

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 083**

51 Int. Cl.:

B42D 25/382 (2014.01)

B42D 25/387 (2014.01)

G07D 7/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.08.2012 PCT/US2012/052491**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.03.2013 WO13033009**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.08.2012 E 12827755 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018 EP 2751548**

54 Título: **Artículos que presentan características de emisiones confundidas y métodos y aparatos para su autenticación**

30 Prioridad:

31.08.2011 US 201161529401 P
13.08.2012 US 201213584026

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.05.2019

73 Titular/es:

HONEYWELL INTERNATIONAL INC. (100.0%)
115 Tabor Road
Morris Plains, NJ 07950, US

72 Inventor/es:

RAPOPORT, WILLIAM, ROSS;
LAU, CARSTEN y
KANE, JAMES

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 713 083 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

Artículos que presentan características de emisiones confundidas y métodos y aparatos para su autenticación

5 Campo técnico

La presente invención se refiere en general a compuestos emisores de radiación y a métodos y aparatos para su autenticación.

10 Antecedentes de la invención

Un compuesto de fósforo luminiscente es un compuesto que es capaz de emitir cantidades detectables de radiación en los espectros infrarrojo, visible y/o ultravioleta tras la excitación del compuesto por una fuente de energía externa. Un compuesto de fósforo luminiscente típico incluye al menos un material de acogida (por ejemplo, una red cristalina), un ion emisor (por ejemplo, de un metal de tierras raras) y, en algunos casos, un ion "sensibilizante" (por ejemplo, de un metal de transición o de un metal de tierras raras diferente que puede absorber y transferir la energía al ion de metal de tierras raras emisoras). La producción de radiación por un compuesto de fósforo se realiza mediante la absorción de la radiación incidente por el ion o los iones emisores o por uno o ambos, el material de acogida y el ion o los sensibilizadores, la transferencia de energía desde el material de acogida/iones sensibilizantes a los iones emisores, y la radiación de la energía transferida por los iones emisores.

Los componentes seleccionados de un compuesto de fósforo pueden hacer que el compuesto tenga propiedades de emisión particulares, incluidas longitudes de onda específicas para su energía de excitación, y posiciones espectrales específicas para una salida de energía espectral más alta emitida por los iones emisores del compuesto de fósforo ("emisiones"). Sin embargo, no todos los iones producirán emisiones en todos los materiales de acogida. Existen numerosos ejemplos en los que la radiación que tiene el potencial para la emisión se extingue, o la transferencia de energía desde los iones absorbentes o el material de acogida a los iones emisores es tan deficiente que los efectos de la radiación son apenas observables. En otros materiales de acogida, los efectos de la radiación pueden ser muy grandes y con una eficiencia cuántica cercana a la unidad.

Para un compuesto de fósforo específico que produce emisiones observables, las posiciones espectrales del mayor contenido de energía espectral (o salida luminiscente) en sus emisiones (es decir, su "signatura espectral") se pueden utilizar para identificar de forma única el compuesto de fósforo con respecto a otros compuestos. Principalmente, la signatura espectral se ha de a los iones de las tierras raras. Sin embargo, las perturbaciones espectrales pueden estar presentes debido a la influencia del material de acogida sobre los diversos iones emisores, normalmente mediante la intensidad del campo cristalino y su división. Esto también es válido para el comportamiento temporal de las emisiones.

Las propiedades espectrales únicas de algunos compuestos de fósforo los hacen muy adecuados para su uso en la autenticación o identificación de artículos de particular valor o importancia (por ejemplo, billetes de banco, pasaportes, muestras biológicas, etc.). Por consiguiente, los compuestos de fósforo luminiscentes con firmas espectrales conocidas se han incorporado en diversos tipos de artículos para mejorar la capacidad para detectar falsificaciones o copias falsificadas de dichos artículos, o para identificar y efectuar un seguimiento de los artículos. A modo de ejemplo, los compuestos de fósforo luminiscentes se han incorporado en diversos tipos de artículos en la forma de aditivos, recubrimientos y características impresas o aplicadas de otro modo que pueden analizarse en el proceso de autenticación o seguimiento de un artículo.

Un artículo que incluye un compuesto de fósforo luminiscente se puede autenticar utilizando un equipo de autenticación especialmente diseñado. Más en particular, un fabricante puede incorporar un compuesto de fósforo conocido (por ejemplo, un compuesto de fósforo "autenticador") en sus artículos "autenticados". Los equipos de autenticación configurados para detectar la autenticidad de dichos artículos tendrían conocimiento (por ejemplo, información almacenada y/o una diversidad de filtros espectrales) de las longitudes de onda de la energía de excitación absorbible y las propiedades espectrales de las emisiones asociadas con el compuesto de fósforo de autenticación. Cuando se proporciona un artículo de muestra para la autenticación, el equipo de autenticación expone el artículo a la energía de excitación que tiene longitudes de onda que se corresponden con las longitudes de onda conocidas de las características de absorción del compuesto de fósforo luminiscente que dan lugar directa o indirectamente a las emisiones deseadas. El equipo de autenticación detecta y caracteriza los parámetros espectrales de cualquier emisión que pueda producir el artículo. Cuando la señal espectral de las emisiones detectadas está dentro del margen de parámetros de autenticación del aparato de detección que corresponde con el compuesto de fósforo de autenticación (denominado "espacio de parámetros de detección"), el artículo puede considerarse autenticado. Por el contrario, cuando el equipo de autenticación no detecta las señales previstas dentro del espacio de parámetros de detección, el artículo puede considerarse no autenticado (por ejemplo, un artículo robado o falsificado).

65 Las técnicas descritas anteriormente son muy efectivas para detectar y frustrar actividades de robo y falsificación relativamente poco sofisticadas. Sin embargo, los individuos con los recursos y equipos adecuados pueden ser

capaces de emplear técnicas de espectrometría con el fin de determinar los componentes de algunos compuestos de fósforo. Los compuestos de fósforo pueden luego reproducirse y utilizarse con artículos no autenticados, comprometiendo así los beneficios de autenticación que de otro modo podrían proporcionarse por un compuesto de fósforo particular. Por consiguiente, aunque se han desarrollado varios compuestos de fósforo para facilitar la autenticación de artículos de la manera descrita anteriormente, es deseable desarrollar compuestos adicionales, formas únicas de utilizar dichos compuestos con artículos y técnicas para autenticar los artículos, que puedan hacer más difíciles las actividades de falsificación y robo y/o que pueden resultar ventajosas para identificar y rastrear artículos de interés particular. Además, otras características y funciones deseables de la presente invención se harán evidentes a partir de la descripción detallada posterior de la invención y las reivindicaciones adjuntas, consideradas junto con los dibujos adjuntos y esta sección de antecedentes de la invención.

El documento WO 2007/009756 A1 describe documentos de valor en forma de láminas, tales como billetes de banco, que contienen una "sustancia de característica luminiscente", es decir, trazador, y la producción y prueba de dicho documento de valor.

El documento WO 2005/035270 A2 describe documentos de valor, tales como billetes de banco, que tienen un sustrato y al menos dos "sustancias de características" diferentes, es decir, trazadores, para verificar el documento de valor.

El documento WO 2005/032831 A1 describe documentos de seguridad, particularmente documentos de seguridad con un dispositivo de seguridad oculto que es detectable para verificar la autenticidad de dicho documento de seguridad.

El documento US 2009/141961 A1 describe una marca autenticable, un sistema y un método para preparar la marca autenticable y un sistema para autenticar una marca verdadera y rechazar una marca falsificada.

El documento WO 2005/035261 A1 describe documentos de valor, tales como billetes de banco, que tienen un sustrato y al menos dos "sustancias de características" diferentes, es decir, trazadores, para verificar el documento de valor.

Breve resumen de la invención

Un artículo de conformidad con la invención se define en la reivindicación 1.

Un método para autenticar un artículo de conformidad con la invención se define en la reivindicación 11.

Un aparato para autenticar un artículo de conformidad con la invención se define en la reivindicación 15.

Breve descripción de los dibujos

Las formas de realización de la presente invención se describirán a continuación junto con las siguientes figuras, en donde las referencias numéricas similares indican elementos similares, y en donde:

la Figura 1 es una vista lateral, en sección transversal, de un artículo que incluye un sustrato, una característica extrínseca y una característica suplementaria opcional, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

la Figura 2 es una vista superior del artículo de la Figura 1, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

la Figura 3 es un diagrama de flujo de un método para producir un artículo, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

la Figura 4 es un sistema para autenticar un artículo, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

la Figura 5 es un diagrama de flujo de un método para realizar la autenticación de un artículo, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

la Figura 6 es un gráfico que ilustra las intensidades de emisión de varios trazadores en múltiples longitudes de onda tanto en una zona de sustrato solamente como en una zona de característica extrínseca de un artículo, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo; y

la Figura 7 es un gráfico que ilustra las intensidades de emisión de diversos trazadores en múltiples longitudes de onda tanto en una zona de sustrato solamente como en una zona de característica extrínseca de un artículo, de conformidad con otra forma de realización a modo de ejemplo.

Descripción detallada

5 La siguiente descripción detallada de varias formas de realización de la invención es simplemente a modo de ejemplo en su naturaleza y no está prevista para limitar la idea inventiva o la solicitud de la misma y los usos de dicha idea inventiva. Además, no hay ninguna intención de obligarse por ninguna teoría presentada en los antecedentes precedentes o en la siguiente descripción detallada.

10 En condiciones normales, los fabricantes de artículos que incluyen un sustrato y una característica luminiscente obtienen el material de sustrato (por ejemplo, papel) de un solo proveedor, y el material para la característica luminiscente (por ejemplo, tinta con un material luminiscente) de un proveedor diferente. La interacción "incontrolada" entre el sustrato y la característica luminiscente no es deseable, puesto que dicha interacción puede alterar las características de emisión del material luminiscente y, por lo tanto, comprometer la capacidad de producir artículos que puedan autenticarse de manera fiable. Por consiguiente, las especificaciones para el proveedor del sustrato y las especificaciones para el proveedor del material de características luminiscentes incluyen requisitos que evitan dicha interacción incontrolada. A modo de ejemplo, las especificaciones para el proveedor del sustrato pueden estipular que el sustrato puede no incluir materiales que interfieran con, o modifiquen, las emisiones que la característica luminiscente puede producir en una o más bandas de emisión de interés. Dichas especificaciones permiten al fabricante del artículo fabricar artículos que puedan ser autenticados de manera fiable.

20 A diferencia con las prácticas tradicionales descrita con anterioridad, las formas de realización de la idea inventiva incluyen artículos en los que puede producirse una interacción "controlada" intencionada entre un sustrato y una "característica extrínseca". Más en particular, las formas de realización incluyen artículos que incorporan materiales luminiscentes, métodos y aparatos para su autenticación, y métodos de su fabricación. Como se explicará en detalle a continuación, según una forma de realización, un artículo incluye un sustrato y una o más características extrínsecas, donde las características extrínsecas se forman a partir de materiales que son extrínsecos del material del sustrato, y las características extrínsecas se aplican o se incorporan en el sustrato. El sustrato incluye un primer trazador luminiscente, que genera emisiones de sustrato en una banda de emisión de sustrato cuando el sustrato se expone a la energía de excitación adecuada. La característica extrínseca (por ejemplo, una característica impresa, integrada u otro tipo de característica) se ubica en, o sobre, una parte del sustrato, e incluye un segundo trazador luminiscente, que produce emisiones de característica extrínseca en una banda de emisión de la característica extrínseca cuando la característica extrínseca se expone a la energía de excitación adecuada.

35 La banda de emisión de sustrato y la banda de emisión de la característica extrínseca se solapan al menos parcialmente, en una forma de realización. Por consiguiente, en la parte del sustrato donde se ubica una característica extrínseca, las emisiones del sustrato y las emisiones de característica extrínseca se combinan en la banda de emisión superpuesta para producir "emisiones confundidas" que son distinguibles (por ejemplo, en intensidad de emisión, constante de tiempo de degradación, y/o otras características) de las emisiones de sustrato por sí solas. Como se explicará con más detalle a continuación, un artículo puede tener características o funciones adicionales que pueden analizarse para determinar definitivamente la autenticidad del artículo.

40 Según diversas formas de realización, los métodos y aparatos para autenticar un artículo de este tipo, que pueden incluir características tales como las descritas anteriormente, incluyen la exposición de varias zonas del artículo a energía de excitación en una o más longitudes de onda, y detectar emisiones procedentes de las zonas del artículo dentro de al menos la banda de emisión superpuesta. Más en particular, una zona del artículo en donde no está presente una característica extrínseca está expuesta a la energía de excitación, y las emisiones que emanan desde esa zona se detectan (por ejemplo, mediante un fotodetector con filtrado espectral que tiene respuesta en esa banda espectral). Además, una zona del artículo en donde está presente una característica extrínseca también está expuesta a la energía de excitación, y también se detectan las emisiones que emanan desde esa zona. Cuando las emisiones de ambas zonas son lo suficientemente diferentes, el artículo puede identificarse como autenticado. De lo contrario, el artículo se identifica como no autenticado. Como se explicará con más detalle a continuación, se pueden realizar análisis adicionales para determinar definitivamente la autenticidad del artículo.

55 La Figura 1 es una vista lateral en sección transversal de un artículo 100 que incluye un sustrato 102, características extrínsecas 120, 122 y características "suplementarias" opcionales 124, 126, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo, y la Figura 2 es una vista superior del artículo de la Figura 1 (es decir, una vista de la superficie 108 del artículo 100). En diversas formas de realización, el artículo 100 puede ser cualquier tipo de artículo seleccionado desde un grupo que incluya, sin limitación, una tarjeta de identificación, un permiso de conducir, un pasaporte, documentos de identidad, un billete de banco, un cheque, un documento, un efecto comercial, un certificado de acciones, un componente de embalaje, una tarjeta de crédito, una tarjeta bancaria, una etiqueta, un sello, un sello postal, un ficha (por ejemplo, para utilizar en juegos de azar y/o con una máquina expendedora o de juegos), un líquido, un ser humano, un animal y una muestra biológica. El sustrato 102 puede ser cualquiera de varios tipos de sustratos, e incluye uno o más materiales seleccionados desde un grupo que incluye, pero no se limita a, papel, un polímero, vidrio, metal, textil y fibra. Por consiguiente, aunque se muestra que el artículo 100 es como siendo rectangular, en las formas de realización de las Figuras 1 y 2, el ejemplo de un artículo rectangular no pretende ser limitativo, y las formas de realización abarcan artículos que tienen otras formas y

configuraciones. Además, en la forma de realización ilustrada, el artículo 100 es de naturaleza prácticamente planar, aunque ello no constituye un requisito.

5 El sustrato 102, que puede ser rígido o flexible, puede formarse a partir de una o más capas o componentes, en diversas formas de realización. La diversidad de configuraciones del sustrato 102 son demasiado numerosas para mencionarlo, puesto que los materiales luminiscentes de las diversas formas de realización se pueden utilizar junto con una amplia gama de diferentes tipos de artículos. Por lo tanto, aunque se ilustra un simple sustrato unitario 102 en la Figura 1, ha de entenderse que el sustrato 102 puede tener cualquiera de una diversidad de configuraciones diferentes. A modo de ejemplo, un sustrato puede ser un sustrato "compuesto" que incluye una pluralidad de capas o secciones de los mismos o diferentes materiales. A modo de ejemplo, pero no a modo de limitación, un sustrato puede incluir una o más capas o secciones de papel y una o más capas o secciones de plástico que están laminadas o de otra manera acopladas para formar el sustrato compuesto (por ejemplo, una capa de papel/capa de plástico/capa de papel o bien, sustrato compuesto de capa de plástico/capa de papel/capa de plástico). Además, aunque aquí se analizan artículos inanimados y sólidos, ha de entenderse que un "artículo" también puede incluir un ser humano, un animal, un espécimen biológico, una muestra líquida y prácticamente cualquier otro objeto o material en el cual se puede incluir un material luminiscente de una forma de realización.

20 Según una forma de realización particular, el sustrato 102 tiene una primera superficie 108 y una segunda superficie 110 opuestas y paralelas a la primera superficie 108 a través de un espesor 112 del sustrato 102. El sustrato 102 también está definido por uno o más bordes de sustrato 104, 106. A modo de ejemplo, en una forma de realización que incluya un sustrato rectangular 102, el sustrato 102 incluye un primer borde de sustrato 104 y un segundo borde de sustrato 106 opuestos y paralelos al primer borde de sustrato 104 a través de una anchura 160 de la primera superficie 108. El sustrato 102 también puede incluir un tercer borde de sustrato 208 (Figura 2) perpendicular a los primero y segundo borde de sustrato 104, 106, y un cuarto borde de sustrato 210 opuesto y paralelo al tercer borde de sustrato 208 a través de la primera superficie 108 (Figura 2). Un eje primario 170 se define, en este caso, en una dirección perpendicular a los bordes de sustrato primero y segundo 104, 106 y paralelo a la primera superficie y a las segundas superficies 108, 110.

30 De conformidad con una forma de realización, el sustrato 102 incluye uno o más primeros "trazadores" luminiscentes (por ejemplo, trazador de sustrato 130), que están dispersos de manera uniforme o desigual (por ejemplo, integrados) dentro de los materiales que constituyen el sustrato 102, o dentro de una o más capas de los materiales del sustrato (por ejemplo, cuando el sustrato es un sustrato compuesto). A modo de ejemplo, los trazadores de sustrato 130 pueden adoptar la forma de partículas, que se mezclan con otros materiales durante la formación del sustrato 102. Cuando el trazador de sustrato 130 adopta la forma de partículas, las partículas pueden tener magnitudes de partículas en un margen de 1 micra a 20 micras, en una forma de realización, aunque las partículas también pueden ser más pequeñas o más grandes que el margen anterior. En una forma de realización alternativa (no ilustrada), los trazadores del sustrato puede incluirse en una composición (por ejemplo, una tinta u otro soporte) que se aplica (por ejemplo, impresa, recubierta, dispersa o adherida o unida de cualquier otra manera) a una superficie (p. ej., superficie 108 y/o 110) del sustrato 102. Según una forma de realización, los trazadores del sustrato se incluyen en los materiales del sustrato o en la composición aplicada al sustrato en un margen de aproximadamente 0.02 a 0.4% en peso, aunque los trazadores de sustratos también puede incluirse en porcentajes más altos o más bajos.

