

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 023 061**

51 Int. Cl.:

B05D 5/06 (2006.01)

B05D 3/00 (2006.01)

B05D 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.12.2019** **PCT/EP2019/087072**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.07.2020** **WO20148076**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.12.2019** **E 19827767 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2025** **EP 3911450**

54 Título: **Proceso para producir capas de efecto óptico**

30 Prioridad:

15.01.2019 EP 19151899

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

29.05.2025

73 Titular/es:

**SICPA HOLDING SA (100.00%)
Avenue de Florissant 41
1008 Prilly, CH**

72 Inventor/es:

**LOGINOV, EVGENY;
SCHMID, MATHIEU;
MUELLER, EDGAR y
DESPLAND, CLAUDE-ALAIN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 3 023 061 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

Proceso para producir capas de efecto óptico

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere al campo de la protección de documentos de valor y bienes comerciales de valor contra la falsificación y la reproducción ilegal. En particular, la presente invención se refiere a procesos para producir capas de efecto óptico (OEL) que comprenden un motivo fabricado con al menos dos zonas fabricadas de una única capa aplicada y curada y que comprende unas partículas magnéticas o magnetizables no esféricas orientadas magnéticamente que usan un curado selectivo realizado irradiando con una fuente de radiación actínica.

15 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Se conoce en la técnica el uso de tintas curables por radiación, composiciones o capas que contienen partículas o pigmentos magnéticos o magnetizables para la producción de elementos de seguridad, también conocidos como características de seguridad, por ejemplo, en el campo de los documentos de seguridad como, por ejemplo, los billetes de banco.

Las características de seguridad, por ejemplo, para documentos de seguridad, pueden clasificarse en características de seguridad "encubiertas" y "evidentes". La protección proporcionada por las características de seguridad encubiertas se basa en el principio de que tales características están ocultas a los sentidos humanos, necesitando habitualmente un equipo especializado y conocimiento para su detección, mientras que las características de seguridad "evidentes" pueden detectarse fácilmente por los sentidos humanos sin ayuda, por ejemplo, tales características pueden ser visibles y/o detectables a través del sentido táctil mientras siguen siendo difíciles de producir y/o copiar. La eficiencia de las características de seguridad evidentes depende en gran medida de su fácil reconocimiento como característica de seguridad, debido a que entonces los usuarios solo realizarán realmente una comprobación de seguridad basándose en dicha característica de seguridad si son conscientes de su existencia y naturaleza.

Las partículas magnéticas o magnetizables en los recubrimientos permiten la producción de imágenes, diseños y/o patrones inducidos magnéticamente aplicando un campo magnético correspondiente, dando como resultado una orientación local de las partículas magnéticas o magnetizables en el recubrimiento no endurecido, seguido de curar este último. Esto da como resultado efectos ópticos específicos, es decir, imágenes orientadas magnéticamente fijas, diseños o patrones altamente resistentes a la falsificación. Los elementos de seguridad basados en partículas magnéticas o magnetizables orientadas solo pueden producirse teniendo acceso a las partículas magnéticas o magnetizables o a una tinta o composición de recubrimiento correspondiente que comprenda dichas partículas, a la tecnología específica empleada para aplicar dicha tinta o composición y orientar dichas partículas de pigmento en la tinta o composición de recubrimiento aplicada, y a los métodos para curar dicha composición que comprende dichas partículas hasta un estado curado con el fin de fijar las partículas magnéticas o magnetizables en sus posiciones y orientaciones adoptadas.

Un proceso general para producir una OEL, donde dicha OEL comprende un motivo fabricado con al menos dos zonas fabricadas a partir de una única capa curada, comprende i) aplicar sobre el sustrato una tinta curable por UV o una composición de recubrimiento que comprende partículas magnéticas o magnetizables con el fin de formar una capa de recubrimiento, estando dicha capa de recubrimiento en un primer estado; ii) exponer la capa de recubrimiento al campo magnético de un dispositivo de generación de campo magnético, orientando de este modo las partículas de pigmento, iii) curar una o más primeras zonas de la capa de recubrimiento hasta un segundo estado con el fin de fijar las partículas magnéticas o magnetizables en sus posiciones y orientaciones adoptadas, realizándose dicho curado irradiando selectivamente la capa de recubrimiento con una fuente de radiación; iv) exponer la capa de recubrimiento al campo magnético de un dispositivo de generación de campo magnético, orientando de este modo las partículas magnéticas o magnetizables que están comprendidas en la capa de recubrimiento aún después del primer estado debido al curado selectivo de la etapa iii) y v) curar la capa de recubrimiento con el fin de fijar las partículas magnéticas o magnetizables en sus nuevas posiciones y orientaciones adoptadas.

Un método para producir una OEL, donde dicha OEL comprende un motivo fabricado con al menos dos zonas fabricadas a partir de una única capa curada, se divulga el uso de una fotomáscara fija que incluye uno o más huecos correspondientes a un patrón a formar como parte de una imagen en la capa de recubrimiento que lleva el sustrato fijo, por ejemplo, en el documento de Estados Unidos 2011/221431. El documento US 2011/221431 divulga un método en donde una fotomáscara fija comprende una o más aberturas correspondientes a un patrón a formar como parte de una imagen. La capa de recubrimiento orientada magnéticamente se irradia por una fuente de UV a través de dicha fotomáscara, para lograr un curado selectivo debajo de las aberturas de la fotomáscara. Sin embargo, los procesos divulgados pueden dar como

resultado la creación potencial de efectos de sombra en la capa de recubrimiento debido a las limitaciones de que a) la fotomáscara puede no tocar la capa de tinta aún no curada, pero debe disponerse a una cierta distancia de la misma, y que b) la fuente de UV es necesariamente una fuente de luz extendida. Esto da como resultado una imagen de baja resolución y requiere una operación a bajas velocidades de impresión debido a la necesidad de mantener en constelación fija al sustrato, la fotomáscara y la fuente de UV durante el tiempo de exposición.

Los métodos para producir una OEL usando una fotomáscara fija, en donde se lleva una capa de recubrimiento mediante un sustrato en movimiento, se divulgan en el documento WO 2017/178651 A1, el documento WO 2016/015973 A1, el documento WO 2002/090002 A2, el documento US 2010/021658. Sin embargo, los procesos divulgados también pueden dar como resultado una producción de efectos de sombra en la capa de recubrimiento y/o una imagen borrosa debido al movimiento del sustrato a velocidades industriales durante la exposición a la irradiación, sin ninguna posibilidad de implementar una información de imagen variable durante la impresión.

También se conocen en la técnica unos métodos para producir una OEL usando una fotomáscara en movimiento y un sustrato en movimiento, por ejemplo, en el documento WO 2016/193252 A1, el documento WO 2016/083259 A1, el documento EP 3 178 569 A1, el documento EP 1 407 897 A1. Sin embargo, los procesos divulgados también pueden dar como resultado la producción de efectos de sombra en la capa de recubrimiento que dan como resultado una formación de imágenes de baja resolución.

Por ejemplo, el documento WO 2016/015973 divulga un proceso para producir una OEL que comprende un motivo fabricado con al menos dos zonas fabricadas a partir de una única capa de recubrimiento endurecida en un sustrato. El proceso implica una etapa de exponer la capa de recubrimiento que comprende una pluralidad de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables a un dispositivo de generación de campo magnético y endurecer de manera simultánea o parcialmente de manera simultánea la capa de recubrimiento hasta un segundo estado con el fin de fijar las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en sus posiciones y orientaciones adoptadas, realizándose dicho endurecimiento se realiza a través del sustrato mediante irradiación con una fuente de radiación UV-Vis localizada en el lado del sustrato, siendo dicho sustrato transparente a una o más longitudes de onda actínicas emitidas por la fuente de irradiación. En una realización, la fuente de irradiación está equipada con una fotomáscara de tal manera que una o más zonas del sustrato que llevan la capa de recubrimiento no estén expuestas a la radiación UV-Vis. Sin embargo, los procesos divulgados también pueden dar como resultado la producción de efectos de sombra y borrosidad en la capa de recubrimiento como resultado de zonas parcialmente expuestas que surgen de la geometría óptica del sistema.

El documento WO 02/090002 A2 divulga un método para producir imágenes en artículos recubiertos. El método comprende las etapas de i) aplicar una capa de recubrimiento de pigmento magnetizable en forma líquida sobre un sustrato, conteniendo el recubrimiento de pigmento magnetizable una pluralidad de partículas o escamas magnéticas no esféricas, ii) exponer el recubrimiento a un campo magnético y iii) solidificar el recubrimiento mediante exposición a radiación electromagnética. Durante la etapa de solidificación, puede colocarse una fotomáscara externa con huecos entre el recubrimiento de pigmento y la fuente de radiación electromagnética. La fotomáscara divulgada en el documento WO 02/090002 A2, permite solidificar solo las regiones del recubrimiento que se orientan hacia los huecos de la fotomáscara, permitiendo de este modo que la orientación de las escamas se fije/congele solo en esas regiones. Las escamas dispersas en las partes no expuestas del recubrimiento de pigmento pueden reorientarse, en una etapa posterior, usando un segundo campo magnético. El patrón formado por la solidificación selectiva con la ayuda de una fotomáscara permite una imagen de mayor resolución que la que puede obtenerse usando campos magnéticos modelados o de patrones que no pueden lograrse con campos magnéticos simples. En este proceso, es obligatorio mantener las posiciones relativas del sustrato recubierto, la fotomáscara y la fuente de irradiación en una misma configuración durante la etapa de solidificación. Como consecuencia, el sustrato recubierto no puede moverse en un movimiento de traslación continuo frente a la fotomáscara fija y la fuente de radiación electromagnética.

Se conoce en la técnica de curar una composición de recubrimiento o tinta con la ayuda de una fuente de radiación UV, que las características y la construcción de la fuente de radiación UV y las condiciones precisas de exposición del recubrimiento o composición de tinta a la fuente de radiación UV son cruciales para obtener una imagen de alta resolución y un curado rápido de la composición.

El documento US 2012/0162344 divulga un sistema y un método para el curado selectivo de un recubrimiento de escamas magnéticas con la ayuda de un haz láser de escaneo que escanea a través de un sustrato recubierto en movimiento. El curado selectivo se realiza en un campo magnético permitiendo de este modo que se formen imágenes de escamas alineadas magnéticamente y se fijen en orientación y posición en las regiones seleccionadas del recubrimiento. Por lo tanto, las imágenes tienen regiones de escamas alineadas curadas y regiones que aún no están curadas y que pueden reorientarse usando un segundo campo magnético y curarse con la ayuda de una segunda irradiación. El haz láser de escaneo se mueve a una

pluralidad de posiciones a través de la trayectoria del sustrato en movimiento para curar el recubrimiento de escamas alineadas magnéticamente en las regiones direccionadas.

El documento WO 2017/021504 A1 divulga un uso de una unidad de radiación UV que comprende una matriz de diodos emisores de luz (LED) para el curado UV de una capa de recubrimiento dispuesta sobre un sustrato. La matriz está formada por cadenas de LED, estando cada cadena de LED cubierta por una lente colimadora que produce una imagen ampliada de la fuente de radiación UV en el sustrato para realizar un mayor ancho de trabajo. Por lo tanto, el uso de dicha lente colimadora, al tiempo que permite la reducción del tamaño de la fuente de radiación UV, permite el curado de todo el ancho de una gran banda en movimiento. Sin embargo, esto conduce a una menor densidad de radiación UV que resulta en tiempos de curado más largos.

Un artículo "Printing anisotropic appearance with magnetic flakes" (Thiago Pereira (Thiago Pereira *et al.*, transacciones ACM en gráficas, volumen 36 (4), artículo 123, julio de 2017) divulga el uso de electroimanes y una unidad de procesamiento de luz digital (DLP) con uno de sus LED de color reemplazado por un LED UV de 385 nm de alta potencia para curar selectivamente las escamas de pigmento magnético orientadas magnéticamente en una capa de recubrimiento localizada sobre un sustrato. Dicho LED se alimenta con una corriente de 800 mA. Ya que el campo magnético solo es uniforme en una zona pequeña, también es necesario proyectar una imagen en una zona pequeña, por lo tanto, se usa una lente SLR en reversa para enfocar el proyector sobre el objetivo. Durante un proceso de impresión, cada imagen se proyecta sobre el sustrato durante veinte segundos para curar parcialmente la resina y evitar que las escamas se vuelvan a alinear en los campos magnéticos. Un inconveniente de este proceso es la pérdida de intensidad de la luz en la DLP, lo que conduce a un proceso de curado bastante lento, lo que a su vez no permite ejecutar el proceso a velocidades industriales. Además, la imagen producida por la unidad DLP no puede aplicarse en una superficie curva tal como, por ejemplo, un cilindro de impresión, tampoco permite un sustrato en movimiento.

Como alternativa, la impresión de diodos emisores de luz LED (LED) y las impresoras LED se han desarrollado y se han divulgado, por ejemplo, en el documento US 6.137.518, que divulga un aparato que comprende una matriz de LED (diodos emisores de luz) que tiene un número de LED dispuestos en una matriz y configurados para emitir luz de manera controlada de acuerdo con los datos de la imagen. En las impresoras LED, se expone un tambor fotosensible selectivamente por una matriz de LED direccionables a través de una matriz de lentes, tal como una matriz de lentes SELFOC. El tambor expuesto se usa entonces para imprimir tóner sobre un sustrato, de la misma manera que en una impresora láser. Las matrices de LED usadas en las impresoras LED son de alta densidad (al menos 600 ppp), matrices LED lineales totalmente integradas, con LED direccionables individualmente y electrónica de direccionamiento integrada. Sin embargo, las principales deficiencias de las matrices de impresoras LED en el presente contexto son que i) dependen solo de una radiación de baja intensidad, y ii) la intensidad de emisión de sus emisores individuales es demasiado baja para curar una capa de recubrimiento que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables a una velocidad industrial razonable.

Sigue existiendo la necesidad de procesos mejorados que permitan la producción industrial de capas de efecto óptico (OEL) que comprendan un motivo fabricado con al menos dos zonas fabricadas a partir de una única capa aplicada y curada, en donde dichos procesos usen una fuente de irradiación evitando al mismo tiempo pérdidas innecesarias de densidad de luz que resulten en tiempos de curado más largos y degradando el rendimiento de impresión. Además, los procesos deberían permitir que la producción de OEL con al menos dos zonas mediante irradiación selectiva se defina mediante información variable y personalizable, implementándose dicha información en el momento de la impresión.

SUMARIO DE LA INVENCION

Por consiguiente, un objeto de la presente invención es superar las deficiencias de la técnica anterior tal como se ha expuesto anteriormente.

Un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato (x10) de acuerdo con la presente invención se define en la reivindicación 1.

Las reivindicaciones dependientes se refieren a realizaciones preferidas.

También se describen en el presente documento unas capas de efecto óptico (OEL) producidas por el proceso descrito en el presente documento, así como los usos de dichas capas de efecto óptico para la protección de un documento de seguridad o artículo de seguridad contra falsificación o fraude, así como usos para una aplicación decorativa.

También se describen en el presente documento documentos de seguridad, artículos de seguridad y elementos u objetos decorativos que comprenden una o más capas de efectos ópticos (OEL) descritos en el presente documento.

Un dispositivo para producir una capa de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato (x10) de acuerdo con la presente invención se define en la reivindicación 10.

5 Las reivindicaciones dependientes se refieren a realizaciones preferidas.

El proceso descrito en el presente documento permite la producción de capas de efecto óptico (OEL) fabricadas a partir de una sola capa y que comprenden dos o más zonas fabricadas a partir de una composición de recubrimiento curada por radiación que comprende partículas de pigmento magnetizables o magnéticas no esféricas, en donde dichas dos o más zonas comprenden unas partículas de pigmento magnetizables o magnéticas no esféricas orientadas de acuerdo con un patrón de orientación diferente con alta resolución. Según algunas realizaciones preferidas, la matriz de la fuente de LED de radiación actínica (x41) es una matriz lineal (unidimensional) o una matriz bidimensional, de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descritos en el presente documento para curar selectivamente una o más primeras zonas con mejora en términos de resolución, disipación de calor, velocidad de curado y tamaño del equipo necesario para producir la OEL. Además, no hay partes móviles propensas a degradación o daño mecánico.

La irradiación de la fuente de LED de radiación actínica (x41) se proyecta directamente (es decir, sin la necesidad de fotomáscara) sobre la capa de recubrimiento (x20) proporcionando de este modo un máximo de intensidad de irradiación a la capa de recubrimiento (x20) y soporta una alta velocidad de producción. Esto permite la combinación de dos o más imágenes o patrones de orientación magnética diferentes dentro de una única capa de efecto óptico (OEL) impresa en una única pasada en la máquina de impresión, evitando pasadas de impresión adicionales y las pérdidas de tinta de impresión asociadas con las mismas, así como recursos humanos y tiempo de las máquinas. Debido a los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (x41) descrita en el presente documento, el curado selectivo así obtenido permite transferir selectivamente información variable a la capa de efecto óptico, permitiendo la individualización o serialización.

30 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Las figuras 1A-D ilustran esquemáticamente un sustrato (110) que lleva una capa de recubrimiento (120) que está expuesta a la irradiación de una fuente de LED de radiación actínica (x11), en donde dicha fuente (141) comprende una matriz lineal (unidimensional, 1D) de emisores de radiación actínica direccionables individualmente.

Las figuras 2A-E ilustran esquemáticamente un sustrato (x20) que lleva una capa de recubrimiento (220) que está expuesta a la irradiación de una fuente de LED de radiación actínica (241), en donde dicha fuente (241) comprende una matriz bidimensional (2D) de emisores de radiación actínica direccionables individualmente.

