejemplo, en el caso de una fracción molar correspondientemente más alta del segundo luminóforo. En el caso de un pigmento luminiscente de este tipo (no conforme a la invención), que presenta las fracciones molares modificadas, la energía de excitación sería transferida completamente al segundo luminóforo y, como consecuencia, desaparecería esencialmente la intensidad de pico del primer pico de luminiscencia en comparación con la intensidad de pico del segundo pico de luminiscencia. Una transferencia completa de la energía de excitación puede tener lugar, por ejemplo, en el caso de un pigmento luminiscente (no conforme a la invención), en el que la fracción molar del segundo luminóforo se elige múltiples veces mayor que la fracción molar del segundo luminóforo en el pigmento luminiscente según la invención. Además de los pigmentos luminiscentes según la invención se puede indicar habitualmente un pigmento luminiscente de este tipo, no conforme a la invención, con transferencia completa o prácticamente completa de la energía de excitación, que se diferencia del pigmento luminiscente según la invención por una fracción molar aumentada del segundo luminóforo.

La interacción, a través de la cual en el caso del pigmento luminiscente según la invención puede transferirse la energía de excitación del primer luminóforo al segundo luminóforo, tiene lugar en la zona del volumen de la red huésped que está dopada tanto con el primer, como también con el segundo luminóforo. Puesto que en este caso la interacción tiene lugar dentro de una zona del volumen del mismo material (del pigmento luminiscente), se obtienen ventajas en comparación con las características de seguridad conocidas que utilizan zonas de luminiscencia espacialmente separadas, entre las cuales tiene lugar una interacción. Esto es debido a que en estas debe proporcionarse la suficiente cercanía espacial de las diferentes zonas de luminiscencia. Por tanto, la fabricación de dichas características de seguridad es más compleja.

En el caso del pigmento luminiscente según la invención, la interacción, a través de la cual puede transferirse la energía de excitación del primer luminóforo al segundo luminóforo, es una interacción sin radiación entre el primer y el segundo luminóforo. Por tanto, el primer y el segundo luminóforo están realizados para que la energía de excitación pueda transferirse del primer al segundo luminóforo sin intercambio de fotones. En particular, puede tratarse de una interacción dipolo-dipolo entre el primer y el segundo luminóforo. La transferencia sin radiación de la energía de excitación es ventajosa en comparación con las características de seguridad conocidas que transfieren su energía de excitación de una a otra mediante una interacción radiante, ya que, en el caso de estas últimas, la relación de las intensidades de pico frecuentemente solo puede variar en un rango de valores limitado. Además, debido a la tasa de absorción reducida, dichas características de seguridad, en las cuales el intercambio tiene lugar mediante emisión y reabsorción de fotones, requieren frecuentemente concentraciones de luminóforo elevadas y una estructura compleja o una separación espacial de los luminóforos individuales en zonas espaciales parciales como, por ejemplo, sistemas de capas. En el caso del pigmento luminiscente según la invención, además de la transferencia de la energía de excitación entre el primer y el segundo luminóforo a través de la interacción sin radiación, también puede tener lugar, a lo sumo adicionalmente, una transferencia de la energía de excitación a través de un intercambio de fotones.

Preferentemente, las longitudes de onda de pico del primer y el segundo pico de luminiscencia están separadas espectralmente entre sí al menos 20 nm, de forma especialmente preferente al menos 30 nm. Por tanto, durante la comprobación de la característica de seguridad, los espectros de ambos picos de luminiscencia pueden diferenciarse fácilmente entre sí. Preferentemente, las longitudes de onda de pico del primer y el segundo pico de luminiscencia se encuentran en el rango espectral infrarrojo cercano, en particular, en el rango espectral de entre 750 nm y 2900 nm, preferentemente entre 800 nm y 2200 nm. Justamente se prefiere el rango espectral infrarrojo cercano, porque estas longitudes de onda se encuentran por fuera del rango espectral visible, lo que permite un uso discreto de la característica de seguridad. Dependiendo de qué red huésped y de qué primer y segundo luminóforo se utilicen, el pigmento luminiscente puede ser ópticamente excitable para la emisión de luz luminiscente mediante radiación con luz en el rango espectral ultravioleta o visible o en el rango espectral infrarrojo cercano. En el espectro de luminiscencia del pigmento luminiscente, la longitud de onda de pico del primer pico de luminiscencia se encuentra, en particular, en una longitud de onda menor que la longitud de onda de pico del segundo pico de luminiscencia. Y las longitudes de onda de pico del primer y el segundo pico de luminiscencia están desplazadas hacia longitudes de onda mayores (emisión Stokes) en comparación con la excitación óptica del pigmento luminiscente. Al contrario que en el caso inverso, cuando la excitación óptica se encuentra en una longitud de onda más grande que los picos de luminiscencia (emisión anti-Stokes, como la que presentan, por ejemplo, los pigmentos luminiscentes de conversión ascendente), esto es ventajoso porque en el caso de la emisión Stokes pueden alcanzarse mayores intensidades de luminiscencia que en el caso de la emisión anti-Stokes. Por tanto, al contrario que en el caso de los pigmentos luminiscentes de conversión ascendente, en el caso de los pigmentos luminiscentes según la invención basta con una cantidad reducida del pigmento luminiscente para obtener intensidades de pico bien detectables.