45 Tal como se utiliza en el presente documento, el término "trazador" significa un material que incluye uno o más componentes que emiten energía óptica cuando son excitados por otra radiación óptica dirigida. A modo de ejemplo, un trazador puede incluir uno o más tipos de compuestos luminiscentes orgánicos o inorgánicos, incluidos pigmentos, colorantes, composiciones de quelatos y/o complejas, luminóforos y fósforos (denominados colectivamente en este documento "materiales luminiscentes" o "compuestos luminiscentes"). En formas de realización de los trazadores indicados en el presente documento, la presencia de uno o más materiales luminiscentes es detectable, al exponerse a la energía de excitación adecuada, por el ojo humano y/o utilizando equipos electrónicos (por ejemplo, el sistema de autenticación 400, Figura 4). Las longitudes de onda de la energía de excitación adecuada para "excitar" un trazador particular (es decir, colocar un ion emisor del trazador en un estado de energía en el cual puede producir emisiones detectables) depende de los iones particulares dentro del trazador que funcionan como los absorbentes. A modo de ejemplo, algunos iones absorbentes (p. ej., cromo y otros iones) pueden tener un margen de excitación que cubre la mayor parte del espectro visible, mientras que otros iones absorbentes (p. ej., neodimio y otros iones) pueden tener uno o varios márgenes de excitación distintos en el espectro visible y/o en el margen de infrarrojo cercano (NIR). La longitud de onda seleccionada y la intensidad de la energía de excitación que se proporciona junto con cualquier sistema de detección particular puede depender de uno o más factores (por ejemplo, seguridad ocular, gestión térmica, cantidad de material trazador, eficiencia del detector, coste, etc.). En general, se consideran diversas técnicas de ingeniería y de otro tipo al especificar las características de la energía de excitación.

65 Una vez excitados adecuadamente, los trazadores pueden emitir radiación visible y/o infrarroja en un margen de aproximadamente 400 a aproximadamente 2400 nanómetros (nm). Como se describirá con más detalle más adelante, un material luminiscente incorporado en un trazador luminiscente incluye al menos un ion emisor y opcionalmente uno o más iones sensibilizadores sustituidos en un material de acogida. Cuando dicho material

luminiscente se expone a energía de excitación que tiene una longitud de onda adecuada, la energía de excitación puede absorberse directamente por los iones emisores, y/o de manera opcional, por uno o más iones sensibilizadores y/o por el material de acogida con una transferencia posterior de la energía a los iones emisores. De cualquier manera, que se absorba la energía de excitación, los iones emisores del material luminiscente producen emisiones que tienen características únicas (por ejemplo, una signatura espectral única, una constante de tiempo de degradación medible, etc.). Más en particular, después de someterse a la energía de excitación adecuada, un material luminiscente emite radiación detectable en una o más longitudes de onda dentro de las partes visibles y/o infrarrojas del espectro electromagnético.

Numerosos materiales luminiscentes producen emisiones concentradas dentro de una o más "bandas de emisión" del espectro electromagnético, donde una "banda de emisión" se define aquí para significar un margen continuo de longitudes de onda dentro de las cuales se producen emisiones concentradas, no despreciables (por ejemplo, detectables) procedentes de uno o más iones emisores del material luminiscente. Para cualquier ion emisor particular, una "banda de emisión" está limitada por una menor longitud de onda por debajo de la cual las emisiones son despreciables para ese ion, y una longitud de onda superior por encima de la cual las emisiones son despreciables por ese ion. A modo de ejemplo, los iones de erbio pueden emitir radiación en bandas de emisión centradas en múltiples longitudes de onda, incluyendo emisiones relativamente intensas en bandas de emisión centradas en aproximadamente 980 nm y aproximadamente 1550 nm.

Una forma de realización del artículo 100 incluye una o más características extrínsecas 120 posicionadas en la proximidad de la primera superficie 108 del sustrato 102. Además, el artículo 100 puede incluir opcionalmente una o más características extrínsecas 122 posicionadas en la proximidad de la segunda superficie 110. Aunque solo una característica extrínseca 120, 122 se muestra en la proximidad de cada superficie 108, 110, ha de entenderse que más de una característica extrínseca puede estar próxima a una o ambas superficies 108, 110.

Tal como se utiliza en este documento, el término "en la proximidad de una superficie" (por ejemplo, del sustrato 102), significa aplicada a la superficie, integrada en el sustrato para tener emisiones de característica extrínseca que sean detectables en la superficie, o se incluyan como una característica que define una parte de la superficie. A modo de ejemplo, una característica extrínseca que se "aplica" a una superficie puede incluir una característica que está impresa, recubierta, dispersa, o de otro modo adherida o unida a una parte de la superficie, tal como las características extrínsecas 120, 122. Dicha característica extrínseca puede aplicarse al 100% de la parte de la superficie en la que está ubicada, o puede aplicarse en un patrón que cubra menos del 100% de la parte de la superficie en donde está ubicada (por ejemplo, desde 10 % a 30% o más). Independientemente del método de aplicación empleado, y como se describe con más detalle a continuación, las características extrínsecas 120, 122 y cualquier material utilizado junto con el método de aplicación (por ejemplo, adhesivos, materiales de unión, etc.) no deben enmascarar completamente, absorber o de cualquier otro modo atenuar la energía de excitación destinada a excitar el trazador de sustrato 130 o las emisiones del sustrato que se producen como resultado de proporcionar la energía de excitación al trazador de sustrato 130. Por el contrario, una característica extrínseca que está "integrada" en el sustrato puede incluir uno o más materiales rígidos o flexibles en los cuales o sobre los cuales se incluye un material luminiscente. A modo de ejemplo, una característica extrínseca incorporada (no ilustrada) puede configurarse en forma de un sustrato discreto, rígido o flexible, un hilo de seguridad u otro tipo de estructura. Una característica extrínseca que se incluye como una característica que "define una parte de la superficie" incluye una característica que tiene una superficie superior que es coplanar con la superficie superior (por ejemplo, la superficie 108) del sustrato. La característica puede extenderse parcialmente a través del material del sustrato o completamente a través del material del sustrato. En este último caso, la característica extrínseca puede tener una superficie inferior que es coplanar con la superficie inferior (por ejemplo, la superficie inferior 110) del sustrato. Solamente con fines a modo de ejemplo, esta descripción se refiere a características que están impresas sobre una superficie 108, 110 de un sustrato 102. Sin embargo, como se indicó anteriormente, esta forma de realización a modo de ejemplo no pretende limitar las formas de realización solamente a la de características impresas o de cualquier otro modo, aplicadas a la superficie.

Las características extrínsecas 120, 122 pueden ser, por ejemplo, características impresas o características que incluyen uno o más materiales rígidos o flexibles. A modo de ejemplo, las características extrínsecas 120, 122 pueden comprender una composición (por ejemplo, una tinta, un pigmento, un recubrimiento o una pintura) que incluye un material luminiscente como se describió anteriormente. De forma alternativa, la característica extrínseca 120 aplicada a la superficie puede comprender uno o más materiales rígidos o flexibles en los cuales se incluye un material luminiscente, donde el sustrato se adhiere, se vincula o de cualquier otro modo se une a una superficie del sustrato 102. De conformidad por varias formas de realización, la característica extrínseca 120 aplicada a la superficie puede tener un grosor de aproximadamente una micra o más, y la característica extrínseca 120 aplicada a la superficie puede tener una anchura y longitud que sea menor o igual que la anchura y longitud del sustrato 102.

De conformidad con una forma de realización, las características extrínsecas 120, 122 incluyen uno o más segundos trazadores luminiscentes (por ejemplo, el trazador de características extrínsecas 132), que están dispersos de manera uniforme o desigual (por ejemplo, integrados) dentro de los materiales que incluyen características extrínsecas 120, 122. A modo de ejemplo, los trazadores de características extrínsecas 132 pueden estar en forma de partículas, que se mezclan con otros materiales durante la formación del material que comprende las

características extrínsecas 120, 122. El trazador de características extrínsecas 132 se puede integrar dentro de la característica extrínseca 120, 122, por ejemplo, mezclando partículas del trazador de característica extrínseca 132 en un material base (por ejemplo, tinta, etc.) para la característica extrínseca 120, 122. Cuando el trazador de característica extrínseca 132 adopta la forma de partículas, las partículas pueden tener magnitudes de partículas en un margen de 1 micra a 20 micras, en una forma de realización, aunque las partículas también pueden ser más pequeñas o más grandes que el margen dado anteriormente. De conformidad con una forma de realización, los trazadores de características extrínsecas se incluyen en los materiales de características extrínsecas en un margen de aproximadamente 0,2 a 30% en peso, aunque el trazador de características extrínsecas también puede incluirse en porcentajes más altos o más bajos.

Las características extrínsecas 120, 122 están en la proximidad solo a una parte de cada una de las superficies 108, 110. Dicho de otro modo, al menos una parte de la superficie 108 y/o la superficie 110 están desprovistas (o libres) de cualquier característica extrínseca 120, 122. Una parte de una superficie 108, 110 en donde no está presente ninguna característica extrínseca se denomina aquí como una "zona de sustrato solamente" del artículo. A modo de ejemplo, las zonas 162, 166, 182 y 186 corresponden a zonas de sustrato solamente del artículo 100. Por el contrario, una parte de una superficie 108, 110 en donde está presente una característica extrínseca 120, 122 se denomina en este documento "zona de característica extrínseca" del artículo. A modo de ejemplo, las zonas 164 y 184 corresponden a zonas de características extrínsecas del artículo 100.

En una forma de realización alternativa (no ilustrada), se puede incluir un trazador de característica extrínseca 132 en una capa exterior de un sustrato compuesto (por ejemplo, en una capa de papel o plástico externa del sustrato). En dicha forma de realización, un espacio en la capa exterior que se extiende a través de todo el ancho del sustrato (por ejemplo, en una dirección perpendicular al eje primario 170) permite que las emisiones del trazador de sustrato 130 sean detectables por encima del espacio. Por consiguiente, la parte del sustrato que incluye el espacio correspondería a una "zona de sustrato solamente", y todas las demás partes corresponderían a "zonas de características extrínsecas".

Según una forma de realización, el trazador de sustrato 130 produce emisiones (denominadas aquí "emisiones de sustrato") en al menos una banda de emisión (referida aquí como "banda de emisión de sustrato") cuando una parte del sustrato 102 que incluye el trazador de sustrato 130 está expuesto a energía de excitación de una longitud de onda adecuada (referida aquí como "energía de excitación de sustrato"). Además, el trazador de característica extrínseca 132 produce emisiones (referidas aquí como "emisiones de característica extrínseca") en al menos una banda de emisión (referida aquí como "banda de emisión de característica extrínseca") cuando una característica extrínseca 120, 122 que incluye el trazado de características extrínsecas 132 está expuesta a la energía de excitación de una longitud de onda adecuada (referida aquí como "energía de excitación de la característica extrínseca"). A modo de ejemplo, cuando se proporciona energía de excitación adecuada en las zonas de sustrato solamente 162, 166, 182, 186 del artículo 100, el trazador de sustrato 130 puede producir emisiones de sustrato en al menos una banda de emisión de sustrato.

Las características extrínsecas 120, 122 están configuradas de manera que las características extrínsecas 120, 122 no enmascaran, absorben o atenúan por completo la energía de excitación en la longitud de onda adecuada para excitar el trazador de sustrato 130. Además, las características extrínsecas 120, 122 están configuradas de tal manera que las características extrínsecas 120, 122 no enmascaran, absorben o atenúan por completo las emisiones de sustratos que se producen como resultado de proporcionar la energía de excitación adecuada al trazador de sustrato 130. Por consiguiente, en las zonas de las características extrínsecas 164, 184 del artículo 100, se puede proporcionar energía de excitación tanto al trazador de autenticación 132 como al trazador de sustrato subyacente 130, y las emisiones por encima de las superficies 108, 110 del sustrato 102 pueden observarse tanto desde el trazador de autenticación 132 como el trazador de sustrato 130.

De conformidad con una forma de realización, la banda de emisión de sustrato y la banda de emisión de la característica extrínseca se solapan al menos parcialmente entre sí en una banda de emisión superpuesta (también denominada en este documento como una "banda de emisiones confundidas"). Por consiguiente, en las zonas de características extrínsecas 164, 184, las emisiones de sustrato y las emisiones de características extrínsecas se combinan en la banda de emisión superpuesta para producir emisiones confundidas. Tal como aquí se utiliza, el término "emisiones confundidas" significa una combinación de emisiones que emanan desde al menos dos trazadores dentro de una banda de emisión superpuesta, donde las emisiones confundidas tienen características de emisión que se pueden distinguir (es decir, diferentes de) las características de emisión de cualquiera o ambos de los trazadores considerados por separado. Tal como aquí se utiliza, las características de emisión que son "distinguibiles de" o "diferentes de" son perceptiblemente diferentes (según lo perciben los humanos o las máquinas) en alguna propiedad medible de las emisiones. Las características de emisión se pueden distinguir entre sí en características temporales (por ejemplo, constante de tiempo de degradación de la emisión, constante de tiempo de aumento de la emisión), relación de bifurcación (por ejemplo, relación de intensidad integrada en múltiples bandas), transferencia de energía y emisiones de otro ion en otra banda, o una combinación de dichas características de emisión. A modo de ejemplo, las propiedades de emisión que son "perceptiblemente" diferentes entre sí son diferentes en al menos un 5%, en una forma de realización. En otra forma de realización, las propiedades de emisión que son "perceptiblemente" diferentes entre sí son diferentes en al menos un 10%, en una forma de realización. En

otra forma de realización, las propiedades de emisión que son "perceptiblemente" diferentes entre sí son diferentes en al menos un 50%, en una forma de realización. En otra forma de realización, las propiedades de emisión que son "perceptiblemente" diferentes entre sí son diferentes en al menos un 100%, en una forma de realización. Las capacidades de un sistema de detección, el grado de control del proceso para generar trazadores y artículos, la resistencia de los artículos y sus características al desgaste y los daños, y otros factores pueden determinar el margen de porcentajes que se consideran "perceptiblemente" diferentes.

A modo de ejemplo, cuando una zona de la característica extrínseca 164, 184 del artículo 100 está expuesta a una energía de excitación que es suficiente para producir emisiones tanto desde el trazador de sustrato 130 como del trazador de la característica extrínseca 132, las emisiones del sustrato del trazador de sustrato 130 y las emisiones de características extrínsecas desde el trazador de características extrínsecas 132 emanan desde la superficie expuesta (p. ej., de la superficie 108 o 110). Como se explicó anteriormente, las emisiones de características extrínsecas y las emisiones de sustratos tienen lugar en una banda de emisión de características extrínsecas y en una banda de emisión de sustratos que se superponen al menos parcialmente entre sí. Por consiguiente, las emisiones confundidas que incluyen componentes de las emisiones de características extrínsecas y de las emisiones de sustratos se producen en la zona de características extrínsecas 164, 184 dentro de la banda de emisión superpuesta. Las emisiones confundidas tienen características de emisión que se distinguen de las emisiones de sustrato del trazador de sustrato 130 y de las emisiones de características extrínsecas del trazador de características extrínsecas 132, consideradas por separado. Por consiguiente, las emisiones de sustrato resultantes de la excitación del trazador de sustrato 130 en una zona de sustrato solamente 162, 166, 182, 186 son distinguibles de las emisiones confundidas en una zona de característica extrínseca 164, 184, aun cuando las emisiones de sustrato y las emisiones confundidas pueden tener lugar dentro de una banda de emisión superpuesta. Como se explicará con más detalle a continuación, utilizando un sistema de autenticación configurado adecuadamente (por ejemplo, el sistema de autenticación 400, de la Figura 4), las emisiones que emanan desde al menos una zona de sustrato solamente 162, 164, 182, 184 y las emisiones que emanan desde al menos una zona de característica extrínseca 164, 184 puede detectarse dentro de un canal de detección que corresponde a la banda de emisión superpuesta. Dichas emisiones se pueden analizar para determinar si las emisiones tienen características de emisión distinguibles entre sí (por ejemplo, las características correspondientes a las emisiones de sustratos y las emisiones confundidas, respectivamente).

De conformidad con una forma de realización, el trazador de sustrato 130 y el trazador de característica extrínseca 132 se seleccionan de modo que, al menos dentro de la banda de emisiones confundidas, las emisiones de sustrato y las emisiones de característica extrínseca/sustrato combinadas tengan características de emisión perceptiblemente diferentes entre sí (aun cuando algunas de sus emisiones se producen en bandas de emisión superpuestas). A modo de ejemplo, dentro de la banda de emisiones confundidas, el trazador de sustrato 130 puede tener una primera intensidad de emisión (o intensidad de emisión integrada), y el trazador de característica extrínseca 132 puede tener una segunda intensidad de emisión (o intensidad de emisión integrada), que pueden ser o no diferentes de la primera intensidad de emisión. Además, o de forma alternativa, el trazador de sustrato 130 puede tener una primera constante de tiempo de degradación, y el trazador de característica extrínseca 132 puede tener una segunda constante de tiempo de degradación, que puede o no ser diferente de la primera constante de tiempo de degradación. De cualquier manera, cuando las emisiones del trazador de sustrato 130 y del trazador de característica extrínseca 132 se combinan, las emisiones combinadas (es decir, las emisiones confundidas) son perceptiblemente diferentes de las emisiones de sustrato consideradas por sí solas. A modo de ejemplo, las emisiones confundidas pueden tener una intensidad de emisión (o intensidad de emisión integrada) que es perceptiblemente mayor que la intensidad de emisión de las emisiones de sustrato solamente. Más en particular, las emisiones dentro de la banda de emisiones confundidas que emana de una zona de característica extrínseca (por ejemplo, la zona 164) pueden tener una intensidad de emisión perceptiblemente más alta (o intensidad integrada) que las emisiones dentro de la banda de emisiones confundidas que emana desde una zona de sustrato solamente (por ejemplo, zona 162). A modo de otro ejemplo, las emisiones confundidas pueden tener una constante de tiempo de degradación que es perceptiblemente mayor o menor que la constante de tiempo de degradación de las emisiones de sustrato solamente. Otras características de emisión también pueden ser diferentes.