La figura 3 ilustra esquemáticamente una realización en donde el curado selectivo de la capa de recubrimiento (320) con la fuente de LED de radiación actínica (341) que comprende la matriz de emisores de radiación actínica direccionables individualmente se realiza por medio de un medio de proyección (350).

Las figuras 4A1-2 a las figuras 6A1-A2 ilustran esquemáticamente los procesos para producir las capas de efecto óptico (OEL) que se describen en el presente documento, comprendiendo dicho proceso las etapas de a) aplicar sobre el sustrato (x10) (los sustratos con una estrella a su derecha corresponden a sustratos en movimiento) la composición de recubrimiento curable por radiación que comprende las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en el presente documento; b) que consiste en una etapa b1) de exponer la capa de recubrimiento (x20) al campo magnético del primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) descrito en el presente documento una etapa b2) de curar al menos parcialmente dicha una o más primeras zonas de la capa de recubrimiento (x20) mediante irradiación con la fuente de LED de radiación actínica (x41) descrita en el presente documento; y c) curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas de la capa de recubrimiento (x20) con el fin de fijar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en sus posiciones y orientaciones adoptadas.

Las figuras 7A1-2 a las figuras 12A1-A2 ilustran esquemáticamente los procesos para producir las capas de efecto óptico (OEL) que se describen en el presente documento, comprendiendo dicho proceso las etapas de a) aplicar sobre el sustrato (x10) (los sustratos con una estrella a su derecha corresponden a sustratos en movimiento) la composición de recubrimiento curable por radiación que comprende las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en el presente documento; b) que consiste en una etapa b1) de exponer la capa de recubrimiento (x20) al campo magnético del primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) descrito en el presente documento una etapa b2) de curar al menos parcialmente dicha una o más primeras zonas de la capa de recubrimiento (x20) mediante irradiación con la fuente de LED de

radiación actínica (x41) descrita en el presente documento; y c) que consiste en una etapa c1) de exponer la capa de recubrimiento (x20) al campo magnético del primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) o del segundo dispositivo de generación de campo magnético (x32) y c2) curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas de la capa de recubrimiento (x20) con el fin de fijar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en sus posiciones y orientaciones adoptadas.

La figura 7A3 a la figura 12A3 ilustran esquemáticamente los procesos para producir las capas de efecto óptico (OEL) que se describen en el presente documento, comprendiendo dicho proceso las etapas de a) aplicar sobre el sustrato (x10) (los sustratos con una estrella a su derecha corresponden a sustratos en movimiento) la composición de recubrimiento curable por radiación que comprende las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en el presente documento; b) que consiste en una etapa b1) de exponer la capa de recubrimiento (x20) al campo magnético del primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) descrito en el presente documento una etapa b2) de curar al menos parcialmente dicha una o más primeras zonas de la capa de recubrimiento (x20) mediante irradiación con la fuente de LED de radiación actínica (x41) descrita en el presente documento; c) que consiste en una etapa c1) de exponer la capa de recubrimiento (x20) al campo magnético del primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) o del segundo dispositivo de generación de campo magnético (x32) y c2) curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas de la capa de recubrimiento (x20) con el fin de fijar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en sus posiciones y orientaciones adoptadas; y opcionalmente como la etapa d) que consiste en una etapa d1) de exponer la capa de recubrimiento (x20) al campo magnético de un ⁿésimo dispositivo de generación de campo magnético (x33) o a una ⁿésima región del primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) y d2) de curar al menos parcialmente dicha una o más ⁿésimas zonas de la capa de recubrimiento (x20) con el fin de fijar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en sus posiciones y orientaciones adoptadas.

La figura 13 representa esquemáticamente cómo el chip lógico de accionamiento puede conectarse a una matriz lineal de 16 LED UV mediante la tecnología de chip a bordo.

La figura 14 ilustra esquemáticamente y representa esquemáticamente una primera (figura 14a)) y una segunda (figura 14b)) disposición opcional del chip lógico de accionamiento/LED UV combinados de la figura 13 para construir una matriz lineal de 128 píxeles.

La figura 15 representa esquemáticamente una forma opcional de direccionar los chips lógicos de activación mediante un flujo de datos en serie.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Definiciones

Las siguientes definiciones han de usarse para interpretar el significado de los términos expuestos en la descripción y mencionados en las reivindicaciones.

Como se usa en el presente documento, el artículo indefinido "un/una" indica uno, así como más de uno, y no necesariamente limita su nombre al singular.

Como se usa en el presente documento, el término "aproximadamente" significa que la cantidad o valor en cuestión puede ser el valor específico designado o algún otro valor en su proximidad. En general, el término "aproximadamente" indicando un cierto valor se pretende que indique un intervalo dentro de $\pm 5\%$ del valor. Como ejemplo, la expresión "aproximadamente 100" indica un intervalo de 100 ± 5 , es decir el intervalo desde 95 a 105. En general, cuando se usa el término "aproximadamente", puede esperarse que puedan obtenerse resultados o efectos similares de acuerdo con la invención dentro de un intervalo de $\pm 5\%$ del valor indicado.

El término "sustancialmente ortogonal" se refiere a desviarse no más de 10° de la alineación perpendicular/ortogonal.

Como se usa en el presente documento, el término "y/o" significa que pueden estar presentes o bien todos o bien solamente uno de los elementos de dicho grupo. Por ejemplo, "A y/o B" debe significar "solo A, o solo B, o tanto A como B". En el caso de "solamente A", el término también cubre la posibilidad de que B esté ausente, es decir "solamente A, pero no B".

El término "comprendiendo" tal como se usa en el presente documento se pretende que sea no exclusivo y de final abierto. Por lo tanto, por ejemplo, una composición que comprende un compuesto A puede incluir otros compuestos además de A. Sin embargo, el término "comprendiendo" también cubre, como una realización específica del mismo, los significados más restrictivos de "consistiendo esencialmente en" y "consistiendo en", de tal manera que, por ejemplo, "una composición que comprende A, B y opcionalmente C"

puede consistir también (esencialmente) en A y en B o (esencialmente) consistir en A, B y C.

El término "composición de recubrimiento" se refiere a cualquier composición que sea capaz de formar una capa de efecto óptico (OEL) de la presente invención sobre un sustrato sólido y que pueda aplicarse preferentemente, pero no exclusivamente, mediante un método de impresión. La composición de recubrimiento comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables y un aglutinante.

El término "capa de efecto óptico (OEL)" como se usa en el presente documento indica una capa que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables y un aglutinante, en donde la orientación de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables se fija o congela (fijada/congelada) dentro del aglutinante.

El término "curado" se usa para indicar un proceso en donde la viscosidad de una composición de recubrimiento aumenta para convertirla en un estado, es decir, un estado endurecido o sólido, donde las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables están fijas/congeladas en sus posiciones y orientaciones actuales y ya no pueden moverse ni rotar.

Donde la presente descripción se refiere a realizaciones/características "preferidas", las combinaciones de estas realizaciones/características "preferidas" también deberán considerarse como divulgadas siempre que esta combinación de realizaciones/características "preferidas" tenga significado técnicamente.

Como se usa en el presente documento, la expresión "al menos" significa que se define uno o más de uno, por ejemplo, uno o dos o tres.

La expresión "documento de seguridad" hace referencia a un documento que se protege normalmente contra las imitaciones o el fraude mediante al menos una característica de seguridad. Ejemplos de documentos de seguridad incluyen, sin limitación, documentos de valor y productos comerciales de valor.

El término "característica de seguridad" se usa para indicar una imagen, patrón o elemento gráfico que puede usarse para finalidades de autenticación.

La presente invención proporciona procesos para producir capas de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato (x10), en donde dichas OEL comprenden un motivo fabricado con al menos dos zonas fabricadas a partir de una única capa aplicada y curada y en donde dichas al menos dos zonas tienen un patrón de orientación diferente de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables. En una primera realización, dicho patrón de orientación diferente se obtiene mediante una desorientación al menos parcial de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables después de la etapa b2) descrita en el presente documento, en donde dicha al menos desorientación parcial se produce en dicha una o más segundas zonas de la capa de recubrimiento (x20) que no fueron expuestas a irradiación durante la etapa b1) descrita en el presente documento. En una segunda realización, dicho patrón de orientación diferente se obtiene mediante una etapa adicional de exponer la capa de recubrimiento (x20) al campo magnético del primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) o del segundo dispositivo de generación de campo magnético (x32) descrito en el presente documento durante la etapa c1). La presente invención también proporciona OEL obtenidas de dichos procesos. Las al menos dos zonas del motivo pueden ser adyacentes, estar separadas o entrelazadas, preferentemente, las al menos dos zonas del motivo son adyacentes o entrelazadas. Las al menos dos zonas pueden ser continuas o discontinuas.

Los procesos para producir las capas de efecto óptico (OEL) descritos en el presente documento comprenden una etapa de a) aplicar, preferentemente mediante un proceso de impresión tales como los descritos en el presente documento, sobre el sustrato (x10) la composición de recubrimiento curable por radiación que comprende partículas magnéticas o magnetizables no esféricas tales como las descritas en el presente documento con el fin de formar la capa de recubrimiento (x20), una etapa b) que comprende una etapa b1) exponer la capa de recubrimiento (x20) al campo magnético de un primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) orientando de este modo al menos una parte de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas y, parcialmente de manera simultánea con o posteriormente a, preferentemente parcialmente de manera simultánea con, dicha etapa b1), una etapa b2) curar al menos parcialmente una o más primeras zonas de la capa de recubrimiento (x20), realizándose dicho curado mediante irradiación con la fuente de LED de radiación actínica (x41), preferentemente una fuente de radiación UV-Vis LED actínica (x41), descrita en el presente documento para curar al menos parcialmente dicha una o más primeras zonas de la capa de recubrimiento (x20) de tal manera que una o más segundas zonas de la capa de recubrimiento (x20) no estén expuestas a irradiación. Al usar la fuente de LED de radiación actínica (x41), preferentemente la fuente de radiación UV-Vis LED actínica (x41), descrita en el presente documento, la capa de recubrimiento (x20) se irradia en una o más posiciones específicas y seleccionadas de la capa de recubrimiento (x20) con el fin de formar dicha una o más primeras zonas de la capa de recubrimiento (x20). Después de haber curado al menos parcialmente dicha una o más primeras zonas de la capa de recubrimiento (x20), el proceso descrito en el presente documento comprende además una etapa c) de curar

al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas de la capa de recubrimiento (x20) con el fin de fijar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en sus posiciones y orientaciones adoptadas en dicha una o más segundas zonas; realizándose el curado mediante una fuente de radiación. La etapa c) descrita en el presente documento consiste en una etapa c1) de exponer la capa de recubrimiento (x20) al campo magnético de una segunda región del primer dispositivo de generación de campo magnético (x31), teniendo dicha segunda región un patrón diferente de líneas de campo magnético que la región del primer dispositivo de generación de campo magnético usado durante la etapa b1), o del segundo dispositivo de generación de campo magnético (x32) descrito en el presente documento, orientando de este modo al menos una parte de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas; y parcialmente de manera simultánea con o posteriormente a, preferentemente parcialmente de manera simultánea con, dicha etapa c1), y una etapa c2) de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas de la capa de recubrimiento (x20), realizándose dicho curado mediante la fuente de radiación descrita en el presente documento. Por "parcialmente de manera simultánea", se quiere indicar que ambas etapas se realizan parcialmente de manera simultánea, es decir, los tiempos de realización de cada una de las etapas se solapan parcialmente. En el contexto descrito en el presente documento, cuando el curado b2)/c2) se realiza parcialmente de manera simultánea con la etapa de orientación b1)/c1), debe entenderse que el curado se vuelve efectivo después de la orientación de tal manera que las partículas de pigmento se orientan antes del curado completo o parcial de dicha una o más zonas primera/segunda de la capa de recubrimiento (x20).

La capa única aplicada y curada descrita en el presente documento se obtiene aplicando sobre el sustrato (x10) descrito en el presente documento la composición de recubrimiento curable por radiación con el fin de formar una capa de recubrimiento (x20) (etapa a)), estando dicha capa de recubrimiento en un primer estado y curando al menos parcialmente (etapas b2) y c2)) dicha composición de recubrimiento curable por radiación con la fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprende la matriz de emisores de radiación actínica direccionables individualmente durante dicha etapa b2) y con la fuente de radiación durante la etapa c2), en donde dicha fuente de radiación es una fuente de LED de radiación actínica que comprende la matriz de emisores de radiación actínica direccionables individualmente tales como los descritos en el presente documento. Otras fuentes de radiación convencional son no direccionable (x60) tal como, por ejemplo, unas lámparas de arco de carbono no direccionables, unas lámparas de arco de xenón, lámparas de mercurio de media, alta y baja presión, dopadas, en su caso, con halógenos metálicos (lámparas de halógenos metálicos), lámparas de vapor de metal excitadas por microondas, lámparas excimer, tubos fluorescentes superactínidos, lámparas fluorescentes, lámparas incandescentes de argón, lámparas de destello, proyectores fotográficos y diodos emisores de luz. Una o más primeras zonas de la capa de recubrimiento se curan hasta un segundo estado con el fin de fijar/congelar las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas en sus posiciones y orientaciones adoptadas. Los estados primero y segundo descritos en el presente documento pueden proporcionarse usando un material aglutinante que muestre un aumento suficiente de la viscosidad en reacción a una exposición a la irradiación. Es decir, cuando la capa de recubrimiento está curada al menos parcialmente, dicha capa se convierte en el segundo estado, es decir, un estado altamente viscoso, endurecido o sólido, donde las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas están sustancialmente fijadas/congeladas en sus posiciones y orientaciones actuales y ya no pueden moverse ni rotar apreciablemente dentro de la capa. La composición de recubrimiento curable por radiación debe, por lo tanto, tener notablemente un primer estado, es decir un estado líquido o pastoso, en donde la composición de recubrimiento curable por radiación está suficientemente húmeda o blanda, de tal manera que las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas dispersas en la composición de recubrimiento curable por radiación se muevan, roten y/u orienten libremente tras la exposición al campo magnético, y un segundo estado curado (por ejemplo, sólido), en donde las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas se fijen o congelen en sus posiciones y orientaciones respectivas.

El proceso descrito en el presente documento comprende una etapa a) de aplicar sobre la superficie del sustrato (x10) descrita en el presente documento la composición de recubrimiento curable por radiación descrita en el presente documento con el fin de formar una capa de recubrimiento (x20), estando dicha composición de recubrimiento en un primer estado físico que permite su aplicación como una capa y que está en un estado aún no curado/endurecido (es decir, húmedo) en donde las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas pueden moverse y rotar dentro del material aglutinante. Ya que la composición de recubrimiento curable por radiación descrita en el presente documento debe proporcionarse sobre una superficie de sustrato (x10), la composición de recubrimiento curable por radiación comprende al menos un material aglutinante como los descritos en el presente documento y las partículas de pigmento magnetizables o magnéticas no esféricas, en donde dicha composición de recubrimiento curable por radiación está en una forma que permite su procesamiento en el equipo de impresión o recubrimiento deseado. Preferentemente, la etapa que consiste en aplicar sobre el sustrato (x10) descrito en el presente documento la composición de recubrimiento curable por radiación descrita en el presente documento se lleva a cabo mediante un proceso de impresión seleccionado preferentemente del grupo que consiste en serigrafía, huecograbado y flexografía.

Posteriormente a, parcialmente de manera simultánea con o simultáneamente con, preferentemente posteriormente a, la aplicación de la composición de recubrimiento curable por radiación descrita en el presente documento sobre la superficie del sustrato descrita en el presente documento (etapa a)), al menos

una parte de las partículas de pigmento magnetizables o magnéticas no esféricas se orienta (etapa b1)) exponiendo la composición de recubrimiento curable por radiación al campo magnético del primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) descrito en el presente documento, con el fin de alinear las partículas de pigmento magnetizables o magnéticas no esféricas a lo largo de las líneas de campo magnético generadas por el dispositivo de generación de campo magnético (x31). Posteriormente o parcialmente de manera simultánea con, preferentemente parcialmente de manera simultánea con, la etapa de orientar/alinear (etapa b1)) las partículas de pigmento magnetizables o magnéticas no esféricas aplicando el campo magnético descrito en el presente documento, se fija o congela la orientación de al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas (etapa b2)). Posteriormente al curado al menos parcial de dicha una o más primeras zonas de la capa de recubrimiento (x20) (etapa b2)), al menos una parte de las partículas de pigmento magnetizables o magnéticas no esféricas de una o más segundas zonas aún no curadas al menos parcialmente se orienta (etapa c1)) exponiendo la capa de recubrimiento (x20) al campo magnético del primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) o el segundo dispositivo de generación de campo magnético (x32) descrito en el presente documento, con el fin de alinear las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas a lo largo de las líneas de campo magnético generadas por dicho dispositivo de generación de campo magnético (x31, x32) (etapa c1)), en donde el patrón de líneas de campo magnético del primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) o el segundo dispositivo de generación de campo magnético (x32) es diferente del primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) durante la primera etapa de orientación (etapa b1)). Posteriormente o parcialmente de manera simultánea con, preferentemente parcialmente de manera simultánea con, dicha segunda etapa de orientación (etapa c1)), se curan al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas de la capa de recubrimiento (x20) (etapa c2)).