La fracción molar del segundo luminóforo en el pigmento luminiscente se encuentra entre 50 ppm y 2000 ppm. El primer luminóforo y/o el segundo luminóforo se eligen de los iones de tierras raras erbio, holmio, neodimio, tulio, iterbio.

5 La red huésped está realizada como red huésped inorgánica, tal que la red huésped es una red huésped con una estructura de granate o con una estructura de perovskita o es un óxido o un wolframato o fosfato o niobato o tantalato o silicato o aluminato. Por ejemplo, la red huésped es un granate de escandio-galio, un granate de itrio-aluminio o un granate mixto derivado de estos. Si la red huésped presenta una estructura de granate o una  
10 estructura de perovskita, esta contiene preferentemente también uno o varios de los elementos vanadio, cromo, manganeso, hierro, cobalto o níquel como elemento absorbente. La red huésped también puede ser un óxido o un wolframato, fosfato, niobato, tantalato, silicato o aluminato. La red huésped del pigmento luminiscente puede estar dopada adicionalmente también con otros dopantes que no emitan luminiscencia, por ejemplo, dopantes necesarios para la formación de cristales. La red huésped puede estar dopada adicionalmente con uno o varios luminóforos  
15 distintos. El pigmento luminiscente se realiza, por ejemplo, como polvo, cuyas partículas están compuestas por la red huésped dopada. Las partículas pueden presentar, por ejemplo, un tamaño de grano en el rango de 1 a 20  $\mu\text{m}$ , preferentemente  $< 6 \mu\text{m}$ . Las características según la invención se logran solo en el caso de composiciones determinadas del pigmento luminiscente, es decir, combinaciones determinadas de ambos luminóforos, fracciones molares determinadas de los luminóforos y en el caso de combinaciones determinadas de luminóforo y red huésped. La elección de otro luminóforo, otra fracción molar del luminóforo u otra red huésped conduce generalmente a un pigmento luminiscente que no tiene las características según la invención.

El pigmento luminiscente también puede presentar más de dos luminóforos, con los cuales está dopada la red huésped, tal que entre varios de los luminóforos puede tener lugar una transferencia de la energía de excitación de este tipo. Por ejemplo, puede transferirse una energía de excitación parcialmente de un primer a un segundo luminóforo y parcialmente del segundo luminóforo a un tercer luminóforo, así como, dado el caso, a otros luminóforos. Mediante la transferencia correspondientemente incompleta de la energía de excitación puede lograrse que todos estos luminóforos emitan luminiscencia y utilizarse las intensidades de los picos de luminiscencia para detectar la característica de seguridad correspondiente.

30 Para fabricar características de seguridad con diferentes codificaciones, por ejemplo, para dotar diferentes tipos de documentos de valor con diferentes codificaciones, pueden utilizarse varios pigmentos luminiscentes según la invención, que presentan diferentes proporciones -P- de la intensidad de pico del segundo pico de luminiscencia en la suma de ambas intensidad de pico. Mientras para una primera característica de seguridad se utiliza un pigmento  
35 luminiscente que presenta una primera proporción -P- de la segunda intensidad de pico, otras características de seguridad reciben el pigmento luminiscente con una proporción -P- diferente de la segunda intensidad de pico, tal que la ubicación espectral de los picos de luminiscencia es como en el caso de la primera característica de seguridad. Naturalmente, para la codificación de diferentes documentos de valor también pueden utilizarse características de seguridad que contienen simultáneamente diferentes o también varios de los pigmentos  
40 luminiscentes según la invención. Por ejemplo, las características de seguridad pueden estar codificadas con diferentes tipos de pigmentos luminiscentes según la invención, cuyos primeros y segundos picos de luminiscencia se encuentran respectivamente en longitudes de onda diferentes. Cada codificación se corresponde entonces con una combinación determinada de proporciones -P- de las respectivas segundas intensidades de pico de los diferentes pigmentos luminiscentes de la característica de seguridad. La característica de seguridad según la  
45 invención puede presentar, además de uno o varios pigmentos luminiscentes según la invención, también uno o varios pigmentos luminiscentes distintos.