Se pueden lograr diferentes características de emisión dentro de la banda de emisiones confundidas para zonas de características extrínsecas y de sustrato solamente en cualquiera de diversas maneras, en diversas formas de realización. A modo de ejemplo, el trazador de sustrato 130 puede incluir un primer ion emisor que produce emisiones de sustrato dentro de la banda de emisiones confundidas, y el trazador de característica extrínseca 132 puede incluir un segundo ion emisor (diferente) que produce emisiones de característica extrínseca dentro de la banda de emisiones confundidas. En formas de realización alternativas, el trazador de sustrato 130 y el trazador de características extrínsecas 132 pueden incluir el mismo ion emisor, aunque los trazadores 130, 132 se diferencian de otras formas que hacen que los trazadores 130, 132 produzcan emisiones con características diferentes. A modo de ejemplo, el ion emisor se puede incluir en el trazador de sustrato 130 en una primera densidad dopante, y el ion emisor se puede incluir en el trazador de característica extrínseca 132 en una segunda densidad dopante que es diferente (por ejemplo, más alta que la primera) densidad dopante. La diferencia en las densidades de dopaje primera y segunda puede ser relativamente pequeña (por ejemplo, tan baja como 5%) o grande (por ejemplo, 100% o más), dependiendo de los iones seleccionados y del material de acogida. Independientemente de la diferencia en

la primera y segunda densidad dopante, la diferencia debería ser suficiente para producir las características de emisión perceptiblemente diferentes.

En otra forma de realización en donde el ion emisor es el mismo en los trazadores de sustrato y de característica extrínseca 130, 132, el trazador de sustrato 130 puede incluir un primer material de acogida con el que se incorpora el ion de emisión, y el trazador de características extrínsecas en el trazador 132 puede incluir un segundo material de acogida con el cual se incorpora el ion emisor, donde el primer y el segundo materiales de acogida son diferentes entre sí con el fin de producir diferentes características de emisión del mismo ion emisor. En dicha forma de realización, por ejemplo, el ion emisor puede sustituirse en una primera red de acogida para producir el trazador de sustrato 130, y el ion emisor puede sustituirse en una segunda red de acogida diferente para producir el trazador de características extrínsecas 132. En otra forma de realización, los iones emisores y los materiales de acogida pueden ser los mismos en, a la vez, los trazadores de sustrato y de característica extrínseca 130, 132. Sin embargo, aun cuando los trazadores 130, 132 sean prácticamente los mismos (incluso con las mismas firmas espectral y temporal), el aumento de la cantidad de trazadores en las zonas de características extrínsecas (por ejemplo, la zona 164) puede ser suficiente para producir emisiones confundidas que son perceptiblemente diferentes de las emisiones del trazador de sustrato 130 por sí solo.

Según una forma de realización, como un criterio de autenticación adicional, el artículo 100 puede incluir un tercer trazador luminiscente 134 que, cuando se expone a la energía de excitación adecuada, produce emisiones dentro de al menos una banda de emisión que no se superpone con la banda de emisiones confundidas asociada con las emisiones de sustratos y las emisiones de características extrínsecas. De forma alternativa, como se explicará con más detalle más adelante, ya sea el trazador de sustrato o el trazador de características extrínsecas puede producir emisiones que tengan dicha característica no superpuestas. En una forma de realización en donde se incluye un tercer trazador luminiscente 134, el tercer trazador luminiscente 134 incluye al menos un ion emisor asociado con las emisiones no superpuestas, y este ion emisor puede ser diferente de los iones emisores asociados con las emisiones de sustrato y característica extrínseca. De conformidad con una forma de realización, la banda de emisiones confundidas asociada con los trazadores de sustrato y de característica extrínseca 130, 132 y la emisión no superpuesta asociada con el tercer trazador 134 están suficientemente separadas, en longitud de onda, de modo que se utilizan diferentes tipos o clases de fotodetectores para medir las propiedades de emisión de los materiales luminiscentes asociados. En una forma de realización alternativa, las bandas de emisiones confundidas y no superpuestas pueden estar lo suficientemente próximas entre sí para permitir que se utilice un mismo tipo o clase de fotodetector para medir las emisiones dentro de las diferentes bandas.

Con el fin de distinguir el tercer trazador 134 y sus emisiones asociadas del trazador de sustrato 130, el trazador de característica extrínseca 132, y sus emisiones asociadas, el tercer trazador 134 se denominará aquí un "trazador suplementario" 134, y sus emisiones serán referidas como "emisiones suplementarias". De manera similar, la energía de excitación que tiene una longitud de onda adecuada para inducir las emisiones suplementarias se denomina en este documento "energía de excitación de trazador suplementaria". La energía de excitación del trazador suplementario puede ser prácticamente la misma o diferente de la energía de excitación de sustrato y/o característica extrínseca (energías), en diversas formas de realización. Por último, una banda de emisión no superpuesta dentro de la cual se pueden producir las emisiones del trazador suplementario 134 se denomina aquí como una "banda de emisión suplementaria". Ha de entenderse que, además de producir emisiones en una banda de emisión suplementaria, un trazador suplementario 134 puede producir emisiones que superponen también las bandas de emisión de sustrato y/o característica extrínseca.

El trazador suplementario 134 puede estar en forma de partículas, que pueden tener magnitudes de partículas en un margen desde 1 micra a 20 micras, en una forma de realización, aunque las partículas pueden ser más pequeñas o más grandes que el margen indicado con anterioridad. En una forma de realización, el trazador suplementario 134 se puede dispersar de manera uniforme o desigual dentro de los materiales que comprenden una característica suplementaria 124, 126 (por ejemplo, una característica impresa, una característica integrada, un hilo de seguridad, etc.) que es extrínseca respecto a la característica extrínseca 120, 122, como se muestra en las Figuras 1 y 2. Aunque solo la característica suplementaria 124, 126 se muestra en la proximidad de cada superficie 108, 110 en la Figura 1, ha de entenderse que más de una característica suplementaria puede estar próxima a una o ambas superficies 108, 110.

Cada característica suplementaria 124, 126 puede estar en la proximidad de una parte de una superficie de sustrato 108, 110 que es diferente de la parte de la superficie de sustrato 108, 110 en la cual la característica extrínseca 120, 122 está próxima. A modo de ejemplo, como se muestra en las Figuras 1 y 2, las características suplementarias 124, 126 son espacialmente distintas de las características extrínsecas 120, 122 en una dirección a lo largo del eje primario 170. En dicha forma de realización, tal como se ilustra en la Figura 2, un sistema de autenticación puede intentar excitar y detectar tanto la característica extrínseca 120 como la característica suplementaria 124 a través de una primera pista predefinida 220. De forma alternativa, una característica suplementaria 202 puede ser espacialmente distinta de la característica extrínseca 120 en una dirección perpendicular al eje primario 170. En dicha forma de realización, un sistema de autenticación puede intentar excitar y detectar la característica extrínseca 120 a través de la primera pista predefinida 220, y el sistema de autenticación puede intentar excitar y detectar la característica suplementaria 202 a través de una segunda pista definida 222 que es paralela con, pero está

espacialmente separada de, la primera pista predefinida 220. En otra forma de realización, una característica suplementaria 204 puede ser espacialmente distinta de la característica extrínseca 120 en la dirección del eje primario 170 y en una dirección perpendicular al eje primario 170.

5 En una forma de realización alternativa, una característica suplementaria puede estar próxima a una misma parte de una superficie de sustrato 108, 110 como una característica extrínseca 120, 122. A modo de ejemplo, una característica suplementaria puede aplicarse sobre o bajo una característica extrínseca, o una característica suplementaria se puede aplicar de una manera en donde se intercala con una característica extrínseca (incluyendo rayados, formas concéntricas, etc.).

10 En otra forma de realización alternativa, el trazador suplementario 134 se puede dispersar de manera uniforme o desigual dentro de los materiales que comprenden la característica extrínseca 120, 122. En dicha forma de realización, el trazador con característica extrínseca 132 y el trazador suplementario 134 pueden ser realmente el mismo trazador (referido aquí como un "trazador de características de banda múltiple"). A modo de ejemplo, un trazador de característica de banda múltiple puede incluir un material de acogida con el ion o los iones emisores asociados con las emisiones de característica extrínseca y el ion o los iones emisores asociados con las emisiones suplementarias. De forma alternativa, el material de acogida puede incluir un ion emisor que contribuye tanto a las emisiones de característica extrínseca como a las emisiones suplementarias. En otra forma de realización, por ejemplo, los iones emisores asociados con las emisiones de característica extrínseca y las emisiones suplementarias pueden sustituirse por diferentes materiales de acogida, aunque ambos materiales están incluidos en el trazador de la característica de banda múltiple.

25 En otra forma de realización alternativa, el trazador suplementario 134 se puede dispersar de manera uniforme o desigual dentro de los materiales que comprende el sustrato 102. En dicha forma de realización, el trazador de sustrato 130 y el trazador suplementario 134 pueden ser realmente el mismo trazador (referido aquí como un "trazador de sustrato de banda múltiple"). A modo de ejemplo, un solo trazador de sustrato de banda múltiple puede incluir tanto los iones emisores asociados con las emisiones de sustratos como los iones emisores asociados con las emisiones suplementarias. En una forma de realización, por ejemplo, los iones emisores asociados con las emisiones de sustrato y las emisiones suplementarias pueden sustituirse en un mismo material de acogida. En otra forma de realización, por ejemplo, los iones emisores asociados con las emisiones de sustrato y las emisiones suplementarias pueden sustituirse en diferentes materiales de acogida, aunque ambos materiales están incluidos en el trazador de sustrato de banda múltiple.

35 De conformidad con una forma de realización, la energía de excitación de la energía de excitación de sustrato y de característica extrínseca pueden ser prácticamente la misma (por ejemplo, en prácticamente la misma longitud de onda). En dicha forma de realización, se puede utilizar un único generador de energía de excitación (por ejemplo, uno de los generadores 404, de Figura 4) para proporcionar la energía de excitación de sustrato y de característica extrínseca. De forma alternativa, se pueden utilizar diferentes generadores de energía de excitación, donde cada generador de energía de excitación produce la misma energía de excitación, pero la energía se dirige a pistas físicas separadas espacialmente (por ejemplo, pistas 220, 222, de la Figura 2). En una forma de realización alternativa, la energía de excitación de la energía de excitación de sustrato y de característica extrínseca pueden ser diferentes entre sí (por ejemplo, a diferentes longitudes de onda). En dicha forma de realización, se pueden utilizar múltiples generadores de energía de excitación (por ejemplo, generadores 404, de la Figura 4) para proporcionar la energía de excitación de sustrato y de característica extrínseca (por ejemplo, a través de las mismas pistas o separadas espacialmente).

50 De conformidad con una forma de realización, la energía de excitación del trazador suplementario puede ser prácticamente la misma que la energía de excitación del sustrato y/o característica extrínseca. En otra forma de realización, la energía de excitación del trazador suplementario puede ser diferente tanto de la energía de excitación del sustrato como de la energía de excitación de la característica extrínseca.

55 Como otro criterio de autenticación y/o para su uso en la determinación de la orientación de un artículo (por ejemplo, para clasificación u otros fines), el sistema de autenticación puede determinar las ubicaciones, sobre la superficie 108, 110 del sustrato 102, donde se detectan emisiones confundidas. Un sistema de autenticación puede recibir un artículo que está siendo autenticado (por ejemplo, el artículo 102) en cualquiera de las múltiples orientaciones posibles. A modo de ejemplo, se puede proporcionar un artículo a un sistema de autenticación con su eje primario (por ejemplo, el eje primario 170) en una dirección controlable y conocida. Sin embargo, el artículo puede no proporcionarse en una orientación conocida, con respecto al sistema de autenticación. A modo de ejemplo, en las formas de realización representadas en las Figuras 1 y 2, el artículo 100 puede presentarse a un sistema de autenticación en cualquiera de cuatro orientaciones. A modo de ejemplo, el artículo 100 puede presentarse con la superficie 108 hacia arriba o hacia abajo. Además, el artículo 100 puede presentarse con el borde del sustrato 104 o 106 como borde "incidente" (es decir, el borde que se presenta primero al sistema de autenticación o el borde en donde el sistema de autenticación inicia sus procesos de excitación y detección).

65 Un sistema de autenticación de un solo lado intenta detectar características extrínsecas en un solo lado de un artículo. Por consiguiente, si un sistema de este tipo ha de ser capaz de determinar una orientación del artículo, las

características del artículo deberían configurarse para permitir tal determinación. De conformidad con una forma de realización, las características extrínsecas 120, 122 están en la proximidad a ambas superficies 108, 110 del artículo 100 para garantizar que un sistema de autentificación de un solo lado pueda observar al menos una característica extrínseca 120, 122 durante una sola pasada a través del sistema. Además, la ubicación de las características extrínsecas 120, 122 permite realizar una determinación definitiva con respecto a la orientación del artículo utilizando un sistema de autentificación de un solo lado. Más en particular, la ubicación de las características extrínsecas 120, 122 permite una determinación de qué superficie 108 o 110 se está analizando, e indica qué borde del sustrato 104 o 106 es el borde incidente.

Un sistema de autentificación de doble cara puede intentar detectar características extrínsecas en ambos lados de un artículo. Por consiguiente, un sistema de autentificación de doble cara puede determinar al menos parcialmente una orientación de un artículo (por ejemplo, si el artículo está orientado hacia arriba o hacia abajo), incluso en una forma de realización de un artículo que incluye una característica extrínseca (por ejemplo, la característica extrínseca 120) en la proximidad solamente de una superficie única (por ejemplo, la superficie 108). Sin embargo, si dicho sistema ha de ser capaz de determinar definitivamente la orientación del artículo (por ejemplo, si el borde 104 del sustrato está hacia la izquierda o hacia la derecha), las características del artículo deberían configurarse para permitir tal determinación. Una vez más, de conformidad con una forma de realización, la ubicación de incluso una sola característica extrínseca 120 permite que se realice una determinación definitiva con respecto a la orientación del artículo utilizando un sistema de autentificación de doble cara. Más en particular, la ubicación de una o más características extrínsecas 120, 122 permite una determinación de qué superficie 108 o 110 está orientada hacia arriba, e indica qué borde del sustrato 104 o 106 es el borde incidente. Debido a que el análisis de orientación para un sistema de autentificación de doble lado puede ser más simple que el análisis de orientación para un sistema de autentificación de un solo lado, a continuación, se describe un análisis de orientación para el sistema de autentificación de un solo lado, para ilustrar completamente las diversas formas de realización. Los expertos en la técnica entenderán cómo simplificar el análisis para su aplicación a un sistema de autentificación de doble cara.

Como se mencionó anteriormente, un sistema de autentificación proporciona energía de excitación a una superficie de un artículo a través de una pista de excitación predefinida (por ejemplo, pistas 220, 222, Figura 2) que se extiende desde un borde incidente a un borde "de cola" (es decir, el borde que se presenta en último lugar al sistema de autentificación, o el borde en donde el sistema de autentificación termina sus procesos de excitación y detección). Además, el sistema de autentificación intenta detectar las emisiones resultantes de la energía de excitación a través de una pista de detección predefinida (por ejemplo, las pistas 220, 222, Figura 2), que es colineal con la pista de excitación predefinida (aunque quizás más estrecha). Por consiguiente, para un artículo de doble cara (por ejemplo, el artículo 100), dependiendo de la orientación en donde se presenta el artículo 100 al sistema de autentificación, las actividades de excitación y detección pueden atravesar una pista de excitación predefinida ya sea: 1) a través de una primera superficie 108 del artículo 100 comenzando desde el borde 104 del sustrato incidente y desplazándose hacia el borde 106 del sustrato de cola, como se indica por la flecha 190; 2) avanzando a través de una primera superficie 108 del artículo 100 comenzando desde el borde 106 del sustrato incidente y desplazándose hacia el borde 104 del sustrato de cola, tal como se indica por la flecha 192; 3) avanzando a través de una segunda superficie 110 del artículo 100 comenzando desde el borde 104 del sustrato incidente y desplazándose hacia el borde 106 del sustrato trasero, tal como se indica por la flecha 194; o 4) avanzando a través de una segunda superficie 110 del artículo 100 comenzando desde el borde 104 del sustrato incidente y desplazándose hacia el borde 106 del sustrato de cola, según se indica por la flecha 190.

De conformidad con una forma de realización, en un artículo autenticado, la característica extrínseca 120 próxima a un primer lado 108 del sustrato 102 tiene un primer borde de característica 140 que es una primera distancia conocida 163 desde el primer borde de sustrato 104. Además, la característica extrínseca 120 tiene un segundo borde de característica 142 que es una segunda distancia conocida 167 desde el segundo borde de sustrato 106 (o una distancia conocida desde el primer borde de sustrato 104). La primera distancia 163 y la segunda distancia 167 son diferentes entre sí, en una forma de realización, aunque pueden ser prácticamente la misma, en otra forma de realización. De conformidad con una forma de realización adicional, la característica extrínseca 122 próxima a un segundo lado 110 del sustrato 102 tiene un tercer borde de característica 144 que es una tercera distancia conocida 183 desde el primer borde de sustrato 104. Además, la característica extrínseca 122 tiene un cuarto borde de característica 146 que es una cuarta distancia conocida 187 del segundo borde del sustrato 106 (o una distancia conocida desde el primer borde del sustrato 104). La primera distancia 163, la segunda distancia 167, la tercera distancia 183 y la cuarta distancia 187 son todas diferentes entre sí, en una forma de realización, aunque algunas o todas las distancias primera, segunda, tercera y cuarta 163, 167, 183, 187 pueden ser prácticamente la misma, en otras formas de realización.