Siempre que la fuente de LED de radiación actínica (x41) usada durante la etapa c) o durante la etapa c2) cuando se lleva a cabo una etapa c1) como se ha descrito en el presente documento, no cura al menos parcialmente toda la superficie de la capa de recubrimiento (x20) de tal manera que uno o más $n^{\text{ésimas}}$ (tercera, cuarta, etc.) zonas de la capa de recubrimiento (x20) no están expuestas a irradiación y no están curadas al menos parcialmente, el proceso descrito en el presente documento puede comprender además n etapas de d1) exponer la capa de recubrimiento (x20) al campo magnético de un $n^{\text{ésimo}}$ (tercero, cuarto, etc.) dispositivo de generación de campo magnético (x33) o a una $n^{\text{ésima}}$ (tercera, cuarta, etc.) región del primer dispositivo de generación de campo magnético (x31). Posteriormente o parcialmente de manera simultánea con, preferentemente parcialmente de manera simultánea con, dicha $n^{\text{ésima}}$ etapa de orientación (etapa d1)), a una o más $n^{\text{ésimas}}$ zonas de la capa de recubrimiento (x20) se curan al menos parcialmente (etapa d2). El proceso descrito en el presente documento puede comprender además una o más etapas adicionales d), dichas una o más etapas adicionales d) incluyen las etapas d1) y d2) y se llevan a cabo después de la etapa c), en donde la etapa d1) incluye exponer la capa de recubrimiento (x20) al campo magnético de un dispositivo de generación de campo magnético orientando de este modo al menos una parte de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas, y en donde el dispositivo de generación de campo magnético puede ser el mismo dispositivo de generación de campo magnético que el usado durante la etapa b1) y/o c1) pero en una región diferente, teniendo dicha región diferente un patrón diferente de líneas de campo magnético que el patrón de líneas de campo magnético de la primera región del dispositivo de generación de campo magnético (x31) o puede ser un dispositivo de generación de campo magnético diferente.

El proceso descrito en el presente documento puede comprender además una o más etapas adicionales b-bis), incluyendo dichas una o más etapas adicionales b-bis) las etapas b1-bis) y b2-bis) y que se llevan a cabo después de la etapa b), en donde la etapa b1-bis) incluye exponer la capa de recubrimiento (x20) al campo magnético de un dispositivo de generación de campo magnético orientando de este modo al menos una parte de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas, y en donde el dispositivo de generación de campo magnético puede ser el mismo dispositivo de generación de campo magnético que el usado durante la etapa b1) pero en una región diferente, teniendo dicha región diferente un patrón diferente de líneas de campo magnético que el patrón de líneas de campo magnético de la primera región del dispositivo de generación de campo magnético (x31) o puede ser un dispositivo de generación de campo magnético diferente.

Se usa el curado por radiación, preferentemente una radiación de luz UV-Vis, ya que estas tecnologías conducen ventajosamente a procesos de curado muy rápidos y por lo tanto disminuyen drásticamente el tiempo de preparación de cualquier artículo que comprenda la OEL descrita en el presente documento. Además, el curado por radiación, preferentemente una radiación de luz UV-Vis, tiene la ventaja de producir un aumento casi instantáneo en la viscosidad de la composición de recubrimiento curable por radiación descrita en el presente documento después de la exposición a la irradiación, minimizando de este modo cualquier movimiento adicional de las partículas. En consecuencia, puede evitarse esencialmente cualquier pérdida de orientación después de las etapas de orientación magnética. Por consiguiente, se prefieren especialmente las composiciones de recubrimiento curables por radiación seleccionadas del grupo que consiste en composiciones de recubrimiento curables por radiación UV-visible. Preferentemente, la etapa de curado al menos parcialmente b2) y/o la etapa de curado al menos parcialmente c2) se llevan a cabo independientemente mediante irradiación con luz UV-visible (es decir, curado por radiación de luz UV-Vis)

Por lo tanto, las composiciones de recubrimiento adecuadas para la presente invención incluyen composiciones curables por radiación que pueden curarse mediante radiación de luz UV-visible (en lo sucesivo denominada curable por UV-Vis). De acuerdo con una realización especialmente preferida de la presente invención, la composición de recubrimiento curable por radiación descrita en el presente documento es una composición de recubrimiento curable por UV-Vis. Especialmente preferido es el curado por radiación mediante fotopolimerización, bajo la influencia de irradiación actínica que tiene un componente de longitud de onda en la parte azul o UV del espectro electromagnético (normalmente de 200 nm a 650 nm; más preferentemente de 300 nm a 450 nm, incluso más preferentemente de 350 nm a 420 nm). El curado UV-Vis permite de manera ventajosa procesos de curado muy rápidos y, por lo tanto, reduce drásticamente el tiempo de preparación de la OEL descrita en el presente documento, documentos y artículos y documentos que comprenden dicha OEL.

Preferentemente, la composición de recubrimiento curable por radiación descrita en el presente documento comprende uno o más compuestos seleccionados del grupo que consiste en compuestos curables por radicales y compuestos curables catiónicamente. La composición de recubrimiento curable por UV-Vis descrita en el presente documento puede ser un sistema híbrido y comprender una mezcla de uno o más compuestos curables catiónicamente y uno o más compuestos curables por radicales. Los compuestos curables catiónicamente se curan mediante mecanismos catiónicos que incluyen normalmente la activación por radiación de uno o más fotoiniciadores que liberan especies catiónicas, tales como ácidos, que a su vez inician el curado con el fin de reaccionar y/o reticular los monómeros y/u oligómeros para endurecer de este modo la composición de recubrimiento. Los compuestos curables por radicales se curan mediante mecanismos de radical libre que incluyen habitualmente la activación por radiación de uno o más fotoiniciadores, generando de este modo radicales que a su vez inician la polimerización con el fin de endurecer la composición de recubrimiento. En función de los monómeros, oligómeros o prepolímeros usados para preparar el aglutinante comprendido en las composiciones de recubrimiento curables por UV-Vis descritas en el presente documento, podrían usarse diferentes fotoiniciadores. Los expertos en la materia conocen ejemplos adecuados de fotoiniciadores radicales libres e incluyen, sin limitación, acetofenonas, benzofenonas, benzil dimetil cetales, alfa-aminocetonas, alfa-hidroxicetonas, óxidos de fosfina y derivados del óxido de fosfina, así como mezclas de dos o más de las mismas. Los expertos en la materia conocen ejemplos adecuados de fotoiniciadores catiónicos e incluyen, sin limitación, sales de onio tales como sales orgánicas de yodonio (por ejemplo, sales de diaril yodonio), oxonio (por ejemplo, sales de triarilo oxonio) y sales de sulfonio (por ejemplo, sales de triarilo sulfonio), así como mezclas de dos o más de las mismas. En los libros de texto convencionales pueden encontrarse otros ejemplos de fotoiniciadores útiles. Puede ser también ventajoso incluir un sensibilizador junto con dicho uno o más fotoiniciadores con el fin de conseguir un curado eficiente. Ejemplos normales de fotosensibilizadores incluyen, sin limitación, isopropil-tioxantona (ITX), 1-cloro-2-propoxi-tioxantona (CPTX), 2-cloro-tioxantona (CTX) y 2,4-dietil-tioxantona (DETX) y mezclas de dos o más de los mismos. Dicho uno o más fotoiniciadores comprendidos en las composiciones de recubrimiento curables por UV-Vis están presentes preferentemente en una cantidad total de aproximadamente 0,1 % en peso a aproximadamente 20 % en peso, más preferentemente de aproximadamente 1 % en peso a aproximadamente 15 % en peso, basándose los porcentajes en peso en el peso total de las composiciones de recubrimiento curables por UV-Vis.

La composición de recubrimiento curable por radiación descrita en el presente documento, preferentemente las composiciones de recubrimiento curables por UV-Vis descritas en el presente documento, así como la capa de recubrimiento (x20) descrita en el presente documento comprenden partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas. Preferentemente, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables descritas en el presente documento están presentes en una cantidad de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 40 % en peso, más preferentemente de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 30 % en peso, basándose los porcentajes en peso en el peso total de la composición de recubrimiento curable por radiación. Las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas son preferiblemente partículas en forma de elipsoide alargadas u oblatas, en forma de plaqueta o en forma de aguja o una mezcla de dos o más de las mismas y más preferentemente partículas en forma de plaqueta.

Las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en el presente documento tienen, debido a su forma no esférica, reflectividad no isotrópica con respecto a la radiación electromagnética incidente para la que el material aglutinante endurecido/curado es al menos parcialmente transparente. Como se usa en el presente documento, la expresión "reflectividad no isotrópica" indica que la proporción de radiación incidente desde un primer ángulo que se refleja por una partícula en una cierta dirección (visión) (un segundo ángulo) es función de la orientación de las partículas, es decir, que un cambio de orientación de la partícula con respecto al primer ángulo puede conducir a una magnitud diferente de la reflexión hacia la dirección de visión.

En las OEL descritas en el presente documento, las partículas de pigmento magnetizables o magnéticas no esféricas descritas en el presente documento se dispersan en la capa de recubrimiento (x20) que comprende un material aglutinante al menos parcialmente curado que fija la orientación de las partículas de pigmento magnetizables o magnéticas no esféricas. El material aglutinante está al menos en su estado curado o sólido

(también denominado segundo estado en el presente documento), al menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética de un intervalo de longitudes de onda comprendidas entre 200 nm y 2500 nm, es decir, dentro del intervalo de longitud de onda que normalmente se denomina "espectro óptico" y que comprende partes de infrarrojos, visibles y ultravioleta del espectro electromagnético. Por consiguiente, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas contenidas en el material aglutinante en su estado endurecido o sólido y su reflectividad dependiente de la orientación pueden percibirse a través del material aglutinante en algunas longitudes de onda dentro de este intervalo. Preferentemente, el material aglutinante curado es al menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética de un intervalo de longitudes de onda comprendidas entre 200 nm y 800 nm, más preferentemente comprendidas entre 400 nm y 700 nm. En este caso, el término "transparente" indica que la transmisión de la radiación electromagnética a través de una capa de 20 µm del material aglutinante curado tal como está presente en la OEL (sin incluir las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaqueta, sino todos los otros componentes opcionales de la OEL en el caso de que dichos componentes estén presentes) sea al menos el 50 %, más preferentemente al menos el 60 %, incluso más preferentemente al menos el 70 %, de la o las longitudes de onda consideradas. Esto puede determinarse, por ejemplo, midiendo la transmitancia de una pieza de prueba del material aglutinante endurecido (sin incluir las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaqueta) de acuerdo con métodos de prueba bien establecidos, por ejemplo, DIN 5036-3 (1979-11). Si la OEL sirve como una característica de seguridad legible por máquina, entonces normalmente serán necesarios medios técnicos para detectar el efecto óptico (completo) generado por la OEL bajo las condiciones de iluminación respectivas que comprenden la longitud de onda no visible seleccionada; necesitando dicha detección que la longitud de onda de la radiación incidente se seleccione fuera del intervalo visible, por ejemplo, en el intervalo del UV cercano.

Ejemplos adecuados de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en el presente documento incluyen sin limitación partículas de pigmento que comprenden un metal magnético seleccionado de entre el grupo que consiste en cobalto (Co), hierro (Fe), gadolinio (Gd) y níquel (Ni); aleaciones magnéticas de hierro, manganeso, cobalto, níquel y mezclas de dos o más de los mismos; los óxidos magnéticos de cromo, manganeso, cobalto, hierro, níquel y mezclas de dos o más de los mismos; y mezclas de dos o más de los mismos. El término "magnético" haciendo referencia a los metales, aleaciones y óxidos se dirige a metales ferromagnéticos o ferrimagnéticos, aleaciones y óxidos. Los óxidos magnéticos de cromo, manganeso, cobalto, hierro, níquel o una mezcla de dos o más de los mismos pueden ser óxidos puros o mezclados. Los ejemplos de óxidos magnéticos incluyen sin limitación óxidos de hierro tales como hematita (Fe_2O_3), magnetita (Fe_3O_4), dióxido de cromo (CrO_2), ferritas magnéticas (MFe_2O_4), espinelas magnéticas (MR_2O_4), hexaferritas magnéticas ($\text{MFe}_{12}\text{O}_{19}$), ortoferritas magnéticas (RFeO_3), granates magnéticos $\text{M}_3\text{R}_2(\text{AO}_4)_3$, en donde M indica metal bivalente, R indica metal trivalente y A indica metal tetravalente.

Ejemplos de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en el presente documento incluyen sin limitación partículas de pigmento que comprenden una capa magnética M fabricada con uno o más metales magnéticos tales como cobalto (Co), hierro (Fe), gadolinio (Gd) o níquel (Ni); y una aleación magnética de hierro, cobalto o níquel, en donde dichas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaqueta pueden ser estructuras multicapa que comprenden una o más capas adicionales. Preferentemente, dicha una o más capas adicionales son capas A fabricadas independientemente de uno o más materiales seleccionados de entre el grupo que consiste en fluoruros metálicos tales como fluoruro de magnesio (MgF_2), óxido de silicio (SiO), dióxido de silicio (SiO_2), óxido de titanio (TiO_2), sulfuro de cinc (ZnS) y óxido de aluminio (Al_2O_3), más preferentemente dióxido de silicio (SiO_2); o capas B fabricadas independientemente de uno o más materiales seleccionados de entre el grupo que consiste en metales y aleaciones metálicas, preferentemente seleccionados de entre el grupo que consiste en metales reflectores y aleaciones metálicas reflectoras y más preferentemente seleccionadas entre el grupo que consiste en aluminio (Al), cromo (Cr) y níquel (Ni) y aún más preferentemente aluminio (Al); o una combinación de una o más capas A tal como las descritas anteriormente y una o más capas B tal como las descritas anteriormente. Los ejemplos típicos de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaqueta que son de estructuras multicapa descritas anteriormente incluyen sin limitación estructuras multicapa A/M, estructuras multicapa A/M/A, estructuras multicapa A/M/B, estructuras multicapa A/B/M/A, estructuras multicapa A/B/M/B, estructuras multicapa A/B/M/B/A, estructuras multicapa B/M, estructuras multicapa B/M/B, estructuras multicapa B/A/M/A, estructuras multicapa B/A/M/B, estructuras multicapa B/A/M/B/A, en donde las capas A, las capas magnéticas M y las capas B se eligen de entre las descritas anteriormente.

Al menos parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en el presente documento pueden estar constituidas por partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables no esféricas y/o partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas que tienen propiedades ópticamente no variables. Preferentemente, al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en el presente documento está constituida por partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas ópticamente variables. Además de la seguridad evidente proporcionada por la propiedad de cambio de color de las partículas de pigmento

magnéticas o magnetizables no esféricas ópticamente variables, lo que permite una fácil detección, reconocimiento y/o discriminación de un artículo o documento de seguridad que lleve una tinta, composición de recubrimiento curable por radiación, recubrimiento o capa que comprenda las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas ópticamente variables descritas en el presente documento frente a sus posibles falsificaciones usando los sentidos humanos sin ayuda, las propiedades ópticas de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaqueta ópticamente variables pueden usarse también como una herramienta legible por máquina para el reconocimiento de la OEL. Por lo tanto, las propiedades ópticas de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables no esféricas pueden usarse simultáneamente como una característica de seguridad óptica encubierta o semienunciada en un proceso de autenticación en donde se analizan las propiedades ópticas (por ejemplo, espectrales) de las partículas de pigmento. El uso de partículas de pigmento magnetizables o magnéticas ópticamente variables no esféricas en composiciones de recubrimiento curables por radiación para producir una OEL aumenta la importancia de la OEL como característica de seguridad en las aplicaciones de documentos de seguridad, debido a que dichos materiales (es decir, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas ópticamente variables) están reservados a la industria de impresión de documentos de seguridad y no están disponibles comercialmente para el público.

Más aún, y debido a sus características magnéticas, las partículas de pigmento magnetizables o magnéticas no esféricas descritas en el presente documento son legibles por máquina y, por lo tanto, los recubrimientos o capas fabricados de las composiciones de recubrimiento curables por radiación descritas en el presente documento y que comprenden esas partículas de pigmento pueden detectarse, por ejemplo, con detectores magnéticos específicos. Las composiciones de recubrimiento curables por radiación que comprenden las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en el presente documento pueden usarse por lo tanto como un elemento de seguridad (herramienta de autenticación) encubierta o semienunciada para documentos de seguridad.

Como se ha mencionado anteriormente, preferentemente al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas está constituida por partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas ópticamente variables. Estas pueden seleccionarse más preferentemente de entre el grupo que consiste en partículas de pigmento magnéticas de interferencia de película delgada no esféricas, partículas de pigmento magnéticas de cristal líquido colesteroicas no esféricas, partículas de pigmento de interferencia recubiertas no esféricas que comprenden un material magnético y mezclas de dos o más de los mismos.

Las partículas de pigmento magnéticas de interferencia de película delgada se conocen por los expertos en la materia y se divulgan, por ejemplo, en los documentos US 4.838.648; WO 2002/073250 A2; EP 0 686 675 B1; WO 2003/000801 A2; US 6.838.166; WO 2007/131833 A1; EP 2 402 401 A1 y en los documentos citados en el presente documento. Preferentemente, las partículas de pigmento magnéticas de interferencia de película delgada comprenden partículas de pigmento que tienen una estructura multicapa Fabry-Perot de cinco capas y/o partículas de pigmento que tienen una estructura multicapa Fabry-Perot de seis capas y/o partículas de pigmento que tienen una estructura multicapa Fabry-Perot de siete capas.

Las estructuras multicapa Fabry-Perot de cinco capas preferidas consisten en estructuras multicapa de absorbente/dieléctrico/reflector/dieléctrico/absorbente en donde el reflector y/o el absorbente es también una capa magnética, preferentemente el reflector y/o el absorbente es una capa magnética que comprende níquel, hierro y/o cobalto y/o una aleación magnética que comprende níquel, hierro y/o cobalto y/o un óxido magnético que comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co).

Las estructuras multicapa Fabry-Perot de seis capas preferidas consisten en estructuras multicapa de absorbente/dieléctrico/reflector/magnético/dieléctrico/absorbente.