La invención se refiere además a un elemento de seguridad que presenta una característica de seguridad según la invención. El elemento de seguridad está destinado a ser aplicado sobre un documento de valor o integrado en un  
50 documento de valor. La característica de seguridad es, por ejemplo, una tira de seguridad, un hilo de seguridad, una cinta de seguridad o un elemento de transferencia para aplicar sobre un documento de valor. Además, la característica de seguridad puede mezclarse con una tinta de impresión prevista, por ejemplo, para su aplicación sobre un documento de valor. La tinta de impresión que contiene la característica de seguridad puede imprimirse, por ejemplo, en una o varias zonas determinadas sobre el documento de valor. La característica de seguridad  
55 también puede integrarse en el documento de valor, por ejemplo, mezclándose con el material de sustrato del documento de valor, en particular, un sustrato de papel o plástico, durante su fabricación. La invención se refiere además a un papel de seguridad y a un documento de valor en el que está aplicada o integrada la característica de seguridad según la invención y/o que presenta un elemento de seguridad dotado de la característica de seguridad y/o una tinta de impresión con la característica de seguridad. La característica de seguridad puede mezclarse con el  
60 papel de seguridad durante la fabricación del papel de seguridad. La característica de seguridad puede aplicarse total o parcialmente, en particular, en forma de símbolos o patrones, sobre una superficie del documento de valor o del papel de seguridad o del elemento de seguridad. Secciones diferentes del documento de valor o del papel de seguridad o del elemento de seguridad pueden dotarse de características de seguridad con diferente codificación.

65 Los documentos de valor a proteger pueden ser, por ejemplo, billetes, cheques, documentos de identidad, pasaportes, tarjetas de crédito, tarjetas bancarias, entradas, bonos, títulos de valor, certificados, vales, etc.

A continuación, se explica la invención a modo de ejemplo en base a las figuras siguientes. Muestran:

La figura 1a, un espectro de luminiscencia de un pigmento luminiscente con un pico -B- de luminiscencia de un segundo luminóforo -L2- y una primera luminiscencia, que desaparece, de un primer luminóforo -L1-, las figuras 1b,c, respectivamente el espectro de luminiscencia de un pigmento luminiscente según la invención con un primer pico -A- de luminiscencia del primer luminóforo -L1- y un segundo pico -B- de luminiscencia de un segundo luminóforo -L2-, la figura 2, el desarrollo de la proporción -P- de la intensidad de pico del pico -B- de luminiscencia del segundo luminóforo -L2- en la suma de las intensidades de pico del primer pico -A- de luminiscencia y el segundo pico -B- de luminiscencia.

En la figura 1a está representado el espectro de luminiscencia de un pigmento luminiscente que está dopado con un primer luminóforo -L1- y un segundo luminóforo -L2-, entre los cuales tiene lugar una transferencia completa de su energía de excitación. El espectro de luminiscencia está compuesto por un pico -B- de luminiscencia en una longitud  $\lambda_B$  de onda que resulta de la luminiscencia del segundo luminóforo -L2-. El primer luminóforo actúa como activador que transfiere su energía de excitación completamente al segundo luminóforo y, por tanto, no muestra luminiscencia en la longitud  $\lambda_A$  de onda, en la que el primer luminóforo -L1- por sí solo habitualmente emitiría luminiscencia. El pigmento luminiscente del ejemplo de la figura 1a presenta el segundo luminóforo -L2- con una fracción -y0- molar.

Las figuras 1b, 1c muestran respectivamente el espectro de luminiscencia de un pigmento luminiscente según la invención, que también está dopado con el primer luminóforo -L1- y el segundo luminóforo -L2-. Los pigmentos luminiscentes de los ejemplos de las figuras 1b, 1c se caracterizan, a diferencia del pigmento luminiscente de la figura 1a, por una fracción -y- molar especial, con la que está contenido el segundo luminóforo -L2- en el pigmento luminiscente. Ambos pigmentos luminiscentes de las figuras 1b, 1c se diferencian entre sí únicamente por la fracción -y- molar del segundo luminóforo -L2-, que en el pigmento luminiscente de la figura 1b está identificada como -y1- y en el ejemplo de la figura 1c, como -y2-.