Según una forma de realización, un sistema de autentificación es capaz de determinar la ubicación de una característica extrínseca (por ejemplo, una característica extrínseca 120 o 122), con respecto a un borde incidente (por ejemplo, un borde del sustrato 104 o 106) mediante la determinación de donde se detectan las emisiones confundidas que emanan de una superficie (por ejemplo, la superficie 108 o 110). Para un artículo autenticado, la determinación de ubicación indica si una característica extrínseca (por ejemplo, una característica 120 o 122) se encuentra a una primera, segunda, tercera o cuarta distancia 163, 167, 183, 187 desde el borde del sustrato incidente (cualquiera de los bordes del sustrato 104 o 106). A modo de ejemplo, cuando el sistema de autentificación

determina que una característica extrínseca se ubica a la primera distancia 163 desde un borde incidente (es decir, el borde 104), el sistema de autenticación determina que el artículo está en la orientación mostrada en la Figura 1. De manera similar, cuando el sistema de autenticación determina que una característica extrínseca está ubicada en la segunda, tercera o cuarta distancia 167, 183, 187 desde un borde incidente (es decir, cualquier borde 104 o 106), el sistema de autenticación determina que el artículo está en una de las otras tres orientaciones posibles.

Además de detectar una ubicación de una característica extrínseca con el fin de determinar la orientación de un artículo, el sistema de autenticación también puede determinar si la característica extrínseca detectada se encuentra en una ubicación prevista, con el fin de proporcionar una medida adicional de la autenticidad del artículo. Más en particular, cuando se detecta una característica extrínseca, pero no está ubicada a la primera, segunda, tercera o cuarta distancia 163, 167, 183, 187 desde un borde incidente, el sistema de autenticación puede determinar que el artículo no es autenticado.

Aunque la descripción anterior describe formas de realización en las que la orientación del artículo se determina en función de una ubicación determinada de una característica extrínseca, la orientación del artículo puede determinarse, de forma alternativa, en función de una ubicación determinada de una característica suplementaria (por ejemplo, características suplementarias 124, 126). Además, una determinación de la ubicación de una característica suplementaria se puede utilizar tal como una medida adicional de la autenticidad del artículo.

Las diversas dimensiones relativas del sustrato 102, las características extrínsecas 120, 122, las características suplementarias 124, 126 y las partículas 130, 132, 134, pueden no estar a escala en la Figura 1. Aunque el artículo 100 se ilustra para incluir las características extrínsecas y suplementarias 120, 122, 124, 126 aplicadas en la superficie, otro artículo puede incluir una o una combinación de características extrínsecas y suplementarias incorporadas, y las características extrínsecas y suplementarias aplicadas en la superficie. Por último, aunque solo se muestran una única característica extrínseca 120, 122 y una única característica suplementaria 124, 126 en cada superficie 108, 110 del sustrato 102 en la Figura 1, un artículo puede incluir más de una característica extrínseca 120, 122 y/o una característica suplementaria 124, 126 en una o ambas superficies 108, 110 del sustrato 102.

A continuación, se describirán ejemplos de materiales luminiscentes, que pueden incluirse como materiales luminiscentes en los trazadores empleados en las diversas formas de realización dadas a conocer en el presente documento. De conformidad con una forma de realización, un material luminiscente adecuado para utilizar en un trazador luminiscente incluye un material de acogida (por ejemplo, una red cristalina de acogida, vidrio, etc.) y uno o más iones emisores (es decir, iones emisores mezclados o sustituidos) en el material de acogidas. El material luminiscente también puede incluir otros materiales (por ejemplo, uno o más iones de sensibilización), aunque dichos otros materiales se examinan aquí en detalle.

Un ion emisor dentro de un material luminiscente se puede caracterizar por emisiones detectables en una sola banda de emisión, o en múltiples bandas de emisión. La intensidad de emisión en cualquier banda de emisión particular puede estar directamente relacionada con el porcentaje del ion emisor en el material de acogida (por ejemplo, el porcentaje de dopaje o sustitución, en el caso de un material de red cristalina de acogida). Más concretamente, la intensidad de emisión puede ser relativamente baja para porcentajes relativamente bajos del ion emisor en el material de acogida, y puede ser relativamente alta para porcentajes relativamente altos del ion emisor en el material de acogida.

Existen al menos tres mecanismos para que un ion emisor reciba energía para su radiación posterior. A modo de ejemplo, el ion emisor puede ser capaz de absorber directamente la energía de excitación, y el ion emisor puede irradiar a continuación al menos parte de la energía absorbida (normalmente a una longitud de onda diferente y más larga a partir de la energía de excitación). De forma alternativa, el material de acogida o un ion del mismo (por ejemplo, un ion de vanadato) puede ser capaz de absorber energía de excitación directamente y transferir energía al ion emisor. En otras situaciones, el material de acogida puede contener uno o más "iones de material de acogida" que pueden ser sustituidos por iones emisores, y de manera opcional por uno o más iones sensibilizadores que pueden absorber energía de excitación y transferir la energía resultante a los iones emisores. La absorción del material de acogida puede ser de utilidad, en algunos casos, aunque la absorción del material de acogida no es particularmente de utilidad en la mayoría de los casos. Más normalmente, se utiliza un ion de metal de transición (por ejemplo, cromo) o un ion de metal de tierras raras (por ejemplo, erbio) como un ion de sensibilización. Estos elementos también pueden actuar como iones emisores, o también pueden transferir la energía a otros iones (por ejemplo, iones emisores), que luego irradian la energía transferida. Prácticamente todos los materiales de acogida pueden actuar como absorbentes en el margen ultravioleta porque la energía de fotones excitante es muy alta en este margen. Sin embargo, este fenómeno puede no producir ninguna emisión deseada en absoluto desde los iones deseados incorporados.

Los iones que pueden sustituirse son iones dentro del material de acogida que pueden estar sustituidos por uno o más iones sensibilizadores, si se incluyen, y uno o más iones emisores, hasta e incluyendo el 100% de sustitución. La sustitución del 100% es rara puesto que la mayoría de los iones emisores tienen una concentración muy por debajo del nivel de sustitución del 100%. Sin embargo, hay algunas excepciones notables en las que los iones particulares y las combinaciones de la red de acogida permiten mayores sustituciones, puesto que la separación

física de los iones emisores en la red de acogida está lo suficientemente alejada para que el término de interacción se reduzca significativamente.

Los iones emisores pueden estar sustituidos a porcentajes de sustitución muy bajos (p. ej., dopados en menos del 1%), porcentajes de sustitución medios (p. ej., del 1% al 20%) o porcentajes de sustitución elevados (p. ej., desde el 20% al 100%). A modo de ejemplo, el neodimio (Nd) puede estar sustituido a porcentajes relativamente bajos de hasta el 1.5%, el holmio (Ho) y el iterbio (Yb) pueden estar sustituidos a porcentajes medios de hasta el 20%, y el erbio (Er) puede estar sustituido a porcentajes relativamente altos de hasta un 60%, aunque estos y otros iones también pueden ser sustituidos en porcentajes diferentes. Tal como aquí se utiliza este documento, el término "sustituido" significa sustituido en cualquier porcentaje, incluidos los porcentajes de sustitución bajos, medios y altos. La cantidad de cada ion sustituido en un material de acogida se suele describir generalmente en términos de porcentaje atómico, donde el número de iones del material de acogida que puede ser sustituido por iones sensibilizadores y/o emisores es igual al 100%. Un ion de un material de acogida que permite la sustitución con iones sensibilizadores y/o emisores puede tener normalmente una magnitud similar, una carga similar y una preferencia de coordinación similar a la de los iones a los que reemplazará. Como pueden ocurrir varias posiciones dentro de un material de acogida, los iones en cada una de estas posiciones serán contabilizados por el 100% atómico.

El material de acogida comprende un material en donde se incorporan iones emisores y, opcionalmente, agentes sensibilizantes (por ejemplo, mezclados o sustituidos). En una forma de realización, el material de acogida puede estar en la forma de una red cristalina en donde pueden sustituirse diferentes constituyentes químicos en diversas posiciones dentro de la red. El material de acogida ha de seleccionarse para garantizar que el ion emisor produzca emisiones observables dentro de al menos una banda de emisión, donde las emisiones sean adecuadas para el análisis utilizando formas de realización de equipos de autenticación y métodos que se describen detalladamente a continuación. En diversas formas de realización, el material de acogida incluye un material seleccionado desde un grupo constituido por un vidrio, un óxido, un fluoruro, un oxisulfuro, un haluro, un borato, un silicato, un galato, un fosfato, un vanadato, un oxihaluro, un aluminato, un molibdato, un tungstato, un granate, un niobato, un nitruro, un oxinitruro y sus mezclas, aunque también se pueden utilizar otros materiales de acogida. A modo de ejemplo, el material de acogida puede incluir itrio (Y), o su oxisulfuro (Y_2O_2S o YOS), un granate de aluminio de itrio (YAG), granate de galio de itrio (YGG), un granate de galio de gadolinio (Gd) (GGG), oxisulfuro de gadolinio (Gd_2O_2S o GOS), u otros materiales. De conformidad con otras formas de realización, la banda de emisión del sustrato, la banda de emisión de la característica extrínseca y la banda de emisión suplementaria corresponden cada una independientemente a una banda de emisión de al menos un ion emisor después de la incorporación (por ejemplo, sustitución) en al menos un material de acogida seleccionado de un grupo de materiales que consiste en los materiales mencionados anteriormente o sus combinaciones.

Un ion emisor adecuado incluye un ion que tiene una o más emisiones relativamente intensas dentro de una o más bandas de emisión. De conformidad con varias formas de realización, el ion emisor incluye un ion de un elemento seleccionado de un grupo que consiste en cromo (Cr), manganeso (Mn), hierro (Fe), cobalto (Co), cobre (Cu), plata (Ag), cerio (Ce), praseodimio (Pr), neodimio (Nd), samario (Sm), europio (Eu), terbio (Tb), disprosio (Dy), holmio (Ho), erbio (Er), tulio (Tm), e iterbio (Yb). A modo de ejemplo, el ion emisor puede tener valencias +3, en una forma de realización, aunque el ion emisor puede tener diferentes valencias (por ejemplo, +2 y/o +4), en otras formas de realización. Según diversas formas de realización, la banda de emisión del sustrato, la banda de emisión de la característica extrínseca y la banda de emisión suplementaria corresponden cada una independientemente a una banda de emisión de al menos un ion de al menos un elemento seleccionado de un grupo de elementos que consta de los elementos enumerados anteriormente o sus combinaciones.

En diversas formas de realización, la concentración total de iones emisores sustituidos en el material de acogida es suficiente para hacer que el material luminiscente produzca una emisión detectable después de haber sido sometido adecuadamente a energía de excitación. A modo de ejemplo, la concentración total de iones emisores sustituidos en el material de acogida puede estar en un margen desde aproximadamente 0,05 por ciento atómico a aproximadamente 99,995 por ciento atómico. Sin embargo, la concentración de iones emisores que pueden sustituirse mientras aún produce la funcionalidad del material luminiscente (por ejemplo, la funcionalidad de producir una emisión tras la exposición a energía de excitación) depende del tipo de ion que se está sustituyendo. Dicho de otro modo, algunos iones se pueden sustituir a porcentajes relativamente altos mientras se mantiene la funcionalidad del material luminiscente, pero la funcionalidad se puede vencer si otros iones se sustituyen en los mismos porcentajes relativamente altos.

En algunos casos, un ion emisor se excita a través de un proceso de absorción directa, que incluye proporcionar energía de excitación dentro de la banda de absorción para el ion emisor. De forma alternativa, el material de acogida o un ion sensibilizador puede funcionar como una ruta para excitar el ion emisor, tal como se describió anteriormente. En el caso anterior, la emisión del ion emisor decae rápidamente desde el nivel de resonancia de absorción hasta un nivel de almacenamiento. En general, la banda de absorción está por encima del nivel de almacenamiento, aunque no siempre es así, y el tiempo de degradación desde el nivel de resonancia de absorción es muy rápido en comparación con el tiempo de degradación desde el nivel de almacenamiento. Desde el nivel de

almacenamiento, la emisión fotónica espontánea puede producirse en una banda de longitud de onda determinada por el nivel de almacenamiento y un nivel de energía más bajo.

5 Como se explicará con más detalle a continuación, las características de la radiación electromagnética emitida de los iones emisores puede usarse para determinar si el material luminiscente (por ejemplo, el fósforo u otro tipo de compuesto) corresponde o no a un material luminiscente "autenticador" y, por lo tanto, un trazador luminiscente "autenticador". Más en particular, después de la exposición a la energía de excitación, los iones emisores dentro de un material luminiscente emiten fotones, y se pueden observar las intensidades (o intensidades integradas) de las emisiones dentro de una o más bandas de detección (o canales). Como se describirá con más detalle a
10 continuación, el análisis de las intensidades de emisión en múltiples ubicaciones en un artículo facilita una determinación de si un artículo es autenticado o no.

15 La Figura 3 es un diagrama de flujo de un método para producir un artículo (por ejemplo, el artículo 100, Figura 1), de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo. El método comienza, en el bloque 302, preparando un trazador de sustrato, un trazador de características extrínsecas, y opcionalmente un trazador suplementario (por ejemplo, un trazador de sustrato 130, un trazador de características extrínsecas 132, y un trazador de características suplementarias 134, en la Figura 1). La preparación de cada trazador comienza con la obtención o producción de un material luminiscente correspondiente, en una forma de realización.

20 En general, se puede crear un material luminiscente utilizando cualquiera de una serie de procesos convencionales que son conocidos por los expertos en esta técnica. A modo de ejemplo, la creación de un compuesto de fósforo incluye la preparación de una combinación de un material de acogida de fósforo (por ejemplo, una red cristalina de acogida, vidrio, etc.) y uno o más iones emisores (por ejemplo, uno o más de los iones emisores mencionados anteriormente) para formar un compuesto de fósforo preliminar. De conformidad con una forma de realización, se preparan diferentes compuestos de fósforo preliminares correspondientes a cada uno de los trazadores del sustrato, el trazador de características extrínsecas y el trazador suplementario. Como se examinó con anterioridad, el trazador de sustrato y el trazador de características extrínsecas pueden incluir iones emisores iguales o diferentes, y materiales de acogida iguales o diferentes. De cualquier manera, sin embargo, los iones emisores y los materiales de acogida ha den seleccionarse de modo que un ion emisor en el trazador de sustrato sea capaz de producir
25 emisiones en una banda de emisión de sustrato, y un ion emisor en el trazador de características extrínsecas sea capaz de producir emisiones en una banda de emisión de características extrínsecas que se superpone al menos parcialmente a la banda de emisión del sustrato. Cuando también se emplea un trazador suplementario, se ha de seleccionar un ion emisor y un material de acogida para el trazador suplementario, de modo que el ion emisor sea capaz de producir emisiones en una banda de emisión suplementaria que no se superponga con las bandas de
30 emisión de sustrato o de características extrínsecas. Como se mencionó anteriormente, los iones emisores asociados con el trazador suplementario pueden incluirse con un material de acogida para el sustrato o la característica extrínseca, en algunas formas de realización (por ejemplo, cuando el trazador suplementario es el mismo que el trazador de sustrato o el trazador de la característica extrínseca).

40 En algunos casos, la formación del compuesto de fósforo preliminar puede lograrse usando química de estado sólido. A modo de ejemplo, cuando el compuesto de fósforo es un óxido de fósforo, esto puede incluir combinar proporciones correctas de varios óxidos con óxidos del ion emisor. Estos óxidos se mezclan y se calientan durante un tiempo prescrito. En otros casos, se pueden utilizar técnicas de química de soluciones, en las cuales los diversos materiales se disuelven, precipitan posteriormente y luego se calientan.

45 En función del proceso particular utilizado para crear el compuesto, se pueden incluir otros materiales en la combinación del material de acogida y los iones emisores en la formación del compuesto de fósforo preliminar. A modo de ejemplo, varios agentes de fundente y otros precursores pueden incluirse dentro del compuesto de fósforo preliminar.

50 Cada compuesto de fósforo preliminar se procesa posteriormente, lo que da como resultado un material luminiscente correspondiente a cada uno de entre el trazador de sustrato, el trazador de la característica extrínseca y el trazador suplementario. A modo de ejemplo, el procesamiento posterior puede incluir realizar cualesquiera uno o más de los siguientes procesos para el compuesto de fósforo preliminar: calentamiento; recocido; suspensión; eliminación de precursores (por ejemplo, para eliminar agentes de flujo); molienda; sedimentación; y sonicación. Aunque lo anteriormente descrito se refiere a la preparación de un compuesto de fósforo como material luminiscente en un trazador, ello no significa ningún aspecto limitativo. En cambio, como se explicó anteriormente, otros materiales luminiscentes también se pueden utilizar en un trazador de sustrato, trazador de característica extrínseca y/o
55 trazador suplementario.

60 En el bloque 304, el trazador de sustrato (y opcionalmente el trazador suplementario si no está incorporado en una característica extrínseca o en una característica suplementaria) se incorpora en el sustrato. El trazador de sustrato se puede incorporar al sustrato, por ejemplo, mezclando partículas del trazador de sustrato en un material base (por ejemplo, pasta de papel, resina de base plástica, etc.) para el sustrato, y/o impregnando el sustrato con una dispersión coloidal de partículas del trazador de sustrato. La impregnación se puede realizar, por ejemplo, mediante un proceso de impresión, goteo, recubrimiento o pulverización.