Las estructuras multicapa Fabry-Perot de siete capas preferidas consisten en estructuras multicapa absorbente/dieléctrico/reflector/magnético/reflector/dieléctrico/absorbente tal como se divulga en el documento US 4.838.648.

Preferentemente, las capas reflectoras descritas en el presente documento se fabrican independientemente de uno o más materiales seleccionados de entre el grupo que consiste en metales y aleaciones metálicas, seleccionados preferentemente de entre el grupo que consiste en metales reflectores y aleaciones metálicas reflectoras, más preferentemente seleccionados de entre el grupo que consiste en aluminio (Al), plata (Ag), cobre (Cu), oro (Au), platino (Pt), estaño (Sn), titanio (Ti), paladio (Pd), rodio (Rh), niobio (Nb), cromo (Cr), níquel (Ni) y aleaciones de los mismos, incluso más preferentemente seleccionados de entre el grupo que consiste en aluminio (Al), cromo (Cr), níquel (Ni) y aleaciones de los mismos y más preferentemente aluminio (Al). Preferentemente, las capas dieléctricas se fabrican independientemente de uno o más materiales seleccionados de entre el grupo que consiste en fluoruros metálicos tales como fluoruro de magnesio (MgF₂), fluoruro de aluminio (AlF₃), fluoruro de cerio (CeF₃), fluoruro de lantano (LaF₃), fluoruros de aluminio sodio (por ejemplo, Na₃AlF₆), fluoruro de neodimio (NdF₃), fluoruro de samario (SmF₃), fluoruro de bario (BaF₂),

fluoruro de calcio (CaF_2), fluoruro de litio (LiF) y óxidos metálicos tales como óxido de silicio (SiO), dióxido de silicio (SiO_2), óxido de titanio (TiO_2), óxido de aluminio (Al_2O_3), más preferentemente seleccionado de entre el grupo que consiste en fluoruro de magnesio (MgF_2) y dióxido de silicio (SiO_2) y aún más preferentemente fluoruro de magnesio (MgF_2). Preferentemente, las capas absorbentes se fabrican independientemente de uno o más materiales seleccionados de entre el grupo que consiste en aluminio (Al), plata (Ag), cobre (Cu), paladio (Pd), platino (Pt), titanio (Ti), vanadio (V), hierro (Fe), estaño (Sn), tungsteno (W), molibdeno (Mo), rodio (Rh), niobio (Nb), cromo (Cr), níquel (Ni), óxidos metálicos de los mismos, sulfuros metálicos de los mismos, carburos metálicos de los mismos y aleaciones metálicas de los mismos, más preferentemente seleccionadas de entre un grupo que consiste en cromo (Cr), níquel (Ni), óxidos metálicos de los mismos y aleaciones metálicas de los mismos y aún más preferentemente seleccionados de entre el grupo que consiste en cromo (Cr), níquel (Ni) y aleaciones metálicas de los mismos. Preferentemente, la capa magnética comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co); y/o una aleación magnética que comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co); y/o un óxido magnético que comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co). Cuando se prefieren partículas de pigmento magnéticas de interferencia de película delgada que comprenden una estructura Fabry-Perot de siete capas, es especialmente preferido que las partículas de pigmento magnéticas de interferencia de película delgada comprendan una estructura multicapa de Fabry-Perot de siete capas de absorbente/dieléctrico/reflector/magnético/reflector/dieléctrico/absorbente consistente en una estructura multicapa $\text{Cr/MgF}_2/\text{Al}/\text{M}/\text{Al}/\text{MgF}_2/\text{Cr}$, en donde M es una capa magnética que comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co); y/o una aleación magnética que comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co); y/o un óxido magnético que comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co).

Las partículas de pigmento magnéticas de interferencia de película delgada descritas en el presente documento pueden ser partículas de pigmento multicapa que se consideran como seguras para la salud humana y el ambiente y que se basan por ejemplo, en las estructuras multicapa Fabry-Perot de cinco capas, estructuras multicapa Fabry-Perot de seis capas y estructuras multicapa Fabry-Perot de siete capas, en donde dichas partículas de pigmento incluyen una o más capas magnéticas que comprenden una aleación magnética que tiene una composición sustancialmente libre de níquel que incluye aproximadamente del 40 % en peso a aproximadamente el 90 % en peso de hierro, aproximadamente del 10 % en peso a aproximadamente el 50 % en peso de cromo y de aproximadamente el 0 % en peso a aproximadamente el 30 % en peso de aluminio. Los ejemplos típicos de partículas de pigmento multicapa que se consideran como seguras para la salud humana y el ambiente pueden encontrarse en el documento EP 2 402 401 A1 que se incorpora por la presente por referencia en su totalidad.

Las partículas de pigmento magnéticas de interferencia de película delgada descritas en el presente documento se fabrican normalmente mediante una técnica de deposición convencional para las diferentes capas requeridas sobre una banda. Después de la deposición del número de capas deseado, por ejemplo, mediante deposición física por vapor (PVD), deposición química por vapor (CVD) o deposición electrolítica, la pila de capas se retira de la banda, bien mediante la disolución de una capa de liberación en un disolvente adecuado o mediante la retirada del material de la banda. El material así obtenido se rompe a continuación en partículas de pigmento en forma de plaqueta que tienen que procesarse adicionalmente mediante triturado, molido (tal como, por ejemplo, procesos de molido en chorro) o cualquier método adecuado con el fin de obtener partículas de pigmento del tamaño necesario. El producto resultante consiste en partículas de pigmento en forma de plaqueta plana con bordes rotos, formas irregulares y diferentes relaciones de aspecto. Puede encontrarse información adicional sobre la preparación de partículas de pigmento magnéticas de interferencia por película delgada en forma de plaqueta adecuada, por ejemplo, en los documentos EP 1 710 756 A1 y EP 1 666 546 A1 que se incorporan por la presente por referencia.

Las partículas de pigmento magnéticas de cristal líquido colestérico adecuadas que presentan características ópticamente variables incluyen sin limitación partículas de pigmento magnéticas de cristal líquido colestérico monocapa y partículas de pigmento magnéticas de cristal líquido colestérico multicapa. Dichas partículas de pigmento se divulgan, por ejemplo, en los documentos WO 2006/063926 A1, US 6.582.781 y US 6.531.221. El documento WO 2006/063926 A1 divulga monocapas y partículas de pigmento obtenidas a partir de las mismas con propiedades de alto brillo y desviación de color con propiedades particulares adicionales tales como capacidad magnética. Las monocapas y partículas de pigmento divulgadas, que se obtienen a partir de las mismas mediante desmenuzamiento de dichas monocapas, incluyen una mezcla de cristal líquido colestérico reticulado tridimensionalmente y nanopartículas magnéticas. Los documentos US 6.582.781 y US 6.410.130 divulgan partículas de pigmento multicapa colestéricas que comprenden la secuencia $A^1/B/A^2$, en donde A^1 y A^2 pueden ser idénticas o diferentes y cada una comprende al menos una capa colestérica y B es una capa intermedia absorbente de toda o parte de la luz transmitida por las capas A^1 y A^2 y que imparte propiedades magnéticas a dicha capa intermedia. El documento US 6.531.221 divulga partículas de pigmento multicapa colestérica en forma de plaqueta que comprenden la secuencia A/B y opcionalmente C, en donde A y C son capas absorbentes que comprenden partículas de pigmento que imparten propiedades magnéticas y B es una capa colestérica.

Los pigmentos de interferencia recubiertos adecuados que comprenden uno o más materiales magnéticos incluyen sin limitación estructuras que consisten en un sustrato seleccionado de entre el grupo que consiste

en un núcleo recubierto con una o más capas, en donde al menos uno de entre el núcleo o dicha una o más capas tienen propiedades magnéticas. Por ejemplo, los pigmentos de interferencia recubiertos adecuados comprenden un núcleo fabricado con material magnético tal como el descrito anteriormente en el presente documento, estando recubierto dicho núcleo con una o más capas fabricadas de uno o más óxidos metálicos o tienen una estructura que consiste en un núcleo fabricado con micas sintéticas o naturales, silicatos en

5 capa (por ejemplo, talco, caolina y sericita), vidrios (por ejemplo, borosilicato), dióxidos de silicio (SiO_2), óxidos de aluminio (Al_2O_3), óxidos de titanio (TiO_2), grafitos y mezclas de dos o más de los mismos. Además, pueden estar presentes una o más capas adicionales tales como capas colorantes.

10 Las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en el presente documento pueden tratarse superficialmente de tal manera que se las proteja contra cualquier deterioro que pueda tener lugar en la composición de recubrimiento curable por radiación y/o para facilitar su incorporación en la composición de recubrimiento curable por radiación; normalmente pueden usarse materiales inhibidores de la corrosión y/o agentes humectantes.

15 Las composiciones de recubrimiento curables por radiación descritas en el presente documento, preferentemente las composiciones de recubrimiento curables por UV-Vis descritas en el presente documento, pueden comprender además uno o más componentes colorantes seleccionados del grupo que consiste en partículas de pigmento orgánico, partículas de pigmento inorgánicas y tintes orgánicos y/o uno o

20 más aditivos. Estos últimos incluyen, entre otros, compuestos y materiales que se usan para ajustar parámetros físicos, reológicos y químicos de la composición de recubrimiento tal como la viscosidad (por ejemplo, disolventes, espesantes y tensioactivos), la consistencia (por ejemplo, agentes antidecantación, rellenos y plastificantes), las propiedades espumantes (por ejemplo, agentes antiespuma), las propiedades lubricantes (ceras, aceites), reactividad y estabilidad UV (fotosensibilizadores y fotoestabilizadores), las

25 propiedades de adherencia, las propiedades antiestáticas, la estabilidad en almacenamiento (inhibidores de polimerización), etc. Los aditivos descritos en el presente documento pueden estar presentes en la composición de recubrimiento curable por radiación descrita en el presente documento, preferentemente las composiciones de recubrimiento curables por UV-Vis descritas en el presente documento, en cantidades y formas conocidas en la técnica, incluidos los llamados nanomateriales donde al menos una de las

30 dimensiones del aditivo está en el intervalo de 1 a 1000 nm.

Las composiciones de recubrimiento curables por radiación descritas en el presente documento, preferentemente las composiciones de recubrimiento curables por UV-Vis descritas, puede comprender además una o más sustancias marcadoras o etiquetadores y/o uno o más materiales legibles por máquina

35 seleccionados del grupo que consiste en materiales magnéticos (diferentes de las partículas de pigmento magnetizables o magnéticas no esféricas descritas en el presente documento), materiales luminiscentes, materiales eléctricamente conductores y materiales absorbentes de infrarrojos. Como se usa en el presente documento, la expresión "material legible por máquina" se refiere a un material que presenta al menos una propiedad distintiva que puede detectarse por un dispositivo o una máquina, y que puede estar comprendido

40 en un recubrimiento con el fin de conferir una manera de autenticar dicho recubrimiento o artículo que comprende dicho recubrimiento usando un equipo específico para su detección y/o autenticación.

Las composiciones de recubrimiento curables por radiación descritas en el presente documento, preferentemente las composiciones de recubrimiento curables por UV-Vis descritas, pueden prepararse

45 dispersando o mezclando las partículas de pigmento magnetizables o magnéticas no esféricas descritas en el presente documento y dicho uno o más aditivos cuando están presentes en la presencia del material aglutinante descrito en el presente documento, formando de este modo composiciones líquidas. Cuando están presentes, dicho uno o más fotoiniciadores pueden añadirse a la composición durante la etapa de dispersión o mezcla de todos los demás ingredientes o pueden añadirse en una etapa posterior, es decir,

50 después de la formación de la composición de recubrimiento líquida.

Los procesos descritos en el presente documento permiten la producción de las OEL con al menos dos zonas fabricadas de la capa única aplicada y curada mediante al menos dos etapas de orientación magnética (etapas b1) y c1)) y mediante al menos dos etapas de curado al menos parciales, en donde una irradiación selectiva obtenida usando al menos durante la etapa b2) la fuente de LED de radiación actínica (x41) que

55 comprende la matriz de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descritos en el presente documento. Puede llevarse a cabo una etapa de curado final usando una fuente de radiación que sea una fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprenda la matriz de emisores de radiación actínica direccionables individualmente tales como los descritos en el presente documento para el curado selectivo

60 descrito en el presente documento o una fuente de radiación convencional que es no direccionable (x60) descrita en el presente documento. El curado selectivo se obtiene curando uno o más subconjuntos de píxeles, en donde dicho curado selectivo se obtiene direccionando selectivamente los emisores de la fuente de LED de radiación actínica (x41) descrita en el presente documento, preferentemente obtenido

65 direccionando selectivamente los emisores de la fuente de LED de radiación actínica (x41) descrita en el presente documento de acuerdo con uno o más patrones de mapa de bits de los píxeles de la imagen a curar al menos parcialmente. En particular, uno o más emisores de radiación actínica direccionables

individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (x41) descrita en el presente documento se encienden mientras que otro o más emisores de radiación actínica direccionables individualmente se apagan de una manera dinámica y selectiva. Como alternativa, en algunas realizaciones, los emisores correspondientes a los píxeles de imagen pueden direccionarse todos a la vez.

Como se muestra en las figuras 1 y 2, el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) se expone a la irradiación de la fuente de LED de radiación actínica (x41), en donde dicha fuente (x41) comprende una matriz lineal (unidimensional, 1D) de emisores de radiación actínica direccionables individualmente (véase la figura 1A-D) o una matriz bidimensional (2D) de emisores de radiación actínica direccionables individualmente (véase la figura 2A-E) y en donde la radiación actínica se proyecta sobre la capa de recubrimiento (x20) para formar una o más imágenes proyectadas que consisten en dicha una o más primeras zonas de la capa de recubrimiento (x20) descrita en el presente documento. Por "direccionable", se entiende que los emisores de radiación de la fuente de LED actínicos pueden encenderse y apagarse individualmente o como subconjuntos distintos mediante un procesador. Los emisores de radiación actínica direccionables pueden encenderse y apagarse dinámicamente mediante un procesador de acuerdo con el diseño final de la capa de efecto óptico (OEL). Como se muestra en la figura 1B, uno o más de los emisores de radiación actínica direccionables de la fuente de LED de radiación actínica (x41) pueden apagarse (5° emisor en la figura 1B) con el fin de curar selectivamente al menos parcialmente dicha una o más primeras zonas de la capa de recubrimiento (x20), en donde una de las primeras zonas al menos parcialmente curadas de la capa de recubrimiento (x20) se representa como una zona gris oscuro (A1) y una de dichas una o más zonas aún no curadas de la capa de recubrimiento (x20) se representa como una zona gris claro (A2) en la figura 1B. Como se muestra en las figuras 1 y 2, el ancho de la matriz lineal o bidimensional de los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (x41) puede ser mayor que el ancho de la capa de recubrimiento (x20) y se proyecta la radiación actínica, preferentemente por un medio de proyección (no mostrado), sobre la capa de recubrimiento (x20). Como se muestra en la figura 2, la superficie de la matriz bidimensional de los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (x41) puede ser mayor que la superficie de la capa de recubrimiento (x20) y se proyecta la radiación actínica, por un medio de proyección (no mostrado), sobre la capa de recubrimiento (x20).

Los etapas b1) y b2) proporcionan una o más primeras zonas que tienen partículas magnéticas o magnetizables no esféricas orientadas magnéticamente, en donde el patrón de orientación magnética se ha fijado/congelado en dicha una o más primeras zonas mediante el curado selectivo realizado mediante irradiación con la fuente de LED de radiación actínica (x41) descrita en el presente documento, en donde dichas una o más primeras zonas tienen una forma definida por los emisores de radiación actínica dirigidos selectiva e individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (x41), es decir, mediante el encendido y apagado de los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (x41), preferentemente de acuerdo con uno o más patrones de mapa de bits.

La etapa c) descrita en el presente documento o las etapas c1) y c2) llevadas a cabo en el proceso preferido descrito en el presente documento proporcionan una o más segundas zonas que tienen partículas magnéticas o magnetizables no esféricas orientadas magnéticamente, en donde el patrón de orientación magnética se ha fijado/congelado en dicha una o más segundas zonas curando ya sea con una fuente de radiación convencional no direccionable (x60) (es decir, el curado se lleva a cabo de manera no selectiva en toda la superficie de la capa de recubrimiento (x20)), en donde dichas una o más segundas zonas tienen la forma negativa de dicha una o más primeras zonas definidas por el curado selectivo de la etapa b2), o por un curado selectivo adicional realizado mediante irradiación con una fuente de LED de radiación actínica (x41) tal como las descritas en el presente documento, en donde dichas una o más segundas zonas tienen una forma definida por los emisores de radiación actínica dirigidos selectiva e individualmente, es decir, mediante el encendido y apagado de los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (x41), preferentemente de acuerdo con uno o más patrones de mapa de bits.