Ambos espectros de luminiscencia de las figuras 1b, 1c presentan respectivamente un pico -A- de luminiscencia en una longitud  $\lambda_A$  de onda, que resulta de la luminiscencia del primer luminóforo -L1-, y un pico -B- de luminiscencia en una longitud  $\lambda_B$  de onda, que resulta de la luminiscencia del segundo luminóforo -L2-. Al contrario que en el ejemplo de la figura 1a, en estos ejemplos también aparece la luminiscencia del primer luminóforo -L1-, aunque el primer luminóforo -L1- tiende a la transferencia de su energía de excitación al segundo luminóforo -L2-. En el ejemplo de la figura 1b, la relación de intensidades  $I_A/I_B$  de ambos picos -A-, -B- de luminiscencia es de aproximadamente 0,43:1, lo que corresponde a una proporción  $P=I_B/(I_A+I_B)$  de la intensidad  $I_B$  de pico en la suma de ambas intensidades ( $I_A+I_B$ ) de pico del 70%. En el ejemplo de la figura 1c, la relación de intensidades  $I_A/I_B$  de ambos picos -A-, -B- de luminiscencia es de aproximadamente 1,9:1, lo que corresponde a una proporción  $P=I_B/(I_A+I_B)$  de la intensidad  $I_B$  de pico en la suma de ambas intensidades ( $I_A+I_B$ ) de pico del 34%.

En la figura 2, la proporción  $P=I_B/(I_A+I_B)$  de la segunda intensidad de pico está representada a modo de esquema, como función de la fracción -y- molar del segundo luminóforo -L2-. En un rango amplio de la fracción -y- molar, la proporción -P- de la intensidad  $I_B$  de pico es del 100%, ya que para estas fracciones -y- molares del segundo luminóforo tiene lugar una transferencia completa de la energía de excitación del primer luminóforo -L1- al segundo luminóforo -L2-. Solo para fracciones -y- molares muy pequeñas, la proporción -P- cae por debajo del 100% y se reduce de forma continua hasta 0% para una fracción molar  $y=0$ , es decir, cuando el pigmento luminiscente solo presenta el primer luminóforo, pero ningún segundo luminóforo -L2-. Para fracciones -y- molares adecuadas del segundo luminóforo, por ejemplo, -y1- e -y2-, resulta entonces una transferencia incompleta de la energía de excitación al segundo luminóforo. En la figura 2, con -y0-, -y1- e -y2- están marcadas las fracciones -y- molares del segundo luminóforo -L2- en el pigmento luminiscente para los ejemplos de las figuras 1a, 1b, 1c.

El pigmento luminiscente según la invención muestra una modificación cualitativa del espectro de luminiscencia en función de la fracción -y- molar del segundo luminóforo, es decir que, para el pigmento luminiscente según la invención, las intensidades de pico no escalan uniformemente, sino que la relación de las intensidades de pico del primer y el segundo pico de luminiscencia cambia al cambiar la fracción -y- molar del segundo luminóforo. La fracción -y- molar especial de los ejemplos de las figuras 1b y 1c lleva a que cambie considerablemente la relación de intensidades de ambos picos -A- y -B- de luminiscencia. En este ejemplo, si cambia la fracción -y- molar, resulta un cambio inverso de ambas intensidades de pico. Mientras la intensidad  $I_A$  de pico del primer pico -A- de luminiscencia para la fracción -y1- molar es menor que para la fracción -y2- molar, la intensidad  $I_B$  de pico del segundo pico -B- de luminiscencia para la fracción -y1- molar es mayor que para la fracción -y2- molar. Si cambia la fracción -y- molar de -y1- a -y2-, el pico -A- de luminiscencia se vuelve más fuerte a expensas del pico -B- de luminiscencia.

A continuación se indican dos ejemplos concretos de pigmentos luminiscentes según la invención para el uso en características de seguridad. Los pigmentos luminiscentes presentan respectivamente una red huésped dopada con un primer y un segundo luminóforo. Al igual que en el ejemplo mostrado anteriormente, el primer y el segundo luminóforo se eligen de forma que el primer luminóforo -L1- actúa como activador y tiende a la transferencia de su



energía de excitación al segundo luminóforo -L2-. No obstante, en el caso de fracciones -y- molares del segundo pigmento -L2- luminiscente según la invención, resulta una transferencia incompleta de la energía de excitación, de forma que el espectro de luminiscencia del pigmento luminiscente respectivo presenta tanto el pico -B- de luminiscencia del segundo luminóforo -L2- como también el pico -A- de luminiscencia del primer luminóforo -L1-.