En el bloque 306, que también se puede realizar antes o al mismo tiempo que el bloque 304, el trazador de características extrínsecas (y opcionalmente el trazador suplementario, si no está incorporado al sustrato o en una característica suplementaria) se incorpora al material de características extrínsecas. Tal como se explicó anteriormente, una característica extrínseca puede ser una característica impresa, una característica integrada, un hilo de seguridad, etc. Para características incorporadas e hilos de seguridad que incluyen un sustrato rígido, la incorporación del trazador de característica extrínseca en el sustrato de característica se puede realizar de una manera similar a la incorporación del trazador de sustrato en el sustrato, tal como se explicó anteriormente. Para una característica extrínseca impresa, las partículas del trazador de característica extrínseca se mezclan en una composición (p. ej., una tinta u otro soporte), que se puede aplicar a (p. ej., en forma impresa, recubierta, dispersa, o de cualquier otro modo adherible o vinculable a) una superficie (por ejemplo, superficie 108 y/o 110).

El bloque 308 se realiza en una forma de realización en donde el trazador suplementario se incluye en una característica distinta de un artículo (por ejemplo, característica suplementaria 134, 126, Figura 1). En el bloque 308, que también se puede realizar antes o al mismo tiempo que los bloques 304 y 306, el trazador suplementario se incorpora al material de características suplementarias. Como se mencionó anteriormente, una característica suplementaria puede ser una característica impresa, una característica integrada, un hilo de seguridad, etc. Para características incorporadas e hilos de seguridad que incluyen un sustrato rígido, la incorporación del trazador suplementario en el sustrato de la característica se puede realizar de una manera similar a la incorporación del trazador de sustrato en el sustrato, tal como se examinó con anterioridad. Para una característica suplementaria aplicada en la superficie, las partículas del trazador suplementario se mezclan en una composición (por ejemplo, una tinta u otro soporte), que se puede aplicar a una superficie (por ejemplo, la superficie 108 y/o 110).

En el bloque 310, el artículo se obtiene ensamblando una o más características extrínsecas (por ejemplo, características extrínsecas 120, 122, en la Figura 1) y (opcionalmente) una o más características suplementarias (por ejemplo, características suplementarias 124, 126, en la Figura 1) con el sustrato (por ejemplo, sustrato 102, en la Figura 1). A modo de ejemplo, cuando las características extrínsecas (y opcionalmente las características suplementarias) son características aplicadas a la superficie, la composición correspondiente al material de la característica extrínseca se puede imprimir en una o más superficies del sustrato en ubicaciones predeterminadas. Por el contrario, cuando las características extrínsecas (y opcionalmente las características suplementarias) son características integradas, el sustrato correspondiente a la característica incorporada se integra con el material del sustrato cuando el material del sustrato está en una forma maleable (por ejemplo, cuando el material está en una suspensión, molida, o no curada). Un artículo correspondiente a una forma de realización (por ejemplo, artículo 100, en la Figura 1) se obtiene al completar el ensamblaje del sustrato y las características extrínsecas (y opcionalmente las características suplementarias).

La Figura 4 es un sistema 400 para autenticar un artículo 450, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo. El sistema 400 incluye un sistema de procesamiento 402, uno o más generadores de energía de excitación 404, uno o más fotodetectores de emisiones ("detectores") 406, 408 con filtros ópticos asociados (filtros) 410, 412, un elemento de dispersión/divisor de señales 414, almacenamiento de datos 416, y una interfaz de usuario 418, de conformidad con una forma de realización. El sistema de procesamiento 402 puede incluir uno o más procesadores y circuitos asociados, que está configurado para realizar procesos de control y análisis (por ejemplo, en la forma de algoritmos de software ejecutables) asociados con la autenticación de un artículo (por ejemplo, el artículo 450).

El artículo 450 incluye un sustrato 452, una característica extrínseca 454 y una característica suplementaria 456, según se describió con anterioridad. En una forma de realización, el artículo 450 se transporta a través del sistema de autenticación 400 en una dirección de procesamiento 426, con un borde incidente 458 del artículo 450 que se presenta primero al sistema 400, y un borde de salida 460 del artículo 450 que se presenta luego al sistema 400. A modo de ejemplo, en un primer momento (T1), el artículo 450 se pasa por debajo de una ventana de excitación 424 del sistema 400, y en un segundo momento posterior (T2), el artículo 450 se pasa por debajo de una ventana de detección 432 del sistema 400. En una forma de realización alternativa, el artículo 450 puede desplazarse a una posición estacionaria dentro del sistema de autenticación 400, y las ventanas de excitación y detección 424, 432 pueden moverse sobre el artículo estacionario 450.

De cualquier manera, según una forma de realización, el sistema de procesamiento 402 está configurado para proporcionar señales de control a un generador de energía de excitación 404, lo que hace que el generador de energía de excitación 404 dirija la primera energía de excitación 420 hacia el artículo 450 a través de una pista de excitación predefinida (por ejemplo, la pista 220, en la Figura 2) que tiene una anchura correspondiente a una anchura de la ventana de excitación 424. Los generadores de energía de excitación 404 pueden incluir, por ejemplo, uno o más diodos LEDs filtrados (diodos emisores de luz), diodos láser, u otras fuentes de radiación. A medida que el artículo 450 se desplaza bajo de la ventana de excitación 424 (o la ventana de excitación 424 se desplaza sobre el artículo 450), los iones emisores en los trazadores de sustrato y de característica extrínseca reciben energía para la radiación posterior (utilizando uno o más mecanismos de absorción de energía y/o transferencia). Como se examinó anteriormente, la energía de excitación para los trazadores de sustrato y de característica extrínseca es la

misma (por ejemplo, la misma longitud de onda), aunque se puede proporcionar una energía de excitación diferente para los trazadores de sustrato y de característica extrínseca, en otra forma de realización.

En una forma de realización en donde también se analiza un trazador suplementario, el sistema de procesamiento 402 también está configurado para proporcionar señales de control al mismo generador de energía de excitación 404 o a uno diferente, lo que hace que el generador de energía de excitación 404 dirija la segunda energía de excitación 422 hacia el artículo 450 a través de la pista de excitación predefinida. Cuando el artículo 450 se desplaza bajo la ventana de excitación 424 (o la ventana de excitación 424 se desplaza sobre el artículo 450), los iones emisores en el trazador suplementario (denominado "iones suplementarios") reciben energía para la radiación posterior (utilizando uno o más mecanismos de absorción de energía y/o transferencia). En una forma de realización, la energía de excitación para el trazador suplementario es diferente de la energía de excitación para los trazadores del sustrato y de características extrínsecas, aunque la energía de excitación para todos los trazadores puede ser la misma, en otra forma de realización.

En las señales de control, el sistema de procesamiento 402 puede especificar la temporización (por ejemplo, el tiempo de inicio, el tiempo de parada y/o la duración) de la provisión de energía de excitación, y/o los demás parámetros asociados con la energía de excitación particular a generar (por ejemplo, intensidades y/o los demás parámetros). En condiciones normales, el ancho de banda de la energía de excitación se determina previamente en función de la fuente de excitación que se incluye como parte del generador de energía de excitación 404 (por ejemplo, el ancho de banda de la energía de excitación producida por un diodo emisor de luz o por un diodo láser seleccionados). Los diversos parámetros de temporización y/o generación de radiación pueden recuperarse del almacenamiento de datos 416, por ejemplo. El generador de energía de excitación 404 puede incluir, por ejemplo, uno o más láseres, diodos láser, diodos emisores de luz (LED), filamentos incandescentes, lámparas u otras fuentes de excitación.

Además de controlar el generador de energía de excitación 404, el sistema de procesamiento 402 está configurado para proporcionar entradas de control a los detectores de emisiones 406, 408, lo que hace que los detectores de emisiones 406, 408 intenten detectar las emisiones 428 que emanan de varias zonas del artículo 450 en respuesta a diversos iones emisores que han absorbido (directa o indirectamente) al menos parte de la energía de excitación 420, 422. A modo de ejemplo, en una zona de sustrato solamente 440 del artículo 450 (por ejemplo, la zona 162, en la Figura 1), el artículo 450 puede producir emisiones 428 correspondientes a un trazador de sustrato (por ejemplo, trazador de sustrato 130, en la Figura 1). En una zona de características extrínsecas 442 del sustrato 450 (por ejemplo, la zona 164, en la Figura 1), el artículo 450 puede producir emisiones confundidas 428 que incluyen componentes de emisión del trazador de sustrato y del trazador de características extrínsecas (por ejemplo, trazadores 130, 132, en la Figura 1). Además, en una zona 444 en donde está presente un trazador suplementario (por ejemplo, en la característica suplementaria 456), el artículo 450 puede producir emisiones suplementarias 428.

Según una forma de realización, las emisiones 428 inciden en el elemento de dispersión/divisor de señales 414, que separa las emisiones 428 en haces 434, 436. Un haz 434 incluye luz dentro de una primera banda (por ejemplo, una banda que incluye el solapamiento de la banda de emisión correspondiente al sustrato, la característica extrínseca y las emisiones confundidas), y el segundo haz 436 incluye luz dentro de una segunda banda que no se superpone y está separada de la primera banda (por ejemplo, una banda asociada con las emisiones suplementarias que no se superponen). El elemento de dispersión/divisor de señales 414 dirige el primer haz 434 hacia uno de los detectores 406, y dirige el segundo haz 436 hacia el otro de los detectores 408. De conformidad con una forma de realización, el elemento de dispersión/divisor de señales 414 está configurado para dejar pasar el primer haz 434 y para reflejar el segundo haz 436. A modo de ejemplo, el elemento de dispersión/divisor de señales 414 puede ser un elemento seleccionado de entre un grupo constituido por un policromador, un prisma, una rejilla de difracción, un filtro de película delgada, un filtro de interferencia, un filtro dicróico, un espejo dicróico, y un reflector dicróico. Una ventaja de dicho elemento de dispersión/divisor de señales 414 es que permite que ambos detectores 406, 408 reciban simultáneamente componentes de una emisión que emanan de una misma zona del artículo 450, maximizando así la correlación de las mediciones de intensidad resultantes.

Cada detector de emisiones 406, 408 puede incluir, por ejemplo, un filtro espectral 410, 412, uno o más sensores electro-ópticos, tubos fotomultiplicadores, fotodiodos de avalancha, fotodiodos, dispositivos de carga acoplada, dispositivos de inyección de carga, películas fotográficas, u otros dispositivos de detección. En una forma de realización particular, cada detector de emisiones 406, 408 incluye un filtro espectral 410, 412 situado entre el elemento de dispersión/divisor de señales 414 y un fotodetector. Los filtros espectrales 410, 412 están configurados para filtrar los haces 434, 436 antes de que se proporcionen a los detectores 406, 408, de modo que las emisiones solamente dentro de una banda de emisión (es decir, un subconjunto del espectro completo) en realidad inciden en la zona activa de cada detector 406, 408. Los filtros espectrales 410, 412 pueden incluir, por ejemplo, filtros de paso largo, filtros de pasabanda u otros tipos de filtros configurados para dejar pasar la luz solamente dentro de una banda espectral de interés, y para rechazar cualquier otra luz.

Cada uno de los detectores 406, 408 tiene sensibilidad dentro de una banda espectral de interés, y en consecuencia puede detectar la luz que pasa a través del filtro espectral 410, 412 que está dentro de esa banda espectral. De conformidad con una forma de realización, el detector 406 está configurado para detectar emisiones dentro de un

canal correspondiente a una primera banda de interés (la banda de emisiones confundidas o superpuestas) asociada con el sustrato y las emisiones de características extrínsecas. Por el contrario, el detector 408 está configurado para detectar emisiones dentro de un canal correspondiente a una segunda banda de interés (la banda de emisión suplementaria) asociada con las emisiones suplementarias que no se superponen. Los detectores 406, 408 pueden ser del mismo tipo o de tipos diferentes. De conformidad con una forma de realización particular, los detectores 406, 408 son de diferentes tipos. A modo de ejemplo, uno de los detectores 406, 408 puede incluir un detector de silicio, y el otro de los detectores 406, 408 puede incluir un detector de indio-galio-arseniuro (InGaAs) (por ejemplo, un tipo de telecomunicación o InGaAs extendido). Se pueden utilizar otros tipos de detectores que sean capaces de detectar emisiones dentro de una banda de interés, en otras formas de realización (por ejemplo, sulfuro de plomo, selenuro de plomo, germanio, antimonio de indio, arseniuro de indio, silicio de platino, indio-antimonio, etc.). En una forma de realización alternativa, se puede emplear un solo detector, que sea capaz de detectar emisiones en todas las bandas de interés. En dicha forma de realización, el elemento de dispersión/divisor de señales 414 puede excluirse del sistema 400. En otras formas de realización alternativas, se pueden emplear más de dos detectores para detectar emisiones en más de dos bandas de interés. En dichas formas de realización, se puede emplear una pluralidad de elementos de dispersión/divisores de señales para dirigir haces extrínsecos hacia los detectores múltiples.

Cada detector 406, 408 produce una señal electrónica que es proporcional a la intensidad de la radiación recogida que incide sobre la zona activa del detector 406, 408. Más en particular, cada detector 406, 408 produce una señal (por ejemplo, uno o más valores de intensidad digitalizados) que representan una intensidad integrada de las emisiones recibidas por el detector 406, 408 a través de prácticamente toda o una parte de la longitud del artículo (por ejemplo, entre un borde incidente y de salida del artículo). De manera deseable, cuando se usan múltiples detectores 406, 408 en el sistema (por ejemplo, tal como en el sistema 400 de la Figura 4), los valores de la intensidad integrada son capturados electrónicamente por cada detector 406, 408 al mismo tiempo, aunque ello no sea un requisito.

Cada detector de emisiones 406, 408 puede digitalizar los valores de intensidad en uno o más intervalos preseleccionados (por ejemplo, comenzando en $t = 0$, y luego cada 0,1 milisegundos después, durante varios intervalos). Además, cada detector de emisiones 406, 408 proporciona información al sistema de procesamiento 402 (por ejemplo, los valores de intensidad digitalizados), que permite caracterizar las propiedades temporales, espectrales y posicionales de las emisiones 428. A modo de ejemplo, el detector de emisiones 406 produce una serie de valores correspondientes a las intensidades de la radiación emitida en la banda de emisiones confundidas. Cada valor o conjunto de valores del detector 406 se pueden etiquetar o asociar de otra manera con información que indique una ubicación de las emisiones detectadas (por ejemplo, una distancia lineal desde el borde incidente del artículo) y un momento en que se detectaron las emisiones (por ejemplo, un tiempo desde la interrupción de la provisión de la energía de excitación correspondiente). De manera similar, el detector de emisiones 408 produce una serie de valores correspondientes a las intensidades de la radiación emitida en la banda de emisión suplementaria. Lo mismo que sucedía con los valores producidos por el detector de emisiones 406, cada valor o conjunto de valores del detector 408 se pueden etiquetar o asociar de otra manera con información que indique una ubicación de las emisiones detectadas y el momento en que se detectaron las mismas emisiones.

El sistema de procesamiento 402 está configurado para analizar dicha información, una vez recibida, con el fin de determinar si las propiedades temporales, espectrales y posicionales de cualquier radiación detectada corresponden, o no, a las propiedades temporales, espectrales y posicionales de un artículo autenticado. Con referencia a la Figura 5, los parámetros de autenticación para el sistema 400 incluyen parámetros seleccionados de un grupo constituido por: intensidades de emisión (o intensidades integradas) en la banda de emisiones confundidas en todas o una o más partes de la longitud del artículo; intensidades de emisión (o intensidades integradas) en la banda de emisión suplementaria en todas o una o más partes de la longitud del artículo; constante de tiempo de degradación de la emisión en la banda de emisiones confundidas en todas o una o más partes de la longitud del artículo; constante de tiempo de degradación de la emisión en la banda de emisión suplementaria en todas o una o más partes de la longitud del artículo; constante de tiempo de aumento de la emisión en la banda de emisiones confundidas en todas o una o más partes de la longitud del artículo; constante de tiempo de aumento de la emisión en la banda de emisión suplementaria en todas o una o más partes de la longitud del artículo; relación de las intensidades de emisión (o intensidades integradas) entre las emisiones en la banda confundida y las emisiones en otra banda; y la relación de las intensidades de emisión (o intensidades integradas) entre las emisiones en la banda suplementaria y las emisiones en otra banda. También se pueden definir parámetros de autenticación adicionales.

Los márgenes de parámetros de autenticación que se corresponden con un artículo autenticado definen el espacio de parámetros de detección del sistema 400. En una forma de realización, el sistema de procesamiento 402 determina si los valores producidos por los detectores 406, 408 para los parámetros de autenticación se encuentran dentro del espacio de parámetros de detección. Dicho de otro modo, el sistema de procesamiento 402 compara los valores con los márgenes que definen el espacio del parámetro de detección para determinar si los valores se encuentran dentro de esos márgenes. A modo de ejemplo, con respecto al parámetro de autenticación correspondiente a las intensidades de emisión en la banda de emisiones confundidas en todas o una o más partes de la longitud del artículo, se puede definir una tabla de márgenes de valores de intensidad para cada orientación posible del artículo. Con el fin de analizar un valor de intensidad particular (por ejemplo, un valor de intensidad del

5 detector 406, que está etiquetado con una ubicación donde se detectó la intensidad de emisión y un tiempo), el sistema de procesamiento 402 puede recuperar un margen de intensidad predefinido desde la tabla (por ejemplo, un margen correspondiente a la ubicación y el tiempo asociados con el valor de intensidad), y puede comparar el valor de intensidad con el margen para determinar si el valor se encuentra dentro del margen. Dichos análisis pueden realizarse para valores de intensidad en múltiples ubicaciones a través de la longitud del artículo. Los valores correspondientes a los otros parámetros de autenticación pueden analizarse de manera similar.

10 Cuando el análisis indica que los valores correspondientes a los parámetros de autenticación se encuentran dentro del espacio de parámetros de detección dentro de un grado aceptable de precisión, el sistema de procesamiento 402 puede identificar el artículo 450 como siendo autenticado. Por el contrario, el análisis indica que los valores correspondientes a los parámetros de autenticación no se encuentran dentro del espacio de parámetros de detección con un grado aceptable de precisión, el sistema de procesamiento 402 está configurado para identificar el artículo 450 como no autenticado.