Debería usarse una fuente de LED de radiación actínica (x41) tal como las descritas en el presente documento durante la etapa c) o la etapa c2) de tal manera que una o más $n^{\text{ésimas}}$ (por ejemplo, tercera, cuarta, etc.) zonas no estén expuestas a la irradiación selectiva con la fuente de LED de radiación actínica (x41), al menos una parte de las partículas magnéticas o magnetizables esféricas en dicha una o más aún no curadas $n^{\text{ésimas}}$ (por ejemplo, tercera, cuarta, etc.) zonas pueden orientarse magnéticamente durante una etapa posterior d1) de exponer la capa de recubrimiento (x20) al campo magnético de un $n^{\text{ésimo}}$ (por ejemplo, tercero, cuarto, etc.) dispositivo generador de campo magnético, en donde dicho $n^{\text{ésimo}}$ (por ejemplo, tercero, cuarto, etc.) dispositivo de generación de campo magnético puede ser un dispositivo de generación de campo magnético diferente del dispositivo de generación de campo magnético usado durante la etapa b1) y/o c1) o puede ser el mismo dispositivo de generación de campo magnético pero en otra región diferente, teniendo dicha región diferente un patrón diferente de líneas de campo magnético que el patrón de líneas de campo magnético de la región del dispositivo de generación de campo magnético usado durante la etapa b1). Posteriormente o parcialmente de manera simultánea con, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa d1)), una etapa d2) de curar al menos parcialmente dicha una o más $n^{\text{ésimas}}$ zonas

de la capa de recubrimiento (x20) hasta un segundo estado con el fin de fijar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en sus posiciones y orientaciones adoptadas de acuerdo con el patrón de líneas de campo magnético del ^{n-ésimo} dispositivo generador de campo magnético; el curado se realiza mediante irradiación con la fuente de radiación convencional no direccionable (x60) descrita en el presente documento o con una fuente de LED de radiación actínica (x41) tales como las descritas en el presente documento.

Preferentemente, dicha una o más primeras zonas y/o dicha una o más segundas zonas y/o dicha una o más ^{n-ésimas} (por ejemplo, tercera, cuarta, etc.) zonas de la capa de recubrimiento (x20) descritas en el presente documento tienen independientemente la forma o la forma de una marca. Como se usa en el presente documento, el término "marca" significará cualquier forma, incluidos, sin limitación, símbolos, símbolos alfanuméricos, motivos, letras, palabras, números, logotipos y dibujos. Como se describe en el presente documento, dicha una o más primeras zonas, una o más segundas zonas y opcionalmente una o más ^{n-ésimas} zonas, tienen una forma definida por los emisores de radiación actínica dirigidos de manera selectiva e individual de la fuente de LED de radiación actínica (x41, x41-1, x41-2, etc.), preferentemente de acuerdo con uno o más patrones de mapa de bits. En particular, los emisores de la fuente de LED de radiación actínica (x41) se direccionan de acuerdo con uno o más patrones de mapa de bits de los píxeles de imagen a curar al menos parcialmente, en donde dichos uno o más patrones de mapa de bits pueden ser idénticos para todas las capas de efectos ópticos (OEL) producidas, o pueden representar información variable (individualización o serialización) tal como, por ejemplo, un código, un número de serie, un logotipo, un dibujo o un nombre (marcas variables).

Durante la etapa b1) del proceso descrito en el presente documento, el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) puede estar en movimiento o puede ser estático con respecto al primer dispositivo de generación de campo magnético (x31). Si el sustrato (x10) está en movimiento, dicho sustrato puede seguir una trayectoria plana o curva. Durante la etapa b2) del proceso descrito en el presente documento, el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) puede estar en movimiento o puede ser estático con respecto a la fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprende la matriz de LED de radiación actínica direccionables individualmente. Durante la etapa c1) del proceso descrito en el presente documento, el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) puede estar en movimiento de manera independiente o puede ser estático con respecto al primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) o al segundo dispositivo de generación de campo magnético (x32), respectivamente. Durante la etapa c) o la etapa c2) del proceso descrito en el presente documento, el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) puede estar en movimiento o puede ser estático con respecto a que la fuente de radiación sea una fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprende la matriz de LED de radiación actínica direccionables individualmente como se ha descrito en el presente documento. En todas las realizaciones descritas en el presente documento, la fuente de LED de radiación actínica (x41) es estática y fija, y sirve como marco de referencia para el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) y para el o los dispositivos de generación de campo magnético (x31, x32).

Para procesos con el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) que está en movimiento con respecto a la fuente de LED de radiación actínica (x41) durante la etapa b2) y opcionalmente durante la etapa c) o la etapa c2), el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) se transporta en un plano sustancialmente ortogonal al eje óptico de los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (x41).

El movimiento del sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) en las proximidades de las fuentes de LED de radiación actínica (x41) puede llevarse a cabo con medios de transporte convencionales tales como cepillos, rodillos, palas, resortes, dispositivos de succión, abrazaderas, correas y cilindros. Los medios de transporte pueden adaptarse al tipo de prensas de impresión conocidas por el experto en la materia.

De acuerdo con una realización, el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) descrita en el presente documento está en movimiento con respecto a la fuente de LED de radiación actínica (x41) cuando se expone a la irradiación de dicha fuente de LED de radiación actínica (x41) durante la etapa b2) y opcionalmente durante la etapa c) o etapa c2). Para procesos con la capa de recubrimiento (x20) estando en movimiento (véanse las flechas en las figuras 1 y 2), la irradiación selectiva con la fuente de LED de radiación actínica (x41) se lleva a cabo con la fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente (véase la figura 1A) y el curado al menos parcial se realiza en sucesión mientras el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) está en movimiento, o la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente (véase la figura 2B), en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente pueden encenderse y apagarse individualmente para cada matriz.

Para los procesos de esta realización que usan la fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento (véase la figura 1A), la irradiación selectiva se lleva a cabo encendiendo y apagando individualmente los emisores de manera dependiente del tiempo mientras el sustrato (x10) que lleva la capa

de recubrimiento (x20) está en movimiento. Para los procesos de esta realización que usan la fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento (véase la figura 2B), la irradiación selectiva se lleva a cabo encendiendo y apagando individualmente los emisores de manera dependiente del tiempo mientras el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) está en movimiento, o encendiendo todos los emisores individuales correspondientes a los píxeles de imagen a la vez durante muy poco tiempo (curado instantáneo). Ventajosamente, y en realizaciones en donde el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) se mueve, los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional pueden encenderse y apagarse de tal manera que la imagen proyectada siga sincrónicamente al sustrato en movimiento (x10), aumentando de este modo el tiempo de irradiación y mejorando la eficiencia de curado.

Por ejemplo, la figura 1B representa una matriz lineal de nueve emisores direccionables individualmente (número elegido por razones de claridad) en donde ocho emisores se encienden en un momento dado mientras que un emisor (el quinto desde la izquierda) está apagado. La zona de la capa de recubrimiento (x20) irradiada por los ocho emisores encendidos se representa como una zona gris y corresponde a la al menos una primera zona que se cura al menos parcialmente en la etapa b2), mientras que la zona debajo del quinto emisor apagado corresponde a la zona aún no curada que se curará posteriormente, ya sea de manera selectiva o usando un medio de curado convencional (x60) en la etapa c2). Como se muestra en la figura 1B, la fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento puede estar dispuesta en una dirección sustancialmente ortogonal con respecto al movimiento del sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20).

Como se muestra en la figura 1C, la fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento puede disponerse en una disposición sesgada, preferentemente con un ángulo entre aproximadamente 5° y aproximadamente 45°, con respecto al movimiento del sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20). Como alternativa, para reducir la huella del equipo, los emisores de radiación actínica direccionables individualmente descritos en el presente documento pueden estar dispuestos en múltiples segmentos que juntos forman la matriz lineal en una disposición sesgada (figura 1D), teniendo cada segmento un ángulo preferentemente entre aproximadamente 5° y aproximadamente 45° con respecto al movimiento del sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20). Ventajosamente, la disposición de la fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente se elige de tal manera que permita una optimización del espacio del equipo para producir las capas de efecto óptico (OEL) y/o para mejorar la resolución de las OEL así obtenidas y/o para ayudar a la disipación del calor y/o para mejorar la eficiencia del curado.

Como se muestra en la figura 2B, la fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento puede estar dispuesta en una dirección sustancialmente ortogonal con respecto al movimiento del sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20).

Todas las matrices de la fuente de LED de radiación actínica (x41) que forman la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descritas en el presente documento pueden estar sustancialmente alineadas (figura 2C), pueden disponerse en una disposición desplazada (figura 2D) o pueden disponerse en una disposición escalonada (figura 2E), en función de las limitaciones de espacio y/o los requisitos de disipación de calor y/o la resolución deseada y/o la eficiencia de curado.

De acuerdo con otra realización, el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) descrita en el presente documento no está en movimiento, es decir, está estático, con respecto a la fuente de LED de radiación actínica (x41) cuando se expone a la irradiación de dicha fuente de LED de radiación actínica (x41) durante la etapa b2) y opcionalmente durante la etapa c2). Para procesos donde la capa de recubrimiento (x20) es estática (véase la figura 2A y las figuras 2C-E), la irradiación selectiva con la fuente de LED de radiación actínica (x41) se lleva a cabo con la fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente (véase la figura 2A) descrita en el presente documento, encendiendo dichos emisores de radiación actínica direccionables individualmente de acuerdo con un patrón de mapa de bits. En este caso, todas las matrices de la fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprenden la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descritas en el presente documento están preferentemente alineadas (figura 2C) o dispuestas sustancialmente en una disposición escalonada (figura 2E).

Como se describe en el presente documento, las etapas b1) y la etapa b2) del proceso descrito en el presente documento se llevan a cabo preferentemente de manera parcial y simultánea, en donde la irradiación de dicha una o más primeras zonas de la capa de recubrimiento (x20) con la fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprende la matriz de emisores de radiación actínica direccionables

individualmente es preferentemente sustancialmente ortogonal a la superficie del sustrato (x10), proyectándose dicha irradiación sobre la capa de recubrimiento (x20) para formar una o más imágenes proyectadas (β en la figura 3).

- 5 Como se muestra en la figura 3, el curado selectivo de la capa de recubrimiento (320) con la fuente de LED de radiación actínica (341) que comprende la matriz de emisores de radiación actínica direccionables individualmente se realiza por medio de un medio de proyección (350) tal como, por ejemplo, una lente de proyección (350), en donde el eje óptico (α) del medio de proyección (350) es preferentemente sustancialmente ortogonal a la superficie del sustrato (310).

10

Para procesos con el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) que está en movimiento con respecto a la fuente de LED de radiación actínica (x41), el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) se transporta preferentemente en una dirección sustancialmente ortogonal tanto a la matriz de emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (x41) como al eje óptico del medio de proyección (x50) durante la etapa b2) y opcionalmente c) o la etapa c2)). Preferentemente y como se muestra en la figura 3, el medio de proyección (350), preferentemente la lente (350) de la lente focal f, está dispuesto entre la fuente de LED de radiación actínica (341) y la capa de recubrimiento (320) a una distancia de objeto OD de la fuente de LED de radiación actínica (341) y a una distancia de imagen ID de la capa de recubrimiento (320) de tal manera que la irradiación con la fuente de LED de radiación actínica (341) sobre la capa de recubrimiento (320) se lleva a cabo con una reducción de tamaño de dicha una o más imágenes proyectadas de dicha fuente de LED de radiación actínica (341). Como se muestra en la figura 3, cuando la irradiación con la fuente de LED de radiación actínica (341) sobre la capa de recubrimiento (320) se lleva a cabo con una reducción de tamaño, el ancho de la matriz de emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (341) puede ser mayor que el ancho de la capa de recubrimiento (320) y la irradiación se concentra sobre la capa de recubrimiento (320) por el medio de proyección (350), preferentemente la lente (350), con el fin de aumentar la resolución de la imagen proyectada y/o la intensidad local de dicha irradiación y/o favorecer la disipación de calor de la fuente de LED de radiación actínica (341).

15

20

25

30

El uso del medio de proyección (x50) descrito en el presente documento para la irradiación de la capa de recubrimiento (x20) con la fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprende la matriz de emisores de radiación actínica direccionables individualmente con una reducción de tamaño ventajosa durante la etapa b2) y opcionalmente durante c) o la etapa c2)) permite usar fuentes de LED de radiación actínica (x41) que comprenden una gran variedad de emisores de radiación actínica direccionables individualmente para mejorar la resolución de las imágenes curadas y/o mejorar la eficiencia de curado y/o mejorar la disipación de calor. Ejemplos típicos de un medio de proyección (x50) incluyen, sin limitación, lentes convergentes esféricas convencionales, lentes esféricas, lentes Fresnel, lentes de manera libre, lentes variables de índice de refracción, espejos esféricos, espejos esféricos, lentes múltiples (objetivos); combinación de prismas, sistemas de espejos y lentes; lentes ajustables para líquidos, así como lentes que tienen un perfil de superficie variable para adaptarse a una capa de recubrimiento no plana.

35

40

De acuerdo con una realización y como se ha descrito en el presente documento, el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) descrita en el presente documento no está en movimiento, es decir, está estático, con respecto a la fuente de LED de radiación actínica (x41) cuando se expone a la irradiación de la fuente de LED de radiación actínica (x41) durante la etapa b2) y opcionalmente durante la etapa c) o la etapa c2). La irradiación selectiva de la capa de recubrimiento (x20) se lleva a cabo con la fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente, en donde dichos emisores se encienden de acuerdo con uno o más primeros patrones, preferentemente uno o más patrones de mapa de bits, que tienen la misma forma que dicha una o más primeras zonas de la capa de recubrimiento (x20) a curar al menos parcialmente con dicha fuente de LED de radiación actínica (x41); lo mismo se aplica para dicha una o más segundas zonas cuando se usa una fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente durante la etapa c) o la etapa c2). En las figuras 4, 7 y 8 se ilustran ejemplos de los procesos de esta realización.

45

50

55

De acuerdo con una realización mostrada en la figura 4A1, las etapas b) y c) del proceso descrito en el presente documento se llevan a cabo de manera estática, en donde el sustrato (410) que lleva la capa de recubrimiento (420) no está en movimiento (es decir, está estático) durante las etapas b1) y b2) y la etapa c, en donde las fuentes de radiación (441, 460) no están en movimiento (es decir, están estáticas). Como se muestra en la figura 4A1, el proceso descrito en el presente documento comprende i) una etapa b1) de exponer la capa de recubrimiento (420) al campo magnético de un primer dispositivo de generación de campo magnético estático (431) tales como los descritos en el presente documento y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa b1), una etapa b2) de curar al menos parcialmente una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (420) con la fuente de LED de radiación actínica (441) que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento con el fin de formar el curado al menos parcialmente en una o más primeras zonas

60

65

(A1) de la capa de recubrimiento (420), preferentemente de acuerdo con un patrón de mapa de bits, mientras que una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (420) aún no están curadas al menos parcialmente; y ii) una etapa c) de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (420) siendo la fuente de radiación convencional no direccional (460), en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (441) se encienden de acuerdo con un primer patrón durante la etapa b2).

De acuerdo con una realización mostrada en la figura 4A2, las etapas b) y c) del proceso descrito en el presente documento se llevan a cabo de manera estática, en donde el sustrato (410) que lleva la capa de recubrimiento (420) no está en movimiento (es decir, está estático) durante las etapas b1) y b2) y la etapa c, en donde la fuente de radiación actínica (441) no está en movimiento (es decir, está estática). Como se muestra en la figura 4A2, el proceso descrito en el presente documento comprende i) una etapa b1) de exponer la capa de recubrimiento (420) al campo magnético de un primer dispositivo de generación de campo magnético estático (431) tales como los descritos en el presente documento y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa b1), una etapa b2) de curar al menos parcialmente una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (420) con la fuente de LED de radiación actínica (441) que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento con el fin de formar el curado al menos parcialmente en una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (420), preferentemente de acuerdo con un patrón de mapa de bits, mientras que una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (420) aún no están curadas al menos parcialmente; y, ii) una etapa c) de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (420) con la misma fuente de LED de radiación actínica (441) que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente como se usa durante la etapa b2), en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (441) se encienden de acuerdo con un primer patrón durante la etapa b2) y con un segundo patrón durante la etapa c2), siendo dichos patrones primero y segundo diferentes entre sí, en donde el segundo patrón usado en la etapa c2) corresponde al negativo del primer patrón usado en la etapa b2). Como alternativa, la etapa c) puede llevarse a cabo encendiendo todos los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (441) al mismo tiempo para curar dicha una o más segundas zonas (A2) y curar toda la capa de recubrimiento (420).

De acuerdo con una realización mostrada en la figura 7A1, las etapas b) y c) del proceso descrito en el presente documento se llevan a cabo de manera estática, en donde el sustrato (710) que lleva la capa de recubrimiento (720) no está en movimiento (es decir, está estático) durante las etapas b1) y b2) y las etapas c1) y c2), en donde las fuentes de radiación (741, 760) no están en movimiento (es decir, están estáticas) y en donde el primer dispositivo de generación de campo magnético (731) usado durante la etapa b1) se reemplaza por un segundo dispositivo de generación de campo magnético (732) durante la etapa c1). Como se muestra en la figura 7A1, el proceso descrito en el presente documento comprende i) una etapa b1) de exponer la capa de recubrimiento (720) al campo magnético de un primer dispositivo de generación de campo magnético estático (731) tales como los descritos en el presente documento y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa b1), una etapa b2) de curar al menos parcialmente una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (720) con la fuente de LED de radiación actínica (741) que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento con el fin de formar el curado al menos parcialmente en una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (720), preferentemente de acuerdo con un patrón de mapa de bits, mientras que una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (720) aún no están curadas al menos parcialmente; y, después de haber reemplazado el primer dispositivo de generación de campo magnético (731) por un segundo dispositivo de generación de campo magnético (732) tales como los descritos en el presente documento, teniendo dicho segundo dispositivo de generación de campo magnético (732) un patrón de líneas de campo magnético que es diferente del patrón de líneas de campo magnético del primer dispositivo de generación de campo magnético, ii) una etapa c1) de exponer la capa de recubrimiento (720) al campo magnético del segundo dispositivo de generación de campo magnético estático (732) y, después de haber reemplazado la fuente de LED de radiación actínica (741) por una fuente de radiación convencional que no es direccional (760), preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa c1), una etapa c2) de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (720) siendo la fuente de radiación convencional no direccional (760), en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (741) se encienden de acuerdo con un primer patrón durante la etapa b2).