5

*Ejemplo 1:  $Y_{2,68-y}Ho_yYb_{0,32}Al_5O_{12}$*

Como pigmento luminiscente se utiliza un granate de itrio-aluminio dopado con tierras raras. Este está dopado con el primer luminóforo -Yb- y del segundo luminóforo -Ho-. En caso de una excitación con luz de una longitud de onda de 941 nm, el espectro de luminiscencia del pigmento luminiscente presenta un primer pico -A- de luminiscencia en una longitud de onda  $\lambda_A=1027$  nm, que resulta de la luminiscencia del primer luminóforo -Yb-, y un segundo pico -B- de luminiscencia en una longitud de onda  $\lambda_B=2086$  nm, que resulta de la luminiscencia del segundo luminóforo -Ho-. La dependencia que muestra la proporción -P- de la intensidad -I<sub>B</sub>- de pico -Ho- en la suma  $I_A+I_B$  de ambas intensidades -I<sub>A</sub>-, -I<sub>B</sub>- de pico respecto a la fracción -y- molar del segundo luminóforo se corresponde cualitativamente con el desarrollo mostrado en la figura 2.

10

15

*Ejemplo 1a:  $Y_{2,64}Ho_{0,04}Yb_{0,32}Al_5O_{12}$*

Para la fabricación de este granate de itrio-aluminio dopado con tierras raras se disuelven 2,308g de  $Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ , 4,282g de  $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ , 0,328g de  $Yb(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$ , 0,040g de  $Ho(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$  y 2,742g de urea a 60°C en 15g de agua y a continuación se evaporan a 675°C. El parámetro -Yb- de concentración de 0,32 y el parámetro -Ho- de concentración de 0,04 se corresponden, debido a la fórmula empírica de 20 átomos, con una fracción -Yb- molar de  $x=0,016$  y una fracción -Ho- molar de  $y=0,002$ . Para estas fracciones -x-, -y- molares del primer y el segundo luminóforo resulta una proporción  $P=I_B/(I_A+I_B)$  de la segunda intensidad -I<sub>B</sub>- de pico de aproximadamente el 46%. Es decir que, en este caso, la intensidad -I<sub>A</sub>- de pico del pico -A- de luminiscencia y la intensidad -I<sub>B</sub>- de pico del pico -B- de luminiscencia son comparables.

20

25

*Contraejemplo no conforme a la invención del ejemplo 1:  $Y_{2,58}Ho_{0,1}Yb_{0,32}Al_5O_{12}$*

Para la fabricación de este granate de itrio-aluminio dopado con tierras raras se disuelven 2,256g de  $Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ , 4,282g de  $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ , 0,328g de  $Yb(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$ , 0,101g de  $Ho(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$  y 2,742g de urea a 60°C en 15g de agua y a continuación se evaporan a 675°C. El parámetro -Yb- de concentración de 0,32 y el parámetro -Ho- de concentración de 0,1 se corresponden, debido a la fórmula empírica de 20 átomos, con una fracción -Yb- molar de  $x=0,016$  y una fracción -Ho- molar de  $y=0,005$ . Para este pigmento luminiscente resulta una proporción  $P=I_B/(I_A+I_B)$  de la segunda intensidad -I<sub>B</sub>- de pico de aproximadamente el 86%, lo que corresponde a una relación de la intensidad de pico del pico -Ho- de luminiscencia respecto a la intensidad de pico del pico -Yb- de luminiscencia de 6:1.