15 Cuando las propiedades temporales, espectrales y posicionales de la radiación detectada se corresponden con un artículo autenticado, el sistema de procesamiento 402 puede realizar alguna acción asociada con la identificación del artículo 450 tal como un artículo autenticado. A modo de ejemplo, el sistema de procesamiento 402 puede enviar una señal electrónica asociada con autenticidad a otro componente del sistema o a un sistema externo. Además, el sistema de procesamiento 402 puede enviar una señal a la interfaz de usuario 418, lo que hace que la interfaz de usuario 418 produzca una indicación de autenticidad perceptible por el usuario (por ejemplo, un indicio visualizado, una luz, un sonido, etc.). El sistema de procesamiento 402 también puede causar que un componente de enrutamiento del sistema 400 (no ilustrado) enrute el artículo 450 hacia una ruta o contenedor asignado para artículos autenticados. De forma alternativa, cuando las propiedades temporales y/o espectrales de la radiación detectada no se corresponden con un artículo autenticado, el sistema de procesamiento 402 puede tomar alguna acción asociada con la identificación del artículo 450 como un artículo no autenticado. A modo de ejemplo, el sistema de procesamiento 402 puede enviar una señal electrónica asociada con falta de autenticidad a otro componente del sistema o a un sistema externo. Además, el sistema de procesamiento 402 puede enviar una señal a la interfaz de usuario 418, lo que hace que la interfaz de usuario 418 produzca una indicación de falta de autenticidad perceptible por el usuario (por ejemplo, un indicio visualizado, una luz, un sonido, etc.). El sistema de procesamiento 402 puede hacer también que un componente de enrutamiento del sistema 400 (no ilustrado) enrute el artículo 450 hacia una ruta o contenedor asignado para artículos no autenticados.

35 La interfaz de usuario 418 puede incluir cualquiera de una serie de componentes que pueden ser manipulados por un usuario para proporcionar entradas al sistema 400 (por ejemplo, teclados, botones, pantallas táctiles, etc.), o que pueden ser controlados por el sistema de procesamiento 402 para producir indicios perceptibles por el usuario (por ejemplo, pantallas de visualización, luces, altavoces, etc.). El proceso descrito anteriormente puede iniciarse en respuesta a las entradas del usuario proporcionadas a través de la interacción del usuario con la interfaz de usuario 418, por ejemplo. De forma alternativa, el proceso 400 descrito anteriormente puede ser iniciado automáticamente por el sistema, tal como cuando el artículo 450 ha sido situado en una ubicación en donde se pueden realizar los procesos de excitación y detección.

45 La Figura 5 es un diagrama de flujo de un método para realizar la autenticación de un artículo (por ejemplo, el artículo 100, en la Figura 1 o el artículo 450, en la Figura 4), de conformidad con una forma de realización ejemplo. A modo de ejemplo, las formas de realización del método ilustrado en la Figura 5 pueden realizarse mediante un sistema de autenticación (por ejemplo, el sistema de autenticación 400, en la Figura 4). El método puede comenzar, en el bloque 502, cuando el sistema de autenticación recibe un artículo para ser autenticado (por ejemplo, el artículo 450, en la Figura 4). A modo de ejemplo, un artículo puede ser enrutado (por ejemplo, mediante un sistema de clasificación o transportador) hacia el sistema de autenticación en una orientación conocida o desconocida con un borde incidente del artículo que entra primero en el sistema de autenticación. Como otro ejemplo, el artículo puede situarse en un receptáculo adecuado del sistema de autenticación.

55 En el bloque 504, el artículo se expone a la primera energía de excitación asociada con un trazador de sustrato y un trazador de característica extrínseca (por ejemplo, trazadores 130, 132, en la Figura 1). A modo de ejemplo, el artículo se puede enrutar a, o más allá de, una zona de excitación (p. ej., bajo de la ventana de excitación 424, en la Figura 4), y el sistema de procesamiento (p. ej., el sistema de procesamiento 402, en la Figura 4) puede enviar una señal de control a un generador de energía de excitación (por ejemplo, generador de energía de excitación 404, en la Figura 4) que hace que el generador de energía de excitación dirija la primera energía de excitación (por ejemplo, energía de excitación 420, en la Figura 4) hacia el artículo. De forma alternativa, el generador de energía de excitación puede proporcionar continuamente la primera energía de excitación o dicha primera energía de excitación puede ser modulada. En diversas formas de realización, la excitación se puede proporcionar utilizando un diodo LED filtrado, un diodo láser u otra fuente de excitación óptica capaz de producir energía de excitación en una banda de longitud de onda deseada.

65 En el bloque 506, que puede realizar de forma simultánea con el bloque 504 o en algún otro momento, el artículo se expone opcionalmente a una segunda energía de excitación asociada con un trazador suplementario (por ejemplo, el trazador 134, en la Figura 1). A modo de ejemplo, el sistema de procesamiento (por ejemplo, el sistema de

procesamiento 402, en la Figura 4) puede enviar una señal de control al mismo generador de energía de excitación o a otro generador de energía de excitación que hace que el generador de energía de excitación dirija la segunda energía de excitación (por ejemplo, energía de excitación 422, en la Figura 4) hacia el artículo. De forma alternativa, el generador de energía de excitación puede proporcionar continuamente la segunda energía de excitación o dicha segunda energía de excitación puede ser modulada. El bloque 506 puede excluirse cuando no se realiza un trazador suplementario, o cuando la energía de excitación para el trazador suplementario es la misma que la energía suplementaria para los trazadores de sustrato y/o de características extrínsecas.

En el bloque 508, se interrumpe el suministro de la primera y de la segunda energía de excitación al artículo, y el sistema de autenticación detecta las emisiones dentro de múltiples bandas del artículo (por ejemplo, por los detectores de emisiones 406, 408, en la Figura 4). La interrupción de la energía de excitación se puede lograr desactivando los generadores de energía de excitación (por ejemplo, en un sistema en donde el artículo puede permanecer estacionario y las energías de excitación son pulsadas), o enrutando el artículo fuera de la zona donde se están dirigiendo las energías de excitación, y a una zona de detección (por ejemplo, bajo la ventana de detección 432, en la Figura 4). En una forma de realización alternativa, la provisión de las energías de excitación puede continuar mientras el sistema realiza los procesos de detección que se describen a continuación.

La detección de emisiones puede realizarse en uno o más intervalos de detección, que se miden desde el momento en que se interrumpió el enrutamiento de las energías de excitación hacia el artículo. De conformidad con una forma de realización, el sistema está configurado para detectar emisiones en al menos una primera banda y una segunda banda, aunque el sistema también puede configurarse para detectar emisiones en más de dos bandas. La primera banda corresponde a bandas superpuestas asociadas con las emisiones producidas por el trazador de sustrato (por ejemplo, trazador 130, en la Figura 1) y el trazador de características extrínsecas (por ejemplo, trazador 132, en la Figura 1). Más en particular, la primera banda corresponde a la banda de emisiones confundidas (es decir, la banda en donde se superponen las emisiones del trazador de sustrato y las emisiones de características extrínsecas). La segunda banda corresponde a una banda asociada con las emisiones producidas por el trazador suplementario (es decir, la banda suplementaria).

En los bloques 510-514, que pueden realizarse secuencialmente o en paralelo, se analiza la información que cuantifica las intensidades de las emisiones detectadas dentro de las múltiples bandas (por ejemplo, mediante el sistema de procesamiento 402, en la Figura 4). De conformidad con una forma de realización, la información incluye una o más series de valores de intensidad digitalizados (por ejemplo, desde cada uno de los detectores 406, 408, en la Figura 4) correspondientes a las intensidades de radiación emitida en las bandas de emisiones confundidas y suplementaria. Como se mencionó anteriormente, los valores individuales o conjuntos de valores se pueden etiquetar o asociar de otra manera con información que indique una ubicación de las emisiones detectadas y el momento en que se detectaron las emisiones. Los valores de intensidad digitalizados representan las propiedades temporales y/o posicionales de las emisiones detectadas en las bandas de emisiones confundidas y suplementarias.

En el bloque 510, se realiza una determinación de si las emisiones que tienen características de las emisiones de sustrato solamente se detectan en una o más primeras zonas del artículo (por ejemplo, en zonas que son zonas de sustrato solamente (por ejemplo, la zona 162, en la Figura 1) en un artículo autenticado). Esta determinación se realiza en función de los valores de intensidad digitalizados recibidos desde un detector (por ejemplo, el detector 406, en la Figura 4) configurado para detectar emisiones en la banda de emisiones confundidas. De conformidad con una forma de realización, las propiedades de emisión en la banda de emisiones confundidas pueden analizarse determinando los márgenes de parámetros de autenticación adecuados (por ejemplo, los márgenes de intensidad de emisión) para una zona de sustrato solamente en un momento correspondiente al momento en que se produjeron los valores de intensidad digitalizados. A modo de ejemplo, como se mencionó anteriormente, el sistema de autenticación puede mantener los márgenes de parámetros de autenticación adecuados en una o más tablas que definen el espacio de parámetros de detección. En una forma de realización, se puede realizar un análisis de orientación múltiple al correlacionar múltiples (por ejemplo, hasta cuatro) de dichos márgenes con los valores de intensidad digitalizados, donde los márgenes múltiples se corresponden con múltiples orientaciones posibles del artículo.

Cuando un valor de intensidad digitalizado se encuentra dentro de un margen adecuado de parámetros de autenticación para la zona y el tiempo asociado con el valor, se puede determinar que se ha detectado una emisión que tiene características de una emisión de sustrato solamente. De no ser así, cuando un valor de intensidad digitalizado cae fuera del margen de parámetros de autenticación adecuado (o de todos los márgenes de parámetros de autenticación cuando se realiza un análisis de orientación múltiple) para la zona y el tiempo asociados con el valor, se puede determinar que una emisión tiene características de emisión de sustrato solamente que no se ha detectado. De conformidad con una forma de realización, pueden analizarse múltiples valores de intensidad digitalizados en la primera zona, y la determinación puede permitir que uno o más de los valores de intensidad caigan fuera del margen adecuado del parámetro de autenticación, mientras se obtiene un resultado positivo. Dicho de otro modo, la determinación se puede hacer dentro de un grado aceptable de precisión. Cuando se determina que las emisiones que tienen características de emisiones de sustrato solamente no se han detectado en una o más de las primeras zonas del artículo (es decir, el análisis indica que los valores de intensidad no se encuentran dentro del espacio del parámetro de detección dentro de un grado aceptable de precisión), el sistema

puede identificar el artículo como no autenticado y puede realizar una acción correspondiente en el bloque 522, que se describe con más detalle a continuación.

En el bloque 512, se determina si las emisiones que tienen características de emisiones confundidas se detectan en una o más segundas zonas del artículo (por ejemplo, en zonas que son zonas de características extrínsecas (por ejemplo, zona 164, en la Figura 1) en un artículo autenticado). De nuevo, esta determinación se realiza en función de los valores de intensidad digitalizados recibidos desde un detector (por ejemplo, el detector 406, en la Figura 4) configurado para detectar emisiones en la banda de emisiones confundidas. De conformidad con una forma de realización, las propiedades de emisión en la banda de emisiones confundidas pueden analizarse determinando los márgenes de parámetros de autenticación adecuados (por ejemplo, los márgenes de intensidad de emisión) para una zona de característica extrínseca en un momento correspondiente al momento en que se produjeron los valores de intensidad digitalizados, como se examinó anteriormente.

Cuando un valor de intensidad digitalizado se encuentra dentro de un margen de parámetros de autenticación adecuado para la zona y el tiempo asociado con el valor, se puede determinar que se ha detectado una emisión que tiene características de una emisión confundida. De lo contrario, cuando un valor de intensidad digitalizado cae fuera del margen de parámetro de autenticación adecuado (o de todos los márgenes de parámetros de autenticación cuando se realiza un análisis de orientación múltiple) para la zona y el tiempo asociados con el valor, se puede determinar que no se ha detectado una emisión que tiene características de una emisión confundida. De conformidad con una forma de realización, la determinación se puede hacer dentro de un grado aceptable de precisión, tal como se describió anteriormente. Cuando se determina que las emisiones que tienen características de emisiones confundidas no se han detectado en una o más segundas zonas del artículo (es decir, el análisis indica que los valores de intensidad no se encuentran dentro del espacio del parámetro de detección dentro de un grado aceptable de precisión), el sistema puede identificar el artículo como no autenticado y puede realizar una acción correspondiente en el bloque 522, que se describe con más detalle a continuación.

En el bloque 514, que se puede realizar en una forma de realización en donde se incorpora un trazador suplementario en un artículo, se determina si las emisiones que tienen características de emisiones suplementarias se detectan en una o más zonas del artículo (por ejemplo, en zonas en las que un trazador suplementario (por ejemplo, trazador 134, en la Figura 1) está presente en un artículo autenticado). De nuevo, esta determinación se realiza en función de los valores de intensidad digitalizados recibidos desde un detector (por ejemplo, el detector 408, en la Figura 4) configurado para detectar emisiones en la banda de emisión suplementaria. De conformidad con una forma de realización, las propiedades de emisión en la banda de emisión suplementaria pueden analizarse determinando los márgenes de parámetros de autenticación adecuados (por ejemplo, los márgenes de intensidad de emisión) para un trazador suplementario en un momento correspondiente al momento en que se produjeron los valores de intensidad digitalizados, tal como se examinó anteriormente.

Cuando un valor de intensidad digitalizado se encuentra dentro de un margen de trazador suplementario adecuado para la zona y el tiempo asociado con el valor, se puede determinar que se ha detectado una emisión que tiene características de una emisión suplementaria. De lo contrario, cuando un valor de intensidad digitalizado cae fuera del margen del trazador suplementario adecuado (o todos los márgenes de trazador suplementarios cuando se realiza un análisis de orientación múltiple) para la zona y el tiempo asociado con el valor, se puede determinar que una emisión tiene características de una emisión suplementaria no ha sido detectada. De conformidad con una forma de realización, la determinación se puede hacer dentro de un grado aceptable de precisión, según se describió anteriormente. Cuando se determina que las emisiones que tienen características de emisiones suplementarias no se han detectado en una o más zonas del artículo (es decir, el análisis indica que los valores de intensidad no se encuentran dentro del espacio del parámetro de detección dentro de un grado aceptable de precisión), el sistema puede identificar el artículo como no autenticado y puede realizar una acción correspondiente en el bloque 522, que se describe con más detalle a continuación.

De conformidad con una forma de realización, el análisis de las emisiones de sustrato solamente, confundidas y suplementarias incluye el análisis de las intensidades (o intensidades integradas) de las emisiones. Por consiguiente, los márgenes de parámetros de autenticación adecuados incluyen márgenes de intensidad de emisión, como se describe anteriormente. En otra forma de realización, el análisis de las emisiones de sustrato solamente, confundidas y suplementarias también puede incluir, o de forma alternativa, determinar el tiempo de degradación de las emisiones dentro de las bandas confundidas y suplementarias. Por consiguiente, los márgenes de parámetros de autenticación adecuados también, o de forma alternativa, pueden incluir márgenes de constantes de tiempo de degradación. En una forma de realización, el tiempo o los tiempos de degradación se pueden determinar en función de las intensidades detectadas de las emisiones en múltiples ocasiones (por ejemplo, $t = 0$, $t = 0,1$ milisegundos, etc.). Después de la eliminación de la energía de excitación, la intensidad de la emisión se degrada en el transcurso del tiempo, y la tasa de degradación del ion emisor puede caracterizarse por la constante de tiempo de degradación. A modo de ejemplo, para una disminución exponencial simple en la intensidad de emisión, la constante de tiempo de disminución puede representarse por la constante τ en la ecuación:

$$I(t) = I_0 e^{-t/\tau}, \quad (\text{Ecuación 1})$$

donde t indica tiempo, $I(t)$ indica la intensidad de emisión en el tiempo t , e I_0 indica la intensidad de emisión en $t = 0$ (por ejemplo, $t = 0$ puede corresponder al instante en que se interrumpe la provisión de energía de excitación). Aunque la intensidad de emisión para algunos materiales luminiscentes puede degradarse de conformidad con la fórmula exponencial simple anterior, la intensidad de emisión para otros materiales luminiscentes puede verse afectada por múltiples degradaciones exponenciales (por ejemplo, cuando están presentes múltiples mecanismos que afectan la degradación). En algunos casos, un material luminiscente puede no presentar una simple degradación exponencial única, especialmente cuando la transferencia de energía es parte del mecanismo.

Cuando cada una de las determinaciones en los bloques 510, 512 y 514 proporcionan resultados positivos (es decir, se detectaron adecuadamente emisiones de sustrato solamente, confundidas y suplementarias), entonces en el bloque 520, el sistema puede identificar el artículo como "autenticado", y puede tomar una acción correspondiente. A modo de ejemplo, el sistema puede producir una indicación de autenticidad perceptible por el usuario y/o puede hacer que un componente de enrutamiento del sistema enrute el artículo hacia una ruta o contenedor que se asigne para artículos autenticados. De forma alternativa, cuando una o más de las determinaciones en los bloques 510, 512 y 514 proporcionan resultados negativos (es decir, no se detectaron adecuadamente las emisiones de sustrato solamente, confundidas y/o suplementarias), el sistema puede identificar el artículo como "no autenticado", y puede realizar una acción correspondiente, en el bloque 522. A modo de ejemplo, el sistema puede producir una indicación de falta de autenticidad perceptible por el usuario, y/o puede hacer que un componente de enrutamiento del sistema enrute el artículo hacia una ruta o contenedor que se asigne para artículos no autenticados.

La Figura 6 es un gráfico 600 que emula intensidades de emisión de diversos trazadores en múltiples longitudes de onda tanto en una zona de sustrato solamente como en una zona de característica extrínseca de un artículo, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo. En el ejemplo, se incluyó un trazador de sustrato en un sustrato de artículo, y se incluyó un trazador de características extrínsecas en un medio (por ejemplo, tinta) impreso en la parte superior de una superficie de sustrato. El trazador de sustrato produjo emisiones 602 (por ejemplo, emulando emisiones perceptibles en una zona de sustrato solamente de un artículo), y la combinación de las emisiones producidas por el trazador de sustrato y el trazador de característica extrínseca 604 (por ejemplo, emulando emisiones perceptibles en una zona de característica extrínseca de un artículo).