De acuerdo con una realización mostrada en las figuras 7A2-3, las etapas b) y c) del proceso descrito en el presente documento se llevan a cabo de manera estática, en donde el sustrato (710) que lleva la capa de recubrimiento (720) no está en movimiento (es decir, está estático) durante las etapas b1) y b2) y las etapas c1) y c2), en donde la fuente de radiación actínica (741) no está en movimiento (es decir, está estática) y en donde el primer dispositivo de generación de campo magnético (731) usado durante la etapa b1) se reemplaza por un segundo dispositivo de generación de campo magnético (732) durante etapa c1). Como se muestra en la figura 7A2, el proceso descrito en el presente documento comprende i) una etapa b1) de

exponer la capa de recubrimiento (720) al campo magnético de un primer dispositivo de generación de campo magnético estático (731) tales como los descritos en el presente documento y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa b1), una etapa b2) de curar al menos parcialmente una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (720) con la fuente de LED de radiación actínica (741) que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento con el fin de formar el curado al menos parcialmente en una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (720), preferentemente de acuerdo con un patrón de mapa de bits, mientras que una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (720) aún no están curadas al menos parcialmente; y, después de haber reemplazado el primer dispositivo de generación de campo magnético (731) por un segundo dispositivo de generación de campo magnético (732) tales como los descritos en el presente documento, teniendo dicho segundo dispositivo de generación de campo magnético (732) un patrón de líneas de campo magnético que es diferente del patrón de líneas de campo magnético del primer dispositivo de generación de campo magnético (731), ii) una etapa c1) de exponer la capa de recubrimiento (720) al campo magnético del segundo dispositivo de generación de campo magnético estático (732) y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa c1), una etapa c2) de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (720) con la misma fuente de LED de radiación actínica (741) que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente como se usa durante la etapa b2), en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (741) se encienden de acuerdo con un primer patrón durante la etapa b2) y con un segundo patrón durante la etapa c2), siendo dichos patrones primero y segundo diferentes entre sí, en donde el segundo patrón usado en la etapa c2) corresponde al negativo del primer patrón usado en la etapa b2). Como alternativa, la etapa c2) puede llevarse a cabo encendiendo todos los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (741) al mismo tiempo para curar dicha una o más segundas zonas (A2) y curar toda la capa de recubrimiento (720).

Como se muestra en la figura 7A3 y siempre que la fuente de LED de radiación actínica (741) usada durante la etapa c2) no cure al menos parcialmente toda la superficie de la capa de recubrimiento (720) de tal manera que una o más $n^{\text{ésimas}}$ (tercera, cuarta, etc.) zonas (A3) de la capa de recubrimiento (720) no están expuestas a irradiación y no están curadas al menos parcialmente, el proceso descrito en el presente documento puede comprender además n etapas de d1) exponer la capa de recubrimiento (720) al campo magnético de un $n^{\text{ésimo}}$ (tercero, cuarto, etc.) dispositivo de generación de campo magnético estático (733) y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa d1), una etapa d2) de curar al menos parcialmente dicha una o más $n^{\text{ésimas}}$ (tercera, cuarta, etc.) zonas (A3) de la capa de recubrimiento (720) con la misma fuente de LED de radiación actínica (741) que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente como se usa durante las etapas b2) y c2), en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (741) se encienden de acuerdo con un primer patrón durante la etapa b2), a un segundo patrón durante la etapa c2), y a un $n^{\text{ésimo}}$ (tercero, cuarto, etc.) patrón durante la etapa d2), siendo dichos patrones primero, segundo y $n^{\text{ésimo}}$ diferentes entre sí (véase la figura 7A3 izquierda) o con una fuente de radiación convencional no direccionable (760) (véase la figura 7A3 derecha). Como alternativa, la etapa d2) puede llevarse a cabo encendiendo todos los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (741) al mismo tiempo para curar dicha una o más $n^{\text{ésimas}}$ (tercera, cuarta, etc.) zonas (A3) y para curar toda la capa de recubrimiento (720).

De acuerdo con una realización mostrada en la figura 8A1, las etapas b) y c) del proceso descrito en el presente documento se llevan a cabo de manera estática, en donde el sustrato (810) que lleva la capa de recubrimiento (820) no está en movimiento (es decir, está estático) durante las etapas b1) y b2) y las etapas c1) y c2), en donde las fuentes de radiación (841, 860) no están en movimiento (es decir, están estáticas), en donde se usa un único dispositivo de generación de campo magnético estático (831) durante la etapa b1) y c1), y en donde el sustrato (810) que lleva la capa de recubrimiento (820) se mueve a diferentes regiones del dispositivo de generación de campo magnético (831) que tienen diferentes patrones de líneas de campo magnético en lugar de usar diferentes dispositivos de generación de campo magnético primero y segundo. Como se muestra en la figura 8A1, el proceso descrito en el presente documento comprende i) una etapa b1) de exponer la capa de recubrimiento (820) al campo magnético de una primera región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (831) tales como los descritos en el presente documento y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa b1), una etapa b2) de curar al menos parcialmente una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (820) con la fuente de LED de radiación actínica (841) que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento con el fin de formar el curado al menos parcialmente en una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (820) mientras que una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (820) aún no están curadas al menos parcialmente; y, después de haber movido el sustrato (810) que lleva la capa de recubrimiento (820) a una segunda región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (831) que tiene un patrón diferente de líneas de campo magnético que el patrón de líneas de campo magnético de la primera región del dispositivo de generación de campo magnético (831), ii) una etapa c1) de exponer la capa de recubrimiento (820) al campo

magnético de la segunda región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (831) y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa c1), una etapa c2) de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (820) con una fuente de radiación convencional que no es direccionable (860), en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (841) se encienden de acuerdo con uno o más primeros patrones durante la etapa b2).

De acuerdo con una realización mostrada en las figuras 8A2-3, las etapas b) y c) del proceso descrito en el presente documento se llevan a cabo de manera estática, en donde el sustrato (810) que lleva la capa de recubrimiento (820) no está en movimiento (es decir, está estático) durante las etapas b1) y b2) y las etapas c1) y c2), en donde las fuentes de radiación (841-1, 841-2) no están en movimiento (es decir, están estáticas), en donde se usa un único dispositivo de generación de campo magnético estático (831) durante la etapa b1) y c1), y en donde el sustrato (810) que lleva la capa de recubrimiento (820) se mueve a diferentes regiones del único dispositivo de generación de campo magnético (831) que tienen diferentes patrones de líneas de campo magnético en lugar de usar diferentes dispositivos de generación de campo magnético primero y segundo. Como se muestra en la figura 8A2, el proceso descrito en el presente documento comprende i) una etapa b1) de exponer la capa de recubrimiento (820) al campo magnético de una primera región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (831) tales como los descritos en el presente documento y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa b1), una etapa b2) de curar al menos parcialmente una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento con la fuente de LED de radiación actínica (841-1) que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento con el fin de formar el curado al menos parcialmente en una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (820) mientras que una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (820) aún no están curadas al menos parcialmente; y, después de haber movido el sustrato (810) que lleva la capa de recubrimiento (820) a una segunda región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (831) que tiene un patrón diferente de líneas de campo magnético que el patrón de las líneas de campo magnético de la primera región del dispositivo de generación de campo magnético (831), ii) una etapa c1) de exponer la capa de recubrimiento (820) al campo magnético de la segunda región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (831) y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa c1), una etapa c2) de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (820) con una segunda fuente de LED de radiación actínica (841-2) que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento, en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (841-1) se encienden de acuerdo con un primer patrón durante la etapa b2) y en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (841-2) se encienden de acuerdo con un segundo patrón durante la etapa c2), siendo dichos patrones primero y segundo diferentes entre sí. En lugar de usar las dos fuentes de LED de radiación actínica (841-1, 841-2), puede usarse una sola siempre que dicha fuente de LED de radiación actínica única tenga un ancho suficiente. Como alternativa, la etapa c2) puede llevarse a cabo encendiendo todos los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (841) al mismo tiempo para curar las segundas zonas (A2) y curar toda la capa de recubrimiento (820).

Como se muestra en la figura 8A3 y siempre que la segunda fuente de LED de radiación actínica (841-2) usada durante la etapa c2) no cure al menos parcialmente toda la superficie de la capa de recubrimiento (820) de tal manera que una o más $n^{\text{ésimas}}$ (tercera, cuarta, etc.) zonas (A3) de la capa de recubrimiento (820) no están expuestas a irradiación y no están curadas al menos parcialmente, el proceso descrito en el presente documento puede comprender además, después de haber movido el sustrato (810) que lleva la capa de recubrimiento (820) a una $n^{\text{ésima}}$ (tercera, cuarta, etc.) región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (831) que tiene un patrón diferente de líneas de campo magnético que el patrón de líneas de campo magnético de las regiones primera y segunda del dispositivo de generación de campo magnético (831), n etapas de d1) exponer la capa de recubrimiento (820) al campo magnético de una $n^{\text{ésima}}$ (tercera, cuarta, etc.) región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (831) y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa d1), una etapa d2) de curar al menos parcialmente dicha una o más $n^{\text{ésimas}}$ (tercera, cuarta, etc.) zonas (A3) de la capa de recubrimiento (820) con una $n^{\text{ésima}}$ (tercera, cuarta, etc.) fuente de LED de radiación actínica (841-3) que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente, en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la primera fuente de LED de radiación actínica (841-1) se encienden de acuerdo con un primer patrón durante la etapa b2), en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la segunda fuente de LED de radiación actínica (841-2) se encienden de acuerdo con un segundo patrón durante la etapa c2) y en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la $n^{\text{ésima}}$ (tercera, cuarta, etc.) fuente de LED de radiación actínica (841-3) se encienden de acuerdo con un $n^{\text{ésimo}}$ (tercero, cuarto, etc.) patrón durante la etapa d2), siendo dichos patrones primero, segundo y $n^{\text{ésimo}}$ diferentes entre sí (véase la figura 8A3 izquierda) o con una fuente de radiación convencional no direccionable (860) (véase la figura 8A3 derecha). Como alternativa, la etapa d2) puede llevarse a cabo encendiendo todos los emisores de radiación actínica direccionables individualmente

de la fuente de LED de radiación actínica (841-3) al mismo tiempo para curar dicha una o más ⁿésimas (tercera, cuarta, etc.) zonas (A3) y para curar toda la capa de recubrimiento (820). En lugar de exponer la capa de recubrimiento (820) al campo magnético de la ⁿésima (tercera, cuarta, etc.) región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (831), dicha capa de recubrimiento (820) puede exponerse a un dispositivo de generación de campo magnético que sea diferente del único dispositivo de generación de campo magnético estático (831).

De acuerdo con otra realización y como se ha descrito en el presente documento, el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) descrita en el presente documento está en movimiento con respecto a la fuente de LED de radiación actínica (x41) y cuando se expone a la irradiación de la fuente de LED de radiación actínica (x41) durante la etapa b2) y opcionalmente durante etapa c2). La irradiación selectiva se lleva a cabo con la fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente o la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente.

Para procesos que usan matrices lineales de emisores de radiación actínica direccionables individualmente, dichos emisores se encienden y se apagan de manera dependiente del tiempo de acuerdo con uno o más primeros patrones, preferentemente uno o más patrones de mapa de bits, que tienen la misma forma que dicha una o más primeras zonas de la capa de recubrimiento (x20) a curar al menos parcialmente con dicha fuente de LED (x41) mientras se mueve el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20).

Para procesos que usan matrices bidimensionales de emisores de radiación actínica direccionables individualmente, dichos emisores pueden encenderse y apagarse de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con uno o más primeros patrones, preferentemente uno o más patrones de mapa de bits que tienen la misma forma que dicha una o más primeras zonas de la capa de recubrimiento (x20) a curar al menos parcialmente con dicha fuente de LED (x41). En algunas realizaciones que usan matrices bidimensionales de emisores de radiación actínica direccionables individualmente y en donde el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) se mueve, la radiación actínica se proyecta sobre el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) de tal manera que dicha una o más imágenes proyectadas siguen sincrónicamente al sustrato en movimiento (x10). En otras palabras, los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional correspondientes a dicho uno o más patrones, preferentemente uno o más patrones de mapa de bits, pueden encenderse y apagarse de tal manera que la imagen proyectada siga sincrónicamente al sustrato en movimiento (x10), aumentando de este modo el tiempo de irradiación y mejorando la eficiencia de curado. Como alternativa, dichos emisores pueden encenderse todos a la vez durante un período de tiempo muy corto (curado instantáneo).

Ejemplos de procesos de esta realización, en donde los dispositivos de generación de campo magnético (x31, x32) no están en movimiento, es decir, están estáticos, con respecto a la fuente de LED de radiación actínica (x41), se muestran en las figuras 5, 9 y 10. Ejemplos de procesos de esta realización, en donde los dispositivos de generación de campo magnético (x31, x32) están en movimiento, con respecto a la fuente de LED de radiación actínica (x41) se muestran en las figuras 6, 11 y 12, en donde dichos dispositivos de generación de campo magnético (x31, x32) se montan preferentemente en un dispositivo de transferencia tal como un cilindro rotatorio o una correa. En las figuras 5, 6, 9, 10, 11 y 12, los sustratos (x10) que llevan la capa de recubrimiento (x20) y que están en movimiento se representan con una estrella a su derecha.

De acuerdo con una realización mostrada en la figura 5A1, las etapas b) y c) del proceso descrito en el presente documento se llevan a cabo de manera parcialmente dinámica, en donde el sustrato (510) que lleva la capa de recubrimiento (520) está en movimiento continuo durante las etapas b1) y b2) y la etapa c), en donde las fuentes de radiación (541, 560) no están en movimiento (es decir, están estáticas) y en donde un primer dispositivo de generación de campo magnético (531) no está en movimiento (es decir, está estático) con respecto a la fuente de LED de radiación actínica (541). Como se muestra en la figura 5A1, el proceso descrito en el presente documento comprende, mientras el sustrato (510) que lleva la capa de recubrimiento (520) se mueve continuamente en las proximidades de, en particular sobre, un primer dispositivo de generación de campo magnético estático (531), i) una etapa b1) de exponer dicha capa de recubrimiento (520) al campo magnético de dicho primer dispositivo de generación de campo magnético estático (531) tales como los descritos en el presente documento, y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa b1), una etapa b2) de curar al menos parcialmente una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (520) con la fuente de LED de radiación actínica (541) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento con el fin de formar al menos parcialmente curadas una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (520) mientras que una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (520) aún no están curadas al menos parcialmente; y, una etapa c) de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (520) con una fuente de radiación convencional no direccionable (560), en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz lineal de la fuente de LED de radiación actínica (541) se encienden y se apagan de una manera dependiente

del tiempo de acuerdo con un primer patrón mientras el sustrato (510) que lleva la capa de recubrimiento (520) se mueve a lo largo del primer dispositivo de generación de campo magnético (531), o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (541) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón mientras el sustrato (510) que lleva la capa de recubrimiento (520) se mueve a lo largo del primer dispositivo de generación de campo magnético (531), o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (541) correspondientes al primer patrón se encienden todos a la vez durante un período de tiempo muy corto (curado instantáneo).

De acuerdo con una realización mostrada en la figura 5A2, las etapas b) y c) del proceso descrito en el presente documento se llevan a cabo de manera parcialmente dinámica, en donde el sustrato (510) que lleva la capa de recubrimiento (520) está en movimiento continuo durante las etapas b1) y b2) y la etapa c1), en donde dos fuentes de LED de radiación actínica (541-1, 541-2) no están en movimiento (es decir, están estáticas) y en donde un primer dispositivo de generación de campo magnético (531) no está en movimiento (es decir, está estático) con respecto al fuente de LED de radiación actínica (541). Como se muestra en la figura 5A2, el proceso descrito en el presente documento comprende, mientras el sustrato (510) que lleva la capa de recubrimiento (520) se mueve continuamente en las proximidades de, en particular sobre, un primer dispositivo de generación de campo magnético estático (531), i) una etapa b1) de exponer dicha capa de recubrimiento (520) al campo magnético de dicho primer dispositivo de generación de campo magnético estático (531) tales como los descritos en el presente documento, y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa b1), una etapa b2) de curar al menos parcialmente una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (520) con la fuente de LED de radiación actínica (541-1) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento con el fin de formar al menos parcialmente curadas una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (520) mientras que una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (520) aún no están curadas al menos parcialmente; y, una etapa c) de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (520) con la fuente de LED de radiación actínica (541-2) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento, en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz lineal de la fuente de LED de radiación actínica (541-1) o de la matriz bidimensional se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón mientras el sustrato (510) que lleva la capa de recubrimiento (520) se mueve a lo largo del primer dispositivo de generación de campo magnético (531) o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (541-1) se encienden todos a la vez de acuerdo con un primer patrón durante un período de tiempo muy corto (curado instantáneo), en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz lineal de la fuente de LED de radiación actínica (541-2) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un segundo patrón mientras el sustrato (510) que lleva la capa de recubrimiento (520) se mueve o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (541-2) correspondientes al segundo patrón se encienden todos a la vez durante un período de tiempo muy corto (curado instantáneo).