30

35

*Ejemplo 2:  $Na_{0,9875}Er_{0,0025}Ho_{0,01}Ti_{0,025}Nb_{0,975}O_3$*

Como pigmento luminiscente se utiliza un niobato de sodio dopado con tierras raras, que está dopado con el primer luminóforo -Er- y del segundo luminóforo -Ho-. Para la fabricación de este niobato dopado con tierras raras se homogeneizan 2,808g de  $Na_2CO_3$ , 6,956g de  $Nb_2O_5$ , 0,107g de  $TiO_2$ , 0,0257g de  $Er_2O_3$  y 0,101g de  $Ho_2O_3$  en un mortero de ágata y se recocen durante 8 horas en un crisol de corindón a 1150°C. En caso de una excitación con luz de una longitud de onda de 650 nm, el espectro de luminiscencia del pigmento luminiscente presenta un primer pico -A- de luminiscencia en una longitud de onda  $\lambda_A=982$  nm que resulta de la luminiscencia del primer luminóforo -Er-, y un segundo pico -B- de luminiscencia en una longitud de onda  $\lambda_B=1200$  nm, que resulta de la luminiscencia del segundo luminóforo -Ho-. El parámetro -Er- de concentración de 0,0025 y el parámetro -Ho- de concentración de 0,01 se corresponden, debido a la fórmula empírica de 5 átomos, con una fracción -Er- molar de  $x=0,0005$  y una fracción -Ho- molar de  $y=0,002$ . Para estas fracciones -x- molares del primer luminóforo -Er- y del segundo luminóforo -Ho- resulta una proporción  $P=I_B/(I_A+I_B)$  de la segunda intensidad -I<sub>B</sub>- de pico de aproximadamente el 40%, lo que corresponde a una relación de la intensidad de pico del pico -Ho- de luminiscencia respecto a la intensidad de pico del pico -Er- de luminiscencia de 2:3.

40

45

50

*Contraejemplo no conforme a la invención del ejemplo 2:  $Na_{0,8975}Er_{0,0025}Ho_{0,1}Ti_{0,205}Nb_{0,795}O_3$*

Al igual que en el ejemplo 2, como pigmento luminiscente se considera un niobato de sodio dopado con tierras raras. Para la fabricación de este niobato dopado con tierras raras se homogeneizan 2,517g de  $Na_2CO_3$ , 5,591g de  $Nb_2O_5$ , 0,866g de  $TiO_2$ , 0,0252g de  $Er_2O_3$  y 0,999g de  $Ho_2O_3$  en un mortero de ágata y se recocen durante 8 horas en un crisol de corindón a 1150°C. El parámetro -Er- de concentración de 0,0025 y el parámetro -Ho- de concentración de 0,1 se corresponden, debido a la fórmula empírica de 5 átomos, con una fracción -Er- molar de  $x=0,0005$  y una fracción -Ho- molar de  $y=0,02$ . Para este pigmento luminiscente resulta una proporción  $P=I_B/(I_A+I_B)$  de la segunda intensidad -I<sub>B</sub>- de pico de aproximadamente el 93%, lo que corresponde a una relación de la intensidad de pico del pico -Ho- de luminiscencia respecto a la intensidad de pico del pico -Er- de luminiscencia de 13,3:1.

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Característica de seguridad para proteger documentos de valor, que comprende:

- 5 un pigmento luminiscente que presenta una red huésped dopada con un primer luminóforo (L1) y un segundo luminóforo (L2) y que puede excitarse ópticamente para la emisión de luz luminiscente, tal que la fracción molar del segundo luminóforo en el pigmento luminiscente se encuentra entre 50 ppm y 2000 ppm, tal que una banda de emisión del primer luminóforo se solapa con una banda de absorción del segundo luminóforo y el pigmento luminiscente está realizado de forma que una energía de excitación del primer luminóforo (L1), generada mediante  
10 excitación óptica del pigmento luminiscente, pueda transferirse al segundo luminóforo (L2) mediante una interacción entre el primer luminóforo (L1) y el segundo luminóforo (L2), **caracterizada**
- **por que** la fracción (x) molar del primer luminóforo (L1) en el pigmento luminiscente y la fracción (y) molar del segundo luminóforo (L2) en el pigmento luminiscente están elegidas de forma que se consigue una transferencia incompleta de la energía de excitación del primer al segundo luminóforo, tal que la luz luminiscente del pigmento luminiscente presenta un espectro de luminiscencia con un primer pico (A) de luminiscencia emitido por el primer luminóforo (L1) y un segundo pico (B) de luminiscencia emitido por el segundo luminóforo (L2), tal que la proporción (P) de la intensidad ( $I_B$ ) de pico del segundo pico (B) de luminiscencia en la suma de las intensidades ( $I_A$ ,  $I_B$ ) de pico del primer (A) y el segundo pico (B) de luminiscencia es de al menos el 20% y como máximo el 80%, preferentemente de al menos el 30% y como máximo el 70%, de forma especialmente preferente de al menos el 40% y como máximo el 60%, y
  - **por que** las longitudes de onda de pico del primer y el segundo pico de luminiscencia están desplazadas a longitudes de onda mayores en comparación con la excitación óptica del pigmento luminiscente, y
  - **por que** el primer (L1) y el segundo luminóforo (L2) se eligen de los iones de tierras raras erbio, holmio, neodimio, tulio, iterbio, y
  - **por que** la red huésped está realizada como red huésped inorgánica y por que la red huésped es una red huésped con una estructura de granate o con una estructura de perovskita o es un óxido o un wolframato o fosfato o niobato o tantalato o silicato o aluminato.
- 30 2. Característica de seguridad, según la reivindicación 1, **caracterizada por que** la intensidad de pico del primer pico (A) de luminiscencia y la intensidad de pico del segundo pico (B) de luminiscencia presentan una relación de intensidades entre sí que está determinada intrínsecamente por la composición del pigmento luminiscente.
- 35 3. Característica de seguridad, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el primer y el segundo luminóforo (L1, L2) están distribuidos respectivamente de forma sustancialmente homogénea en una zona del volumen de la red huésped, que está dopada tanto con el primer (L1), como también con el segundo luminóforo (L2).
- 40 4. Característica de seguridad, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** los componentes del pigmento luminiscente, en particular, la red huésped y el primer (L1) y el segundo luminóforo (L2), se eligen de forma que estos, en el caso de fracciones (y) molares modificadas del segundo luminóforo, tiendan a una transferencia completa de la energía de excitación del primer (L1) al segundo luminóforo (L2).
- 45 5. Característica de seguridad, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** a través de un cambio de la fracción (y) molar del segundo luminóforo (L2) pueden modificarse de forma inversa entre sí las intensidades ( $I_A$ ,  $I_B$ ) de pico del primer y el segundo pico de luminiscencia (A, B).
- 50 6. Característica de seguridad, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** las longitudes ( $\lambda_A$ ,  $\lambda_B$ ) de onda de pico del primer y el segundo pico (A, B) de luminiscencia están separadas espectralmente entre sí al menos 20 nm, preferentemente al menos 30 nm.
- 55 7. Característica de seguridad, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la interacción a través de la cual puede transferirse la energía de excitación del primer luminóforo (L1) al segundo luminóforo (L2) tiene lugar en una zona del volumen de la red huésped que está dopada tanto con el primer, como también con el segundo luminóforo.
- 60 8. Característica de seguridad, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la energía de excitación del primer luminóforo (L1) puede transferirse a través de una interacción sin radiación del primer luminóforo (L1) al segundo luminóforo (L2).
- 65 9. Característica de seguridad, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** las longitudes ( $\lambda_A$ ,  $\lambda_B$ ) de onda de pico del primer y el segundo pico (A, B) de luminiscencia se encuentran en el rango espectral infrarrojo cercano, en particular, en el rango espectral de entre 750 nm y 2900 nm, preferentemente entre 800 nm y 2200 nm.

10. Elemento de seguridad o tinta de impresión que presenta una o varias características de seguridad, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

5 11. Documento de valor o papel de seguridad que presenta una o varias características de seguridad, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, y/o un elemento de seguridad, según la reivindicación 10, y/o una tinta de impresión, según la reivindicación 10.

12. Procedimiento para detectar una característica de seguridad, según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que

- 10
- la característica de seguridad se irradia con luz de un rango espectral en el que absorbe el pigmento luminiscente de la característica de seguridad, para excitar ópticamente al pigmento luminiscente para emitir luz luminiscente y
  - se detectan intensidades del primer y el segundo pico (A, B) de luminiscencia contenidos en el espectro de luminiscencia de la luz luminiscente y
- 15
- se valoran las intensidades detectadas del primer y el segundo pico (A, B) de luminiscencia para detectar la característica de seguridad.

13. Procedimiento, según la reivindicación 12, en el que mediante la irradiación de la característica de seguridad se genera una energía de excitación del primer luminóforo (L1), que se transfiere parcialmente del primer luminóforo (L1) al segundo luminóforo (L2), tal que la energía de excitación del primer luminóforo (L1)

- 20
- se genera directamente mediante excitación óptica selectiva del primer luminóforo (L1), y/o
  - se genera mediante excitación óptica de la red huésped y transferencia subsiguiente de la energía de excitación de la red huésped al primer luminóforo (L1).
- 25