Para generar el gráfico 600, se produjeron primeras muestras de ensayo sin características extrínsecas. Más en particular, se añadió un material trazador de sustrato que comprende Cr: Nd: YGG (con el Cr al 20% en peso y el Nd al 0,7% en peso en el material de la rejilla de acogida YGG) a un sustrato de artículo de lámina de papel. Para producir las emisiones 602 a partir de las primeras muestras de ensayo, se utilizó un diodo LED para excitar el material del trazador de sustrato en la banda de absorción de cromo (normalmente a 660 nm), y se detectaron las emisiones 602.

También se produjeron segundas muestras de ensayo con características extrínsecas. Más en particular, se creó una tinta que incluía una base de tinta y un material trazador de características extrínsecas que comprende Cr: Nd: Yb: YGG (con Cr al 20% en peso, Nd a 0,7% en peso y Yb a 0,5% en peso en el material de la rejilla de acogida YGG). La tinta se imprimió sobre una superficie de un sustrato de lámina de papel que incluía el material del trazador de sustrato. Para producir las emisiones 604 a partir de las segundas muestras de ensayo, se utilizó un diodo LED para excitar tanto el material trazador de sustrato como el material trazador de la característica extrínseca en la banda de absorción de cromo, lo que resultó en emisiones confundidas debido a la superposición de las emisiones de neodimio desde el sustrato y de la característica extrínseca en la banda 610 (a ~ 870-905 nm), banda 612 (a ~ 930-950 nm), banda 614 (a ~ 1055-1070 nm), y banda 616 (a ~ 1110-1120 nm).

Tal como se indica, una distinción entre el material trazador de la característica extrínseca y el material trazador de sustrato fue que el material trazador de la característica extrínseca contenía iterbio, y el material trazador de sustrato no lo contenía. En el trazador de la característica extrínseca, la presencia de iterbio en la red YGG distorsionó ligeramente la estructura de la red, por lo que los máximos confundidos en las emisiones 604 no presentaban exactamente la misma emisión de banda que los máximos en las emisiones 602 del trazador de sustrato solamente. Esto satisface los criterios de emisiones confundidas.

El iterbio presente en el trazador de la característica extrínseca también funcionaba como un ion suplementario que producía emisiones suplementarias. Más en particular, las emisiones de banda suplementarias (por ejemplo, en la banda 620 suplementaria) estuvieron presentes a partir del material trazador de la característica extrínseca debido a la presencia de iterbio. De conformidad con una forma de realización, es posible excitar un ion suplementario (por ejemplo, el iterbio) solamente en un material de características extrínsecas (por ejemplo, utilizar energía de excitación suplementaria a aproximadamente 970 nm) para producir emisiones suplementarias en una banda suplementaria (por ejemplo, la banda 620). En el ejemplo, si el iterbio se excita solo (es decir, el neodimio no se excita), las emisiones confundidas pueden no estar presentes. En la Figura 6, un máximo principal 606 correspondiente a la banda suplementaria 620 se centra principalmente a aproximadamente 1030 nm, y un máximo secundario 608 se centra a aproximadamente 970 nm.

La Figura 7 es un gráfico 700 que emula intensidades de emisión de diversos trazadores en múltiples longitudes de onda tanto en una zona de sustrato solamente como en una zona de característica extrínseca de un artículo, de conformidad con otra forma de realización a modo de ejemplo. Una distinción principal entre el ejemplo de la Figura 6 y el ejemplo de la Figura 7 es que el material del trazador de sustrato responsable de las emisiones 602 en la Figura 6 incluía YGG como material de acogida, mientras que el material del trazador de sustrato responsable de las emisiones 702 en la Figura 7 incluía YAG como el material de acogida. Sin embargo, en ambos ejemplos, el material de acogida para el trazador de características extrínsecas incluía YAG. El ejemplo de la Figura 7 se proporciona para ilustrar que el material de acogida para el trazador de sustrato y para el trazador de característica extrínseca no tiene por qué ser necesariamente el mismo.

Tal como en el ejemplo anterior de la Figura 6, en el ejemplo de la Figura 7, se incluyó un trazador de sustrato en el sustrato del artículo, y se incluyó un trazador de características extrínsecas en un medio (por ejemplo, tinta) impreso sobre la superficie de un sustrato. El trazador de sustrato produjo emisiones 702 (por ejemplo, emulando emisiones perceptibles en una zona de sustrato solamente de un artículo), y la combinación del trazador de sustrato y del trazador de característica extrínseca produjo emisiones 704 (por ejemplo, emulando emisiones perceptibles en una zona de característica extrínseca de un artículo).

Para generar el gráfico 700, se produjeron terceras muestras de ensayo sin características extrínsecas. Más en particular, se añadió un material trazador de sustrato que comprende Cr: Nd: YAG (con el Cr al 20% en peso y el Nd al 0,7% en peso en el material de la rejilla de acogida YAG) a un sustrato de artículo de lámina de papel. Para producir las emisiones 702 a partir de las terceras muestras de ensayos, se utilizó un diodo LED para excitar el material trazador de sustrato en la banda de absorción de cromo (normalmente a 660 nm), y se detectaron las emisiones 702.

También se produjeron cuartas muestras de ensayo con características extrínsecas. Más en particular, se creó una tinta que incluía una base de tinta y un material trazador de características de banda múltiple que comprende Cr: Nd: Yb: YGG (con el Cr en 20% en peso, el Nd en 0.7% en peso, y el Yb en 0.5% en peso en el material de la red de acogida YGG). La tinta se imprimió en una superficie de un sustrato de lámina de papel que incluía el material del trazador de sustrato. Para producir las emisiones 704 a partir de las segundas muestras de ensayo, se utilizó un diodo LED para excitar tanto el material trazador de sustrato como el material trazador de características extrínsecas en la banda de absorción de cromo, lo que dio lugar a emisiones confundidas en la banda 710 (a ~ 870-905 nm), banda 712 (a ~ 930-950 nm), banda 714 (a ~ 1055-1070 nm), y banda 716 (a ~ 1110-1120 nm).

Una vez más, en el trazador de la característica extrínseca, la presencia de iterbio en la red YGG distorsionó ligeramente la estructura de la red, por lo que los máximos confundidos en las emisiones 704 no presentaron exactamente la misma emisión de banda que los máximos en las emisiones 702 desde el trazador de sustrato solamente. Además, el iterbio produjo las emisiones suplementarias en la banda suplementaria 720.

Aunque al menos una forma de realización ejemplar se ha presentado en la descripción detallada anterior, ha de apreciarse que existe un gran número de variaciones. También ha de apreciarse que la forma de realización ejemplar o las formas de realización ejemplares son solo ejemplos, y no están previstas para limitar el alcance, la aplicabilidad o la configuración de la idea inventiva en forma alguna.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo (100) que comprende:

5 un sustrato (102) que tiene una primera superficie (108) y un primer trazador luminiscente (130), en donde el primer trazador luminiscente produce emisiones de sustrato en una banda de emisión de sustrato cuando el sustrato está expuesto a la energía de excitación del sustrato; y

10 una característica extrínseca (120) posicionada en la proximidad de una parte de la primera superficie (108) en donde está presente el primer trazador luminiscente (130), en donde la característica extrínseca (120) incluye un segundo trazador luminiscente (132) que produce emisiones de característica extrínseca en una banda de emisión de la característica extrínseca que se superpone al menos parcialmente a la banda de emisión del sustrato en una banda de emisión superpuesta cuando la característica extrínseca se expone a la energía de excitación de la característica extrínseca,

15 caracterizado porque que, en la parte de la primera superficie (108), las emisiones de sustratos y las emisiones de característica extrínseca se combinan en la banda de emisión superpuesta para producir emisiones confundidas que se distinguen de las emisiones de sustratos en al menos una propiedad medible de las emisiones seleccionada de entre una característica temporal, una relación de bifurcación y una transferencia de energía a otro ion y emisiones
20 procedentes de este último, en otra banda.

2. El artículo según la reivindicación 1, en donde dicha característica temporal se selecciona de entre una constante de tiempo de disminución de la emisión y una constante de tiempo de aumento de la emisión.

25 3. El artículo según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde las emisiones confundidas son diferentes de las emisiones de sustrato en dicha al menos una propiedad medible en:

(i) al menos 5%; o

30 (ii) al menos el 10%.

4. El artículo según la reivindicación 1, en donde el primer trazador luminiscente (130) incluye un primer ion emisor, el segundo trazador luminiscente (132) incluye el primer ion emisor, y las emisiones de sustrato y las características extrínsecas son producidas por el primer ion emisor en los primero y segundo trazadores
35 luminiscentes.

5. El artículo según la reivindicación 4, en donde el primer ion emisor se incorpora al primer trazador luminiscente (130) a una primera densidad dopante, y el primer ion emisor se incorpora al segundo trazador luminiscente (132) a una segunda densidad dopante que es diferente de la primera densidad dopante.

40 6. El artículo según la reivindicación 1, en donde el primer trazador luminiscente (130) incluye un primer ion emisor, el segundo trazador luminiscente (132) incluye un segundo ion emisor que es diferente del primer ion emisor, las emisiones de sustrato son producidas por el primer ion emisor en el primer trazador luminiscente, y las emisiones de característica extrínseca son producidas por el segundo ion emisor en el segundo trazador
45 luminiscente.

7. El artículo según la reivindicación 1, en donde el artículo incluye un ion suplementario que produce emisiones suplementarias en una banda de emisión suplementaria que no se superpone a la banda de emisión del sustrato o a la banda de emisión de la característica extrínseca cuando un trazador (134), que incluye el ion suplementario, se
50 expone a una energía de excitación del trazador suplementaria.

8. El artículo según la reivindicación 7, en donde la energía de excitación del trazador suplementaria (134) es diferente de la energía de excitación del sustrato y de la energía de excitación de la característica extrínseca.

55 9. El artículo según la reivindicación 1, en donde el sustrato (102) tiene un primer borde de sustrato (104) y un segundo borde de sustrato (106) opuesto al primer borde de sustrato (104) a través de la primera superficie, con un eje primario (170) definido en una dirección perpendicular a los bordes primero y segundo del sustrato (104, 106), y en donde un primer borde de característica (140) de la característica extrínseca (120) es una primera distancia desde el primer borde del sustrato (104) en una dirección del eje primario (170), un segundo borde de característica
60 (142) de la característica extrínseca (120) es una segunda distancia desde el segundo borde del sustrato (106) en una dirección del eje primario (170), y en donde la segunda distancia es diferente de la primera distancia para permitir al menos una determinación parcial de una orientación del sustrato.

65 10. El artículo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que es una tarjeta de identificación, un permiso de conducir, un pasaporte, documentos de identidad, un billete, un cheque, un documento, un papel, un certificado de

acciones, un componente de embalaje, una tarjeta de crédito, una tarjeta bancaria, una etiqueta, un sello, un sello postal, una ficha y un líquido.

5 **11.** Un método para autenticar un artículo (100) que incluye un sustrato (102), comprendiendo el método las etapas de:

exponer una superficie (108) del sustrato a la energía de excitación;

10 determinar si, en una primera zona de la superficie, las primeras emisiones que tienen primeras características de emisión se detectan, o no, en una primera banda de emisión, en donde las primeras emisiones resultan de la energía de excitación, y la primera zona corresponde a una zona en donde una característica extrínseca (120) no está presente en un artículo autenticado; y

15 determinar si, en una segunda zona de la superficie, las segundas emisiones que tienen segundas características de emisión que son diferentes de las primeras características de emisión, se detectan, o no, en la primera banda de emisión, en donde las segundas emisiones resultan de la energía de excitación, y la segunda zona corresponde a una zona en donde la característica extrínseca (120) está presente en el artículo autenticado,

20 caracterizado por cuanto que el artículo es como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 y cada una de dichas características de emisión, primera y segunda, comprenden al menos una propiedad medible de las emisiones seleccionadas a partir de una característica temporal, una relación de bifurcación y una transferencia de energía y emisiones desde otro ion en otra banda.

25 **12.** El método según la reivindicación 11, en donde dicha característica temporal se selecciona a partir de una constante de tiempo de disminución de la emisión y una constante de tiempo de aumento de la emisión.

13. El método según la reivindicación 11 o la reivindicación 12, en donde dichas segundas características de emisión son diferentes de dichas primeras características de emisión en dicha al menos una propiedad medible por:

30 (i) al menos 5%; o

(ii) al menos el 10%.

35 **14.** El método según la reivindicación 11, que además comprende:

identificar el artículo como siendo autenticado cuando se detectan la primera y la segunda emisión, y cuando la segunda emisión tiene la segunda característica de emisión; y

40 identificar el artículo como no autenticado cuando las primeras emisiones, las segundas emisiones, o ambas a la vez, no se detectan, o cuando las segundas emisiones no tienen las segundas características de emisión.

15. Un aparato para autenticar un artículo (450) que incluye un sustrato (452), comprendiendo el aparato:

45 uno o más generadores de energía de excitación (404) configurados para dirigir la energía de excitación hacia una superficie del sustrato;

un primer detector de emisiones (406) configurado para detectar primeras emisiones en una primera banda de emisión; y

50 un sistema de procesamiento (402) configurado para determinar si, en una primera zona de la superficie, las primeras emisiones que tienen primeras características de emisión se detectan en una primera banda de emisión, en donde las primeras emisiones resultan de la energía de excitación, y la primera zona corresponde a una zona en donde una característica extrínseca (454) no está presente en un artículo autenticado, y en donde el sistema de procesamiento está configurado, además, para determinar si, en una segunda zona de la superficie, las segundas emisiones tienen segundas características de emisión que son diferentes de las primeras características de emisión, se detectan, o no, en la primera banda de emisión, donde las segundas emisiones resultan de la energía de excitación y la segunda zona corresponde a una zona en donde la característica extrínseca (454) está presente en el artículo autenticado, caracterizado porque el artículo es como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 y cada una de dichas características de emisión primera y segunda comprenden, al menos, una propiedad medible de las emisiones seleccionadas de entre una característica temporal, una relación de bifurcación y una transferencia de energía hacia, y emisiones desde, otro ion en otra banda, preferiblemente en donde dicha característica temporal se selecciona de entre la constante de tiempo de disminución de la emisión y la constante de tiempo de aumento de la emisión.