De acuerdo con una realización mostrada en la figura 9A1, las etapas b) y c) del proceso descrito en el presente documento se llevan a cabo de manera parcialmente dinámica, en donde el sustrato (910) que lleva la capa de recubrimiento (920) está en movimiento continuo durante las etapas b1) y b2) y las etapas c1) y c2), en donde las fuentes de radiación (941, 960) no están en movimiento (es decir, están estáticas) y en donde unos dispositivos de generación de campo magnético primero y segundo (931, 932) no están en movimiento (es decir, están estáticos) con respecto a la fuente de LED de radiación actínica (941). Como se muestra en la figura 9A1, el proceso descrito en el presente documento comprende, mientras el sustrato (910) que lleva la capa de recubrimiento (920) se mueve continuamente en las proximidades de, en particular sobre, un primer dispositivo de generación de campo magnético estático (931), i) una etapa b1) de exponer dicha capa de recubrimiento (920) al campo magnético de dicho primer dispositivo de generación de campo magnético estático (931) tales como los descritos en el presente documento, y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa b1), una etapa b2) de curar al menos parcialmente una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (920) con la fuente de LED de radiación actínica (941) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento con el fin de formar al menos parcialmente curadas una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (920) mientras que una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (920) aún no están curadas al menos parcialmente; y, mientras el sustrato (910) que lleva la capa de recubrimiento (920) se mueve continuamente en las proximidades de, en particular sobre, un segundo dispositivo de generación de campo magnético estático (932) tales como los

descritos en el presente documento y que tiene un patrón de líneas de campo magnético que es diferente del patrón de líneas de campo magnético del primer dispositivo de generación de campo magnético (931), ii) una etapa c1) de exponer dicha capa de recubrimiento (920) al campo magnético de dicho segundo dispositivo de generación de campo magnético estático (932) y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa c1), una etapa c2) de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (920) con una fuente de radiación convencional que no es direccionable (960), en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz lineal de la fuente de LED de radiación actínica (941) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón mientras el sustrato (910) que lleva la capa de recubrimiento (920) se mueve a lo largo del primer dispositivo de generación de campo magnético (931), o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (941) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón mientras el sustrato (910) que lleva la capa de recubrimiento (920) se mueve a lo largo del primer dispositivo de generación de campo magnético (931), o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (941) correspondientes al primer patrón se encienden todos a la vez durante un período de tiempo muy corto (curado instantáneo).

De acuerdo con una realización mostrada en las figuras 9A2-3, las etapas b) y c) del proceso descrito en el presente documento se llevan a cabo de manera parcialmente dinámica, en donde el sustrato (910) que lleva la capa de recubrimiento (920) está en movimiento continuo durante las etapas b1) y b2) y las etapas c1) y c2), en donde dos fuentes de LED de radiación actínica (941-1, 941-2) no están en movimiento (es decir, están estáticas) y en donde unos dispositivos de generación de campo magnético primero y segundo (931, 932) no están en movimiento (es decir, están estáticos) con respecto a las fuentes de LED de radiación actínica. Como se muestra en la figura 9A2, el proceso descrito en el presente documento comprende, mientras el sustrato (910) que lleva la capa de recubrimiento (920) se mueve continuamente en las proximidades de, en particular sobre, un primer dispositivo de generación de campo magnético estático (931), i) una etapa b1) de exponer dicha capa de recubrimiento

(920) al campo magnético de dicho primer dispositivo de generación de campo magnético estático (931) tales como los descritos en el presente documento, y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa b1), una etapa b2) de curar al menos parcialmente una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (920) con la fuente de LED de radiación actínica (941-1) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento con el fin de formar al menos parcialmente curadas una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (920) mientras que una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (920) aún no están curadas al menos parcialmente; y, después de haber movido el sustrato (910) que lleva la capa de recubrimiento (920) en las proximidades de, en particular sobre, un segundo dispositivo de generación de campo magnético estático (932) tales como los descritos en el presente documento, teniendo dicho segundo dispositivo de generación de campo magnético (932) un patrón de líneas de campo magnético que es diferente del patrón de líneas de campo magnético del primer dispositivo de generación de campo magnético (931), ii) una etapa c1) de exponer dicha capa de recubrimiento (920) al campo magnético de dicho segundo dispositivo de generación de campo magnético estático (932) y, preferentemente al menos parcialmente de manera simultánea con dicha etapa c1), una etapa c2) de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (920) con la fuente de LED de radiación actínica (941-2) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento, en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz lineal de la fuente de LED de radiación actínica (941-1) o de la matriz bidimensional se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón mientras el sustrato (910) que lleva la capa de recubrimiento (920) se mueve a lo largo del primer dispositivo de generación de campo magnético (931) o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (941-1) se encienden todos a la vez durante un período de tiempo muy corto de acuerdo con un primer patrón mientras el sustrato (910) que lleva la capa de recubrimiento (920) se mueve a lo largo del primer dispositivo de generación de campo magnético (931), en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz lineal de la fuente de LED de radiación actínica (941-2) o de la matriz bidimensional se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un segundo patrón mientras el sustrato (910) que lleva la capa de recubrimiento (920) se mueve a lo largo del segundo dispositivo de generación de campo magnético (932) o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (941-2) se encienden todos a la vez durante un período de tiempo muy corto de acuerdo con un segundo patrón mientras el sustrato (910) que lleva la capa de recubrimiento (920) se mueve a lo largo del segundo dispositivo de generación de campo magnético (932).

Como se muestra en la figura 9A3 y siempre que la fuente de LED de radiación actínica (941-2) usada durante la etapa c2) no cure al menos parcialmente toda la superficie de la capa de recubrimiento (920) de tal manera que $n^{\text{ésimas}}$ (tercera, cuarta, etc.) zonas (A3) de la capa de recubrimiento (920) no están expuestas a irradiación y no están curadas al menos parcialmente, el proceso descrito en el presente documento puede comprender además, después de haber movido el sustrato (910) que lleva la capa de recubrimiento (920) sobre un $n^{\text{ésimo}}$ (tercero, cuarto, etc.) dispositivo de generación de campo magnético estático (933) tales como los descritos en el presente documento, n etapas de d1) exponer la capa de recubrimiento (920) al campo magnético de un $n^{\text{ésimo}}$ dispositivo de generación de campo magnético estático (933) y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa d1), una etapa d2) de curar al menos parcialmente dicha una o más $n^{\text{ésimas}}$ (tercera, cuarta, etc.) zonas (A3) de la capa de recubrimiento (920) con una fuente de LED de radiación actínica (941-3) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o con una fuente de radiación convencional no direccionable (960). Como alternativa, la etapa d2) puede llevarse a cabo encendiendo todos los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (941-3) al mismo tiempo para curar dicha una o más $n^{\text{ésimas}}$ (tercera, cuarta, etc.) zonas (A3) y para curar toda la capa de recubrimiento (920).

De acuerdo con una realización mostrada en la figura 10A1, las etapas b) y c) del proceso descrito en el presente documento se llevan a cabo de manera parcialmente dinámica, en donde el sustrato (1010) que lleva la capa de recubrimiento (1020) está en movimiento continuo durante las etapas b1) y b2) y las etapas c1) y c2), en donde las fuentes de radiación (1041, 1060) no están en movimiento (es decir, están estáticas), y en donde se usa un único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031) durante la etapa b1) y c1), dicho único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031) no está en movimiento (es decir, está estático) con respecto a la fuente de LED de radiación actínica (1041) y en donde el sustrato (1010) que lleva la capa de recubrimiento (1020) se mueve continuamente en las proximidades de, en particular sobre, diferentes regiones del único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031) en lugar de usar diferentes dispositivos de generación de campo magnético primero y segundo. Como se muestra en la figura 10A1, el proceso descrito en el presente documento comprende, mientras el sustrato (1010) que lleva la capa de recubrimiento (1020) se mueve continuamente en las proximidades de, en particular sobre, una primera región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031), i) una etapa b1) de exponer dicha capa de recubrimiento (1020) al campo magnético de dicha primera región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031) tales como los descritos en el presente documento, y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa b1), una etapa b2) de curar al menos parcialmente una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (1020) con la fuente de LED de radiación actínica (1041) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento con el fin de formar al menos parcialmente curadas una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (1020) mientras que una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (1020) aún no están curadas al menos parcialmente; y, mientras el sustrato (1010) que lleva la capa de recubrimiento (1020) se mueve continuamente en las proximidades de, en particular sobre, una segunda región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031) que tiene un patrón diferente de líneas de campo magnético que el patrón de líneas de campo magnético de la primera región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031), ii) una etapa c1) de exponer la capa de recubrimiento (1020) al campo magnético de dicho único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031) y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa c1), una etapa c2) de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (1020) con una fuente de radiación convencional que no es direccionable (1060), en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz lineal de la fuente de LED de radiación actínica (1041) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón, mientras el sustrato (1010) que lleva la capa de recubrimiento (1020) se mueve a lo largo de la primera región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031) o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (1041) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón mientras el sustrato (1010) que lleva la capa de recubrimiento (1020) se mueve a lo largo de la primera región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031), o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (1041) correspondientes al primer patrón se encienden todos a la vez durante un período de tiempo muy corto (curado instantáneo).

De acuerdo con una realización mostrada en las figuras 10A2-3, las etapas b) y c) del proceso descrito en el presente documento se llevan a cabo de manera parcialmente dinámica, en donde el sustrato (1010) que lleva la capa de recubrimiento (1020) está en movimiento continuo durante las etapas b1) y b2) y las etapas c1) y c2), en donde dos fuentes de LED de radiación actínica (1041-1, 1041-2) no están en movimiento (es decir, están estáticas), y en donde se usa un único dispositivo de generación de campo magnético estático

(1031) durante la etapa b1) y c1), no estando dichos dispositivos de generación de campo magnético (1031) en movimiento (es decir, están estáticos) con respecto a las fuentes de LED de radiación actínica y en donde el sustrato (1010) que lleva la capa de recubrimiento (1020) se mueve continuamente en las proximidades de, en particular sobre, diferentes regiones del único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031) en lugar de usar diferentes dispositivos de generación de campo magnético primero y segundo. Como se muestra en la figura 10A2, el proceso descrito en el presente documento comprende, mientras el sustrato (1010) que lleva la capa de recubrimiento (1020) se mueve continuamente en las proximidades de, en particular sobre, una primera región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031) i) una etapa b1) de exponer dicha capa de recubrimiento (1020) al campo magnético de dicha primera región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031) tales como los descritos en el presente documento, y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa b1), una etapa b2) de curar al menos parcialmente una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (1020) con la fuente de LED de radiación actínica (1041-1) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento con el fin de formar al menos parcialmente curadas una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (1020) mientras que una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (1020) aún no están curadas al menos parcialmente; y, mientras el sustrato (1010) que lleva la capa de recubrimiento (1020) se mueve continuamente en las proximidades de, en particular sobre, una segunda región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031) que tiene un patrón diferente de líneas de campo magnético que el patrón de líneas de campo magnético de la primera región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031), ii) una etapa c1) de exponer la capa de recubrimiento (1020) al campo magnético de la segunda región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031) y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa c1), una etapa c2) de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (1020) con la fuente de LED de radiación actínica (1041-2) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento, en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz lineal de la fuente de LED de radiación actínica (1041-1) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón mientras el sustrato (1010) que lleva la capa de recubrimiento (1020) se mueve a lo largo de la primera región del dispositivo de generación de campo magnético (1031) o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (1041-1) se encienden y se apagan de manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón mientras el sustrato (1010) que lleva la capa de recubrimiento (1020) se mueve a lo largo de la primera región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031), o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (1041-1) correspondientes al primer patrón se encienden todos a la vez durante un período de tiempo muy corto (curado instantáneo), en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz lineal de la fuente de LED de radiación actínica (1041-2) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un segundo patrón mientras el sustrato (1010) que lleva la capa de recubrimiento (1020) se mueve a lo largo de la segunda región del dispositivo de generación de campo magnético (1032), o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (1041-2) se encienden y se apagan en una de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un segundo patrón mientras el sustrato (1010) que lleva la capa de recubrimiento (1020) se mueve a lo largo de la segunda región del dispositivo de generación de campo magnético (1032), o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (1041-2) correspondientes al segundo patrón se encienden todos a la vez durante un período de tiempo muy corto (curado instantáneo).

Como se muestra en la figura 10A3 y siempre que la fuente de LED de radiación actínica (1041-2) usada durante la etapa c2) no cure al menos parcialmente toda la superficie de la capa de recubrimiento (1020) de tal manera que una o más $n^{\text{ésimas}}$ (tercera, cuarta, etc.) zonas (A3) de la capa de recubrimiento (1020) no están expuestas a irradiación y a un curado al menos parcial, el proceso descrito en el presente documento puede comprender además n etapas de, mientras el sustrato (1010) que lleva la capa de recubrimiento (1020) se mueve en las proximidades de, en particular sobre, una $n^{\text{ésima}}$ (tercera, cuarta, etc.) región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031), i) una etapa d1) de exponer la capa de recubrimiento (1020) al campo magnético de la $n^{\text{ésima}}$ (tercera, cuarta, etc.) región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031) y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa d1), una etapa d2) de curar al menos parcialmente dicha una o más $n^{\text{ésimas}}$ (tercera, cuarta, etc.) zonas (A3) de la capa de recubrimiento (1020) con una fuente de LED de radiación actínica (1041-3) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o con una fuente de radiación convencional no direccionable (1060). Como alternativa, la etapa d2) puede llevarse a cabo encendiendo todos los

emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la fuente de LED de radiación actínica (1041-3) al mismo tiempo para curar dicha una o más ⁿésimas (tercera, cuarta, etc.) zonas (A3) y para curar toda la capa de recubrimiento (1020). En lugar de exponer la capa de recubrimiento (1020) al campo magnético de la ⁿésima (tercera, cuarta, etc.) región del único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031), dicha capa de recubrimiento (1020) puede exponerse a un dispositivo de generación de campo magnético que sea diferente del único dispositivo de generación de campo magnético estático (1031).

De acuerdo con una realización mostrada en la figura 6A1, las etapas b) y c) del proceso descrito en el presente documento se llevan a cabo de manera dinámica, en donde el sustrato (610) que lleva la capa de recubrimiento (620) está en movimiento continuo durante las etapas b1) y b2) y la etapa c), en donde las fuentes de radiación (641, 660) no están en movimiento (es decir, están estáticas), y en donde un primer dispositivo de generación de campo magnético (631) está en movimiento preferentemente a la misma velocidad que la capa de recubrimiento (620). Como se muestra en la figura 6A1, el proceso descrito en el presente documento comprende, mientras el sustrato (610) que lleva la capa de recubrimiento (620) se mueve conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético (631), i) una etapa b1) de exponer dicha capa de recubrimiento (620) al campo magnético de dicho primer dispositivo de generación de campo magnético (631) tales como los descritos en el presente documento, y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa b1), una etapa b2) de curar al menos parcialmente una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (620) con la fuente de LED de radiación actínica (641) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento con el fin de formar al menos parcialmente curadas una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (620) mientras que una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (620) aún no están curadas al menos parcialmente; y una etapa c) de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (620) con una fuente de radiación convencional no direccionable (660), en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz lineal de la fuente de LED de radiación actínica (641) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón, mientras el sustrato (610) que lleva la capa de recubrimiento (620) se mueve conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético (631) o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (641) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón mientras el sustrato (610) que lleva la capa de recubrimiento (620) se mueve conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético (631), o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (641) correspondientes al primer patrón se encienden todos a la vez durante un período de tiempo muy corto (curado instantáneo).

De acuerdo con una realización mostrada en la figura 6A2, las etapas b) y c) del proceso descrito en el presente documento se llevan a cabo de manera dinámica, en donde el sustrato (610) que lleva la capa de recubrimiento (620) está en movimiento continuo durante las etapas b1) y b2) y la etapa c), en donde las dos fuentes de LED de radiación actínica (641-1, 641-2) no están en movimiento (es decir, están estáticas), y en donde un primer dispositivo de generación de campo magnético (631) está en movimiento preferentemente a la misma velocidad que la capa de recubrimiento (620). Como se muestra en la figura 6A2, el proceso descrito en el presente documento comprende, mientras el sustrato (610) que lleva la capa de recubrimiento (620) se mueve conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético (631), i) una etapa b1) de exponer dicha capa de recubrimiento (620) al campo magnético de dicho primer dispositivo de generación de campo magnético (631) tales como los descritos en el presente documento, y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa b1), una etapa b2) de curar al menos parcialmente una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (620) con la fuente de LED de radiación actínica (641-1) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento con el fin de formar al menos parcialmente curadas una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (620) mientras que una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (620) aún no están curadas al menos parcialmente; y, una etapa c) de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (620) con la fuente de LED de radiación actínica (641-2) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento, en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz lineal de la fuente de LED de radiación actínica (641-1) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón mientras el sustrato (610) que lleva la capa de recubrimiento (620) se mueve conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético (631) o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (641-1) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón mientras el sustrato (610) que lleva la capa de recubrimiento (620) se mueve conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético

(631), o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (641-1) correspondientes al primer patrón se encienden todos a la vez durante un período de tiempo muy corto (curado instantáneo), en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz lineal de la fuente de LED de radiación actínica (641-2) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un segundo patrón mientras el sustrato (610) que lleva la capa de recubrimiento (620) se mueve o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (641-2) correspondientes al segundo patrón se encienden todos a la vez durante un período de tiempo muy corto (curado instantáneo).