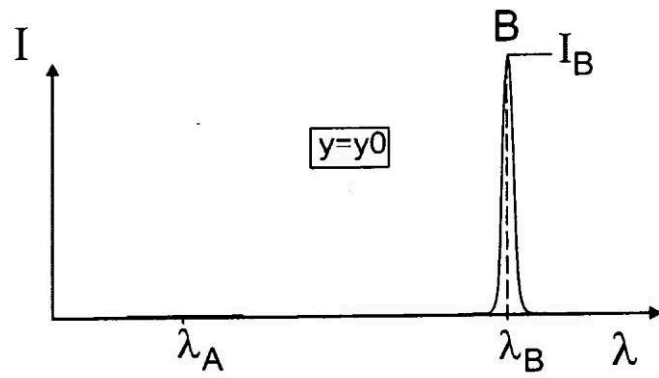


Fig. 1a

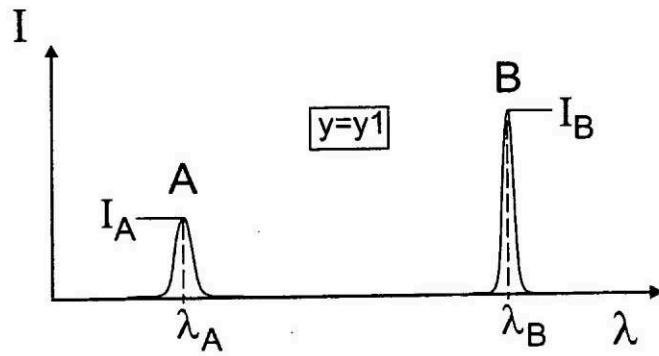


Fig. 1b

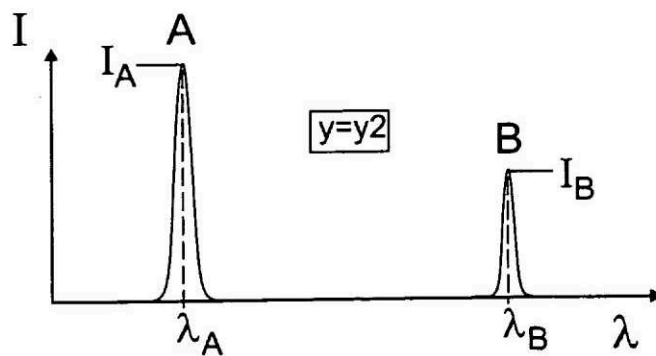


Fig. 1c

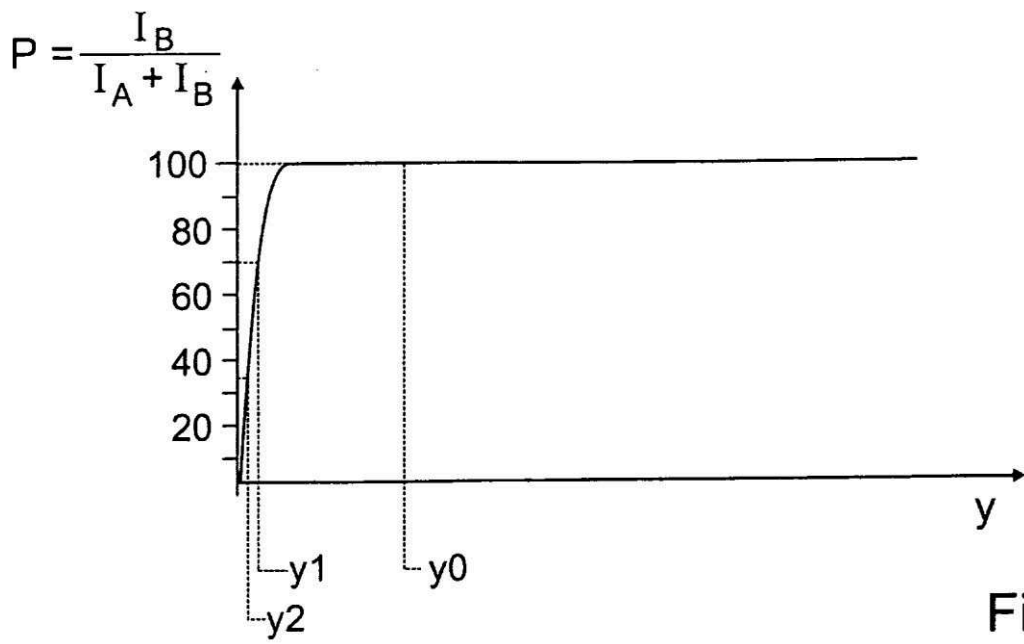


Fig. 2