60

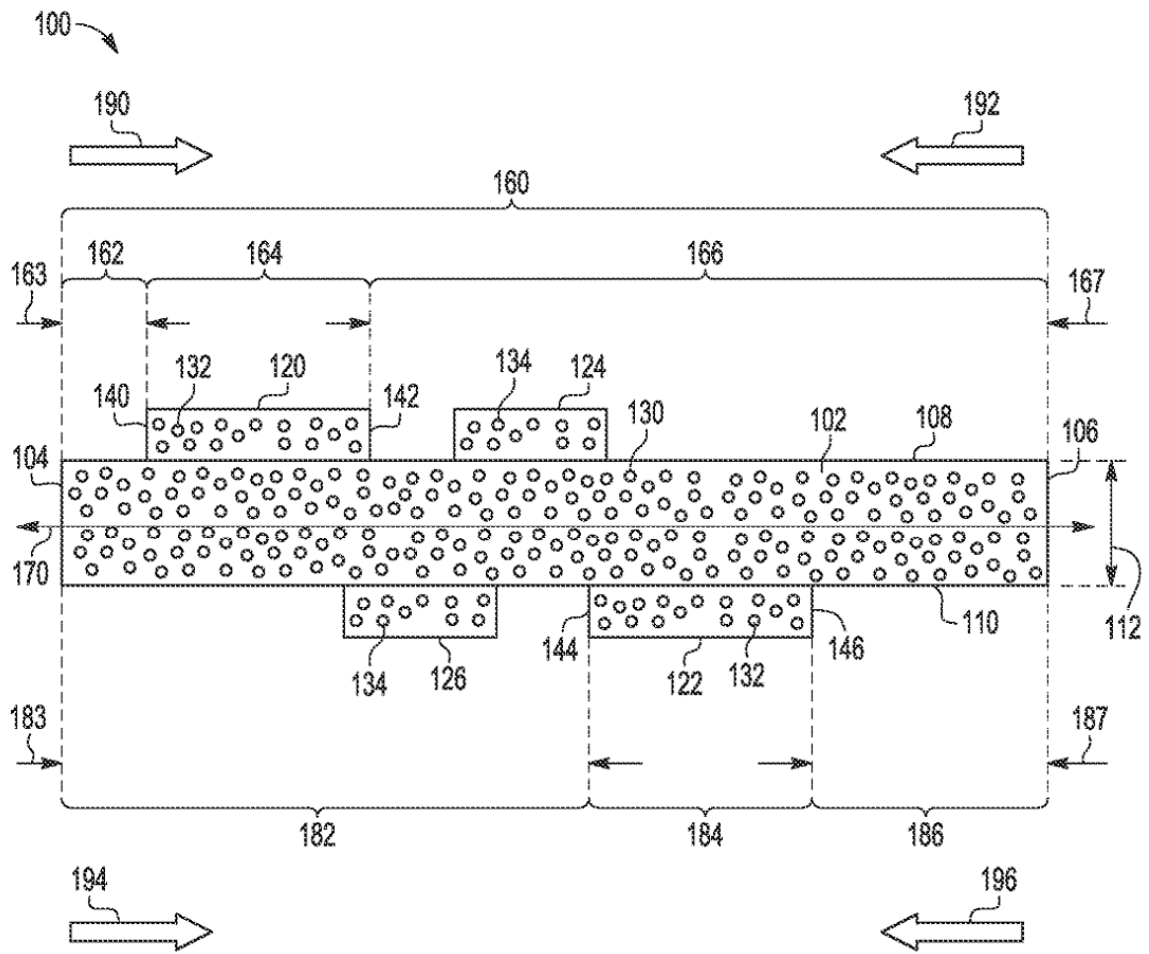


FIG. 1

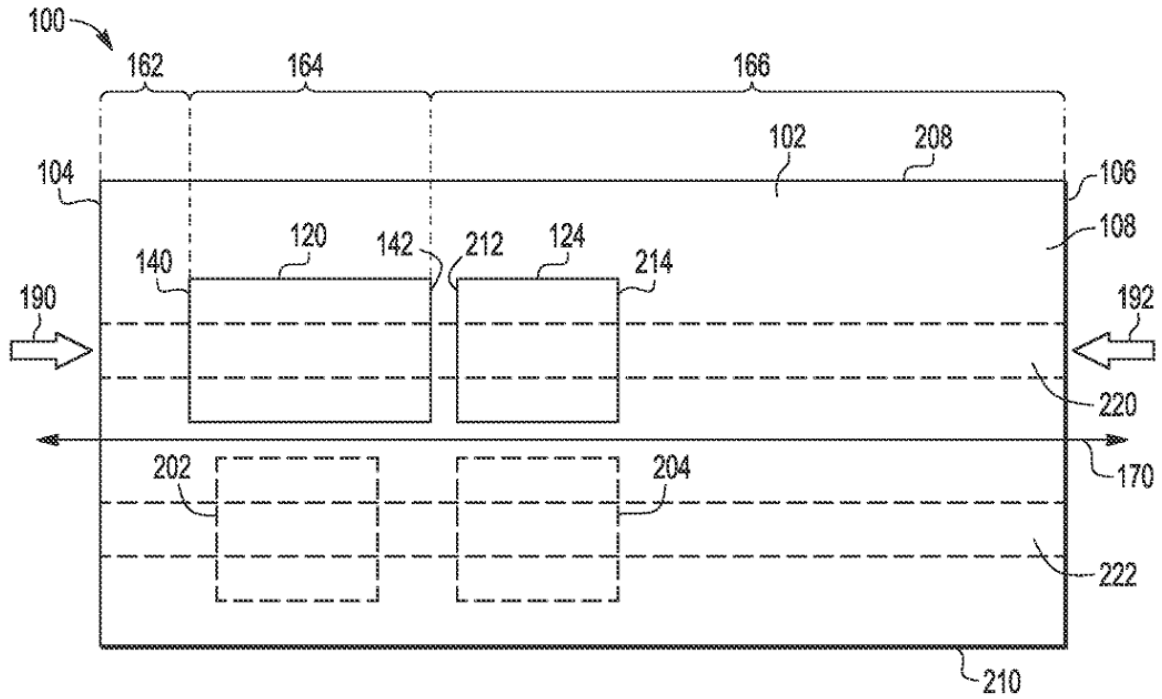


FIG. 2

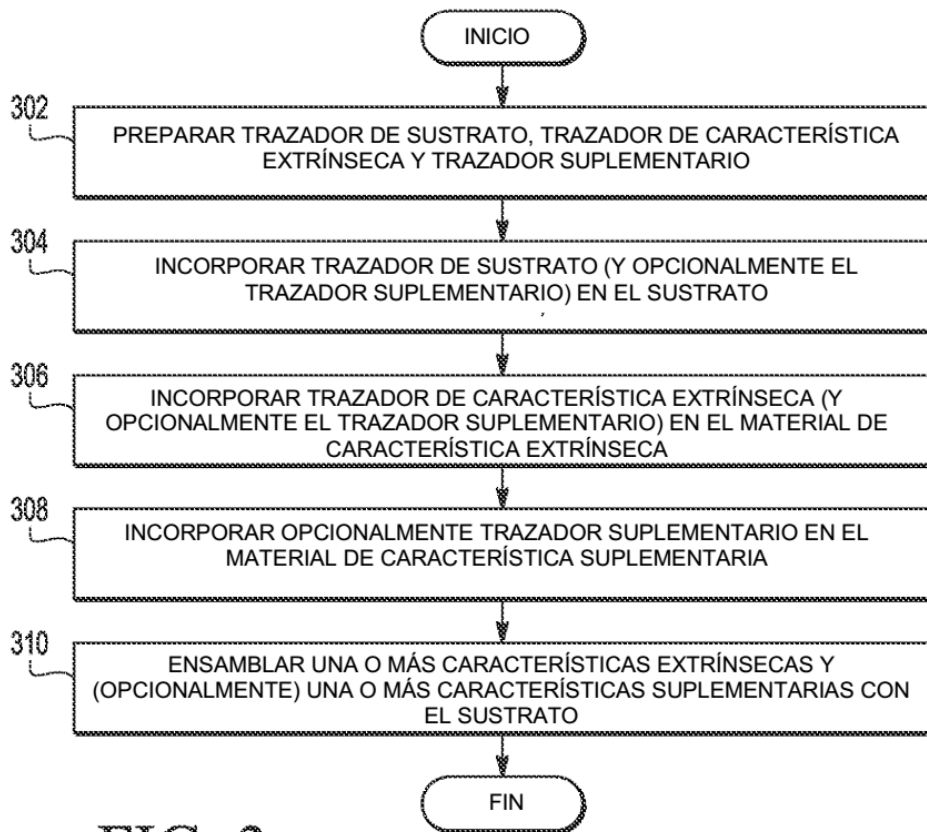


FIG. 3

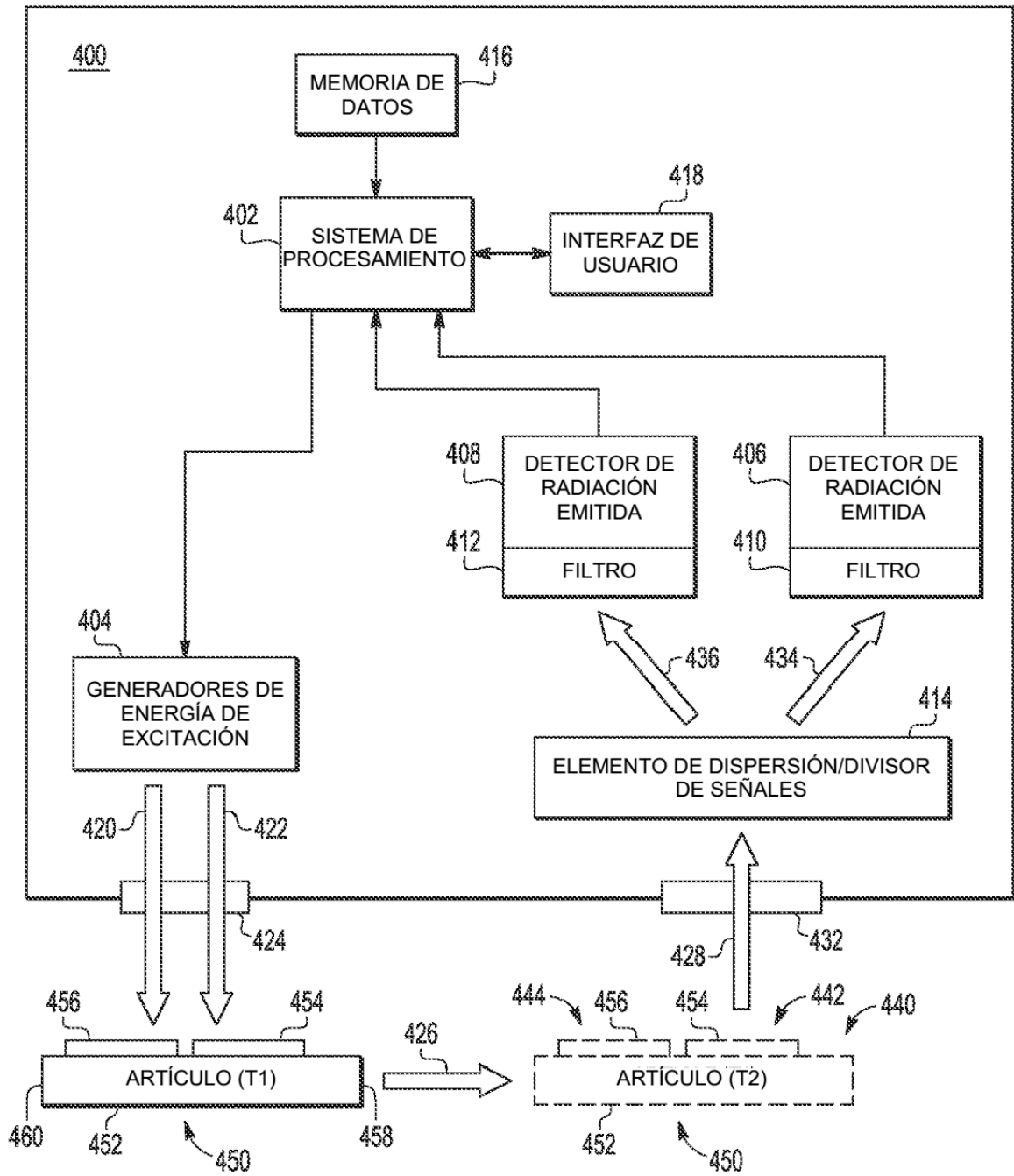


FIG. 4

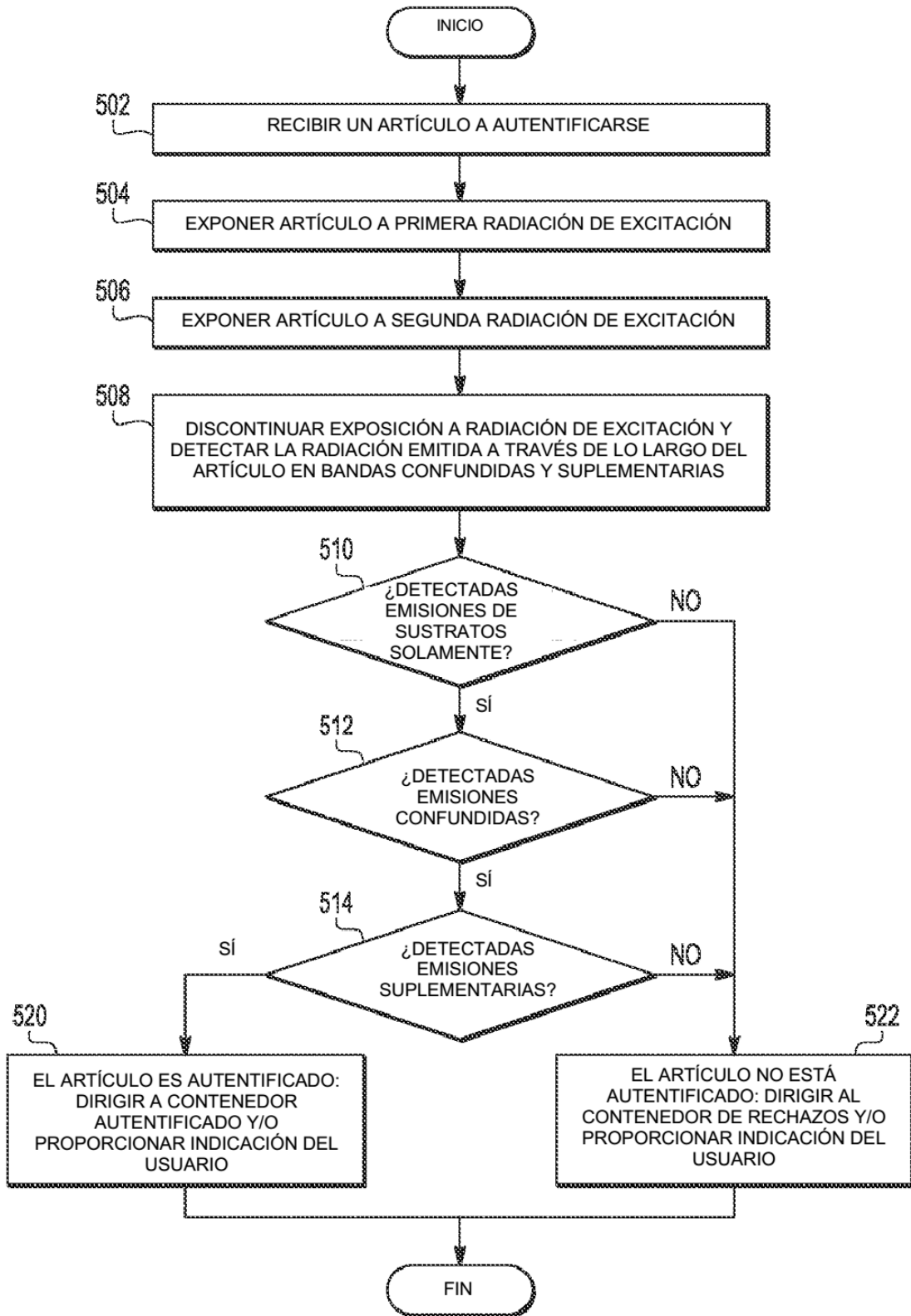


FIG. 5

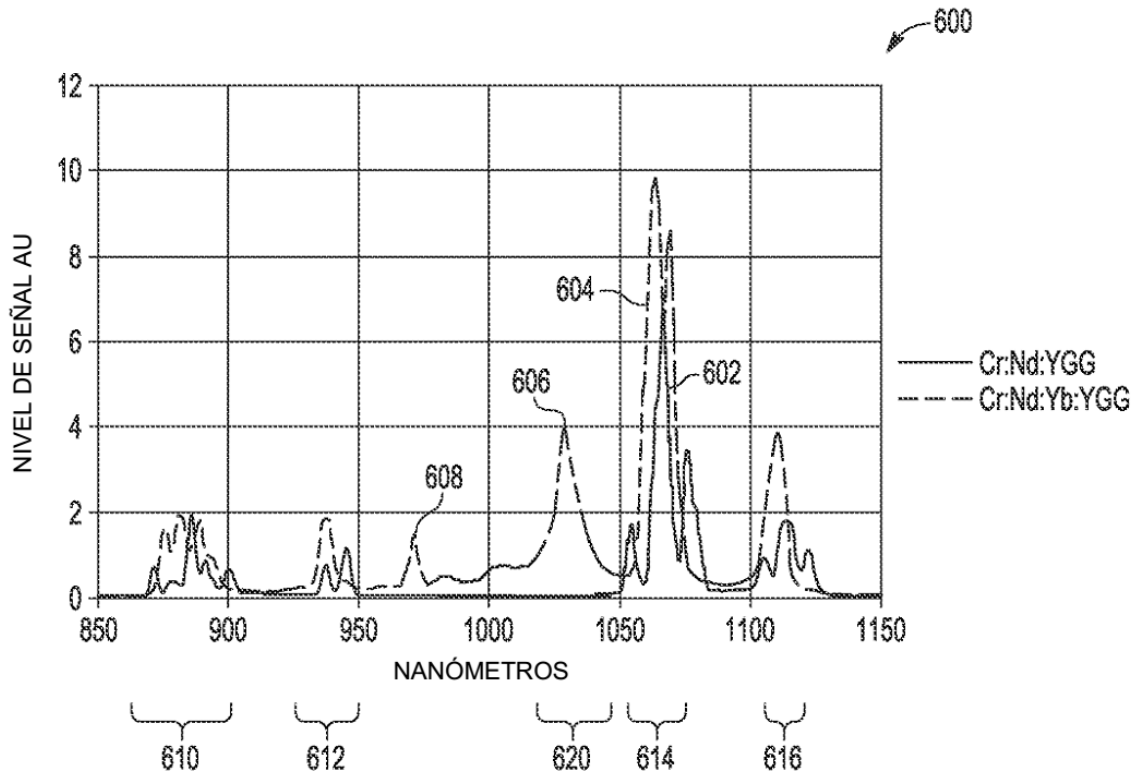


FIG. 6

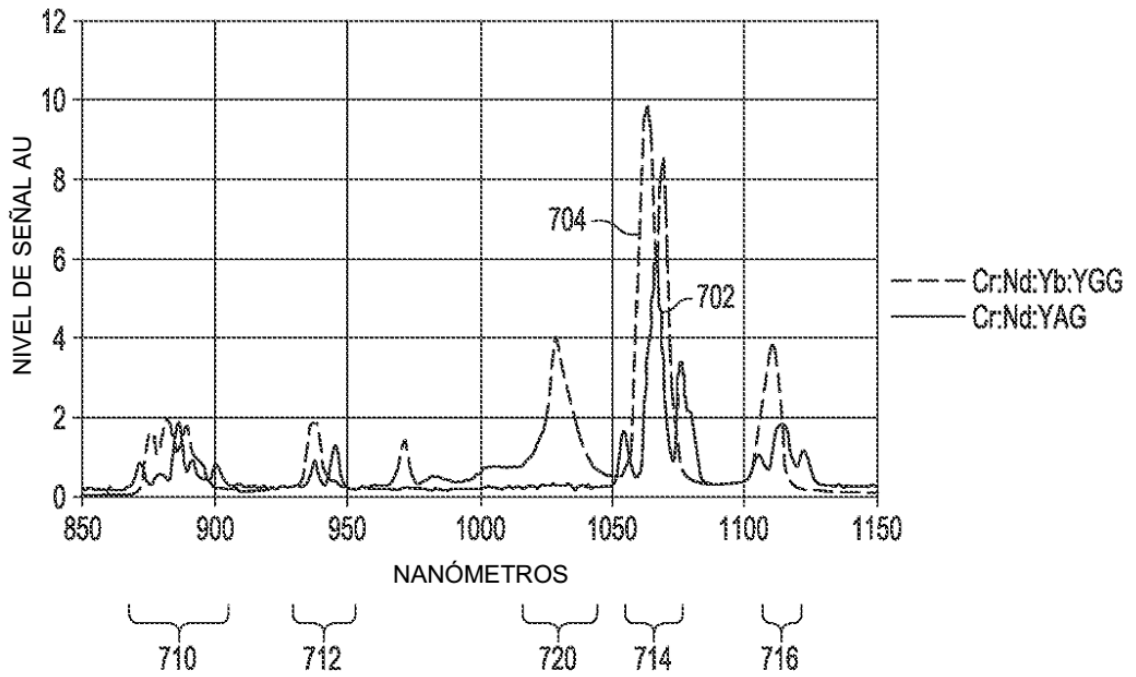


FIG. 7