De acuerdo con una realización mostrada en la figura 11A1, las etapas b) y c) del proceso descrito en el presente documento se llevan a cabo de manera parcialmente dinámica, en donde el sustrato (1110) que lleva la capa de recubrimiento (1120) está en movimiento continuo durante las etapas b1) y b2) y las etapas c1) y c2), en donde las fuentes de radiación (1141, 1160) no están en movimiento (es decir, están estáticas), en donde un primer dispositivo de generación de campo magnético (831) está en movimiento preferentemente a la misma velocidad que la capa de recubrimiento (1120) y en donde un segundo dispositivo de generación de campo magnético (1132) no está en movimiento (es decir, está estático) con respecto a la fuente de radiación (1160). Como se muestra en la figura 11A1, el proceso descrito en el presente documento comprende, mientras el sustrato (1110) que lleva la capa de recubrimiento (1120) se mueve conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético (1131), i) una etapa b1) de exponer dicha capa de recubrimiento (1120) al campo magnético de dicho primer dispositivo de generación de campo magnético (1131) tales como los descritos en el presente documento, y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa b1), una etapa b2) de curar al menos parcialmente una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (1120) con la fuente de LED de radiación actínica (1141) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento con el fin de formar al menos parcialmente curadas una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (1120) mientras que una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (1120) aún no están curadas al menos parcialmente; y, mientras el sustrato (1110) que lleva la capa de recubrimiento (1120) se mueve continuamente en las proximidades de, en particular sobre, un segundo dispositivo de generación de campo magnético estático (1132) tales como los descritos en el presente documento, ii) una etapa c1) de exponer dicha capa de recubrimiento (1120) al campo magnético de dicho segundo dispositivo de generación de campo magnético (1132) y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa c1), una etapa c2) de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (1120) con una fuente de radiación convencional que no es direccionable (1160), en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz lineal de la fuente de LED de radiación actínica (1141) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón, mientras el sustrato (1110) que lleva la capa de recubrimiento (1120) se mueve conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético (1131) o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (1141) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón mientras el sustrato (1110) que lleva la capa de recubrimiento (1120) se mueve conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético (1131), o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (1141) correspondientes al primer patrón se encienden todos a la vez durante un período de tiempo muy corto (curado instantáneo). En lugar de usar el primer dispositivo de generación de campo magnético (1131) que está en movimiento y el segundo dispositivo de generación de campo magnético (1132) que no está en movimiento (es decir, está estático) con respecto a la fuente de radiación (1160) como se muestra en las figuras 11A1-A3, el proceso descrito en el presente documento puede usar un primer dispositivo de generación de campo magnético (1131) que no está en movimiento (es decir, está estático) y un segundo dispositivo de generación de campo magnético (1132) que está en movimiento con respecto a la fuente de radiación (no mostrado en las figuras 11A1-3).

De acuerdo con una realización mostrada en las figuras 11A2-3, las etapas b) y c) del proceso descrito en el presente documento se llevan a cabo de manera parcialmente dinámica, en donde el sustrato (1110) que lleva la capa de recubrimiento (1120) está en movimiento continuo durante las etapas b1) y b2) y las etapas c1) y c2), en donde las dos fuentes de LED de radiación actínica (1141-1, 1141-2) no están en movimiento (es decir, están estáticas), en donde un primer dispositivo de generación de campo magnético (1131) está en movimiento preferentemente a la misma velocidad que la capa de recubrimiento (1120) y en donde un segundo dispositivo de generación de campo magnético (1132) no está en movimiento (es decir, está estático) con respecto a la fuente de radiación (1141-2). Como se muestra en la figura 11A2, el proceso descrito en el presente documento comprende, mientras el sustrato (1110) que lleva la capa de recubrimiento (1120) se mueve conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético (1131), i) una etapa b1) de exponer dicha capa de recubrimiento (1120) al campo magnético de dicho primer dispositivo de generación de campo magnético (1131) tales como los descritos en el presente documento, y,

- preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa b1), una etapa b2) de curar al menos parcialmente una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (1120) con la fuente de LED de radiación actínica (1141-1) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento con el fin de formar al menos parcialmente curadas una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (1120) mientras que una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (1120) aún no están curadas al menos parcialmente; y, mientras el sustrato (1110) que lleva la capa de recubrimiento (1120) se mueve continuamente en las proximidades de, en particular sobre, un segundo dispositivo de generación de campo magnético estático (1132) tales como los descritos en el presente documento, ii) una etapa c1) de exponer dicha capa de recubrimiento (1120) al campo magnético de dicho segundo dispositivo de generación de campo magnético (1132) y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa c1), una etapa c2) de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (1120) con la fuente de LED de radiación actínica (1141-2) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento, en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz lineal de la fuente de LED de radiación actínica (1141-1) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón mientras el sustrato (1110) que lleva la capa de recubrimiento (1120) se mueve conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético (1131) o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (1141-1) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón mientras el sustrato (1110) que lleva la capa de recubrimiento (1120) se mueve conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético (1131), o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (1141-1) se encienden a la vez correspondientemente con el primer patrón durante un período de tiempo muy corto (curado instantáneo), en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz lineal de la fuente de LED de radiación actínica (1141-2) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un segundo patrón mientras el sustrato (1110) que lleva la capa de recubrimiento (1120) se mueve en las proximidades de, en particular sobre, el segundo dispositivo de generación de campo magnético (1132), o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (1141-2) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un segundo patrón mientras el sustrato (1110) que lleva la capa de recubrimiento (1120) se mueve en las proximidades de, en particular sobre, el segundo dispositivo de generación de campo magnético (1132), o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (1141-2) correspondientes al segundo patrón correspondientes al segundo patrón se encienden todos a la vez durante un período de tiempo muy corto (curado instantáneo).
- 40 Como se muestra en la figura 11A3 y siempre que la fuente de LED de radiación actínica (1141-2) usada durante la etapa c2) no cure al menos parcialmente toda la superficie de la capa de recubrimiento (1120) de tal manera que una o más ⁿésimas (tercera, cuarta, etc.) zonas (A3) de la capa de recubrimiento (1120) no están expuestas a irradiación y a un curado al menos parcial, el proceso descrito en el presente documento puede comprender además n etapas de, mientras el sustrato (1110) que lleva la capa de recubrimiento (1120) se mueve en las proximidades de, en particular sobre, un ⁿésimo (tercero, cuarto, etc.) dispositivo de generación de campo magnético (1133), i) una etapa d1) de exponer la capa de recubrimiento (1120) al campo magnético de un ⁿésimo (tercero, cuarto, etc.) dispositivo de generación de campo magnético (1133) y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa d1), una etapa d2) de curar al menos parcialmente dicha una o más ⁿésimas (tercera, cuarta, etc.) zonas (A3) de la capa de recubrimiento (1120) con una fuente de LED de radiación actínica (1141-3) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o con una fuente de radiación convencional no direccionable (1160).
- 55 De acuerdo con una realización mostrada en la figura 12A1, las etapas b) y c) del proceso descrito en el presente documento se llevan a cabo de manera dinámica, en donde el sustrato (1210) que lleva la capa de recubrimiento (1220) está en movimiento continuo durante las etapas b1) y b2) y las etapas c1) y c2), en donde las fuentes de radiación (1241, 1260) no están en movimiento (es decir, están estáticas), en donde unos dispositivos de generación de campo magnético primero y segundo (1231, 1232) están en movimiento preferentemente a la misma velocidad que el sustrato (1210) que lleva la capa de recubrimiento (1220). Como se muestra en la figura 12A1, el proceso descrito en el presente documento comprende, mientras el sustrato (1210) que lleva la capa de recubrimiento (1220) se mueve conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético (1231), el proceso descrito en el presente documento comprende, mientras el sustrato (1210) que lleva la capa de recubrimiento (1220) se mueve conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético (1231), i) una etapa b1) de exponer dicha capa de recubrimiento (1220) al campo magnético de dicho primer dispositivo de generación de campo magnético

(1231) tales como los descritos en el presente documento, y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa b1), una etapa b2) de curar al menos parcialmente una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (1220) con la fuente de LED de radiación actínica (1241) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento con el fin de formar al menos parcialmente curadas una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (1220) mientras que una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (1220) aún no están curadas al menos parcialmente; y, mientras el sustrato (1210) que lleva la capa de recubrimiento (1220) se mueve conjuntamente con un segundo dispositivo de generación de campo magnético (1232) tales como los descritos en el presente documento, ii) una etapa c1) de exponer dicha capa de recubrimiento (1220) al campo magnético de dicho segundo dispositivo de generación de campo magnético (1232) que tiene un patrón de líneas de campo magnético que es diferente del patrón de líneas de campo magnético del primer dispositivo de generación de campo magnético (1231), y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa c1), una etapa c2) de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (1220) con una fuente de radiación convencional que no es direccionable (1260), en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz lineal de la fuente de LED de radiación actínica (1241) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón, mientras el sustrato (1210) que lleva la capa de recubrimiento (1220) se mueve conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético (1231) o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (1241) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón mientras el sustrato (1210) que lleva la capa de recubrimiento (1220) se mueve conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético (1231) o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (1241) correspondientes al primer patrón se encienden todos a la vez durante un período de tiempo muy corto (curado instantáneo).

De acuerdo con una realización mostrada en las figuras 12A2-3, las etapas b) y c) del proceso descrito en el presente documento se llevan a cabo de manera dinámica, en donde el sustrato (1210) que lleva la capa de recubrimiento (1220) está en movimiento continuo durante las etapas b1) y b2) y las etapas c1) y c2), en donde la fuente de LED de radiación actínica (1241-1, 1241-2) no está en movimiento (es decir, está estática), en donde unos dispositivos de generación de campo magnético primero y segundo (1231, 1232) están en movimiento preferentemente a la misma velocidad que el sustrato (1210) que lleva la capa de recubrimiento (1220). Como se muestra en la figura 12A1, el proceso descrito en el presente documento comprende, mientras el sustrato (1210) que lleva la capa de recubrimiento (1220) se mueve conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético (1231), i) una etapa b1) de exponer dicha capa de recubrimiento (1220) al campo magnético de dicho primer dispositivo de generación de campo magnético (1231) tales como los descritos en el presente documento, y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa b1), una etapa b2) de curar al menos parcialmente una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (1220) con la fuente de LED de radiación actínica (1241-1) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento con el fin de formar al menos parcialmente curadas una o más primeras zonas (A1) de la capa de recubrimiento (1220) mientras que una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (1220) aún no están curadas al menos parcialmente; y, mientras el sustrato (1210) que lleva la capa de recubrimiento (1220) se mueve conjuntamente con un segundo dispositivo de generación de campo magnético estático (1232) tales como los descritos en el presente documento y que tiene un patrón de líneas de campo magnético que es diferente del patrón de líneas de campo magnético del primer dispositivo de generación de campo magnético (1231), ii) una etapa c1) de exponer dicha capa de recubrimiento (1220) al campo magnético de dicho segundo dispositivo de generación de campo magnético (1232) y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa c1), una etapa c2) de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas (A2) de la capa de recubrimiento (1220) con la fuente de LED de radiación actínica (1241-2) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento, en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz lineal de la fuente de LED de radiación actínica (1241-1) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón mientras el sustrato (1210) que lleva la capa de recubrimiento (1220) se mueve conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético (1231) o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (1241-1) e encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un primer patrón mientras el sustrato (1210) que lleva la capa de recubrimiento (1220) se mueve conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético (1231), o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (1241-1) correspondientes al primer patrón se encienden todos a la vez durante un período de tiempo muy corto (curado instantáneo), en donde los emisores de radiación actínica direccionables

individualmente de la matriz lineal de la fuente de LED de radiación actínica (1241-2) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un segundo patrón mientras el sustrato (1210) que lleva la capa de recubrimiento (1220) se mueve conjuntamente con el segundo dispositivo de generación de campo magnético (1232) o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (1241-2) se encienden y se apagan de una manera dependiente del tiempo de acuerdo con un segundo patrón mientras el sustrato (1210) que lleva la capa de recubrimiento (1220) se mueve conjuntamente con el segundo dispositivo de generación de campo magnético (1232) o en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente de la matriz bidimensional de la fuente de LED de radiación actínica (1241-2) correspondientes al segundo patrón se encienden todos a la vez durante un período de tiempo muy corto (curado instantáneo). Como se muestra en la figura 12A3 y siempre que la fuente de LED de radiación actínica (1241-2) usada durante la etapa c2) no cure al menos parcialmente toda la superficie de la capa de recubrimiento (1220) de tal manera que una o más $n^{\text{ésimas}}$ (tercera, cuarta, etc.) zonas (A3) de la capa de recubrimiento (1220) no están expuestas a irradiación y a un curado al menos parcial, el proceso descrito en el presente documento puede comprender además n etapas de, mientras el sustrato (1210) que lleva la capa de recubrimiento (1220) se mueve conjuntamente con un $n^{\text{ésimo}}$ (tercero, cuarto, etc.) dispositivo de generación de campo magnético (1233), i) una etapa d1) de exponer la capa de recubrimiento (1220) al campo magnético de dicho $n^{\text{ésimo}}$ (tercero, cuarto, etc.) dispositivo de generación de campo magnético (1233) y, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa d1), una etapa d2) de curar al menos parcialmente dicha una o más $n^{\text{ésimas}}$ (tercera, cuarta, etc.) zonas (A3) de la capa de recubrimiento (1220) con una fuente de LED de radiación actínica (1241-3) que comprende la matriz lineal de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o que comprende la matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el presente documento o con una fuente de radiación convencional no direccionable (1260).

Los procesos para producir las capas de efecto óptico (OEL) descritos en el presente documento pueden comprender además una etapa de exponer la capa de recubrimiento (x10) a un campo magnético dinámico de un dispositivo con el fin de orientar biaxialmente al menos una parte de las partículas de pigmento magnetizables o magnéticas no esféricas, preferentemente las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaqueta, dicha etapa se produce antes de o simultáneamente con la etapa b1) y antes de la etapa b2) y/o antes de o simultáneamente con la etapa c1) y antes de la etapa c2). Los procesos que comprenden tal etapa de exponer una composición a un campo magnético dinámico de un dispositivo magnético con el fin de orientar biaxialmente al menos una parte de las partículas de pigmento magnetizables o magnéticas no esféricas se divulgan en el documento WO 2015/086257 A1. Llevar a cabo una orientación biaxial significa que las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables se fabrican para orientarse de tal manera que sus dos ejes principales están restringidos. Es decir, cada partícula de pigmento magnética o magnetizable no esférica, preferentemente partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaqueta, puede considerarse que tiene un eje mayor en el plano de la partícula de pigmento y un eje menor ortogonal en el plano de la partícula de pigmento. Se hace que cada uno de los ejes mayor y menor de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables se orienten de acuerdo con el campo magnético dinámico. Efectivamente, esto da como resultado que las partículas de pigmento magnéticas vecinas que están próximas entre sí en el espacio sean esencialmente paralelas entre sí. Con el fin de realizar una orientación biaxial, las partículas de pigmento magnéticas, preferentemente en forma de plaqueta, no esféricas deben someterse a un campo magnético externo de dirección variable y fuertemente dependiente del tiempo.

Los dispositivos especialmente preferidos para orientar biaxialmente las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, preferentemente en forma de plaqueta, no esféricas se divulgan en el documento EP 2 157 141 A1. El dispositivo divulgado en el documento EP 2 157 141 A1 proporciona un campo magnético dinámico que cambia su dirección forzando a las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables a oscilar rápidamente hasta que ambos ejes principales, el eje X y el eje Y, se vuelven sustancialmente paralelos a la superficie del sustrato, es decir, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables rotan hasta que llegan a la formación en forma de lámina estable con sus ejes X e Y sustancialmente paralelos a la superficie del sustrato y se planarizan en dichas dos dimensiones. Otros dispositivos especialmente preferidos para orientar biaxialmente las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, preferentemente en forma de plaqueta, no esféricas comprenden matrices de Halbach de imanes permanentes lineales, es decir, unos conjuntos que comprenden una pluralidad de imanes con diferentes direcciones de magnetización. Una descripción detallada de los imanes permanentes de Halbach fue dada por Z.Q. Zhu y D. Howe (Halbach permanent magnet machines and applications: a review, IEE. Proc. Electric Power Appl., 2001, 148, páginas 299-308). El campo magnético producido por tal matriz de Halbach tiene las propiedades de que se concentra en un lado de la matriz mientras se debilita casi a cero en el otro lado. El documento WO 2016/083259 A1 divulga unos dispositivos adecuados para orientar biaxialmente partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, en donde dichos dispositivos comprenden un conjunto de cilindro de Halbach. Otros dispositivos especialmente preferidos para orientar biaxialmente las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, preferentemente en forma de plaqueta, no esféricas son los imanes giratorios, comprendiendo dichos imanes unos imanes giratorios en forma de disco o conjuntos magnéticos que están

esencialmente magnetizados a lo largo de su diámetro. Los imanes giratorios o conjuntos magnéticos adecuados se describen en el documento US 2007/0172261 A1, dichos imanes giratorios o conjuntos magnéticos generan campos magnéticos variables en el tiempo radialmente simétricos, permitiendo la biorientación de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables de una composición de recubrimiento aún no curada o endurecida. Estos imanes o conjuntos magnéticos se accionan por un eje (o husillo) conectado a un motor externo. El documento CN 102529326 B divulga ejemplos de dispositivos que comprenden imanes giratorios que podrían ser adecuados para orientar biaxialmente las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables. En una realización preferida, los dispositivos adecuados para orientar biaxialmente las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, preferentemente en forma de plaqueta, no esféricas son unos imanes giratorios en forma de disco sin eje o unos conjuntos magnéticos restringidos en una carcasa fabricada con material no magnético, preferentemente no conductor, y se accionan por una o más bobinas de alambre magnético enrolladas alrededor de la carcasa. Ejemplos de tales conjuntos magnéticos o imanes giratorios en forma de disco sin eje se divulgan en los documentos WO 2015/082344 A1, WO 2016/026896 A1 y WO 2018/141547 A1.

La fuente de LED de radiación actínica (x41) descrita en el presente documento comprende la matriz, en particular la matriz lineal o bidimensional, de irradiación, preferentemente UV-Vis, los emisores, en particular unos chips, en un *sustrato de metal aislado* (IMS), en donde dicha fuente tiene una superficie lo suficientemente grande como para producir la cantidad necesaria de radiación, en particular, la cantidad necesaria de radiación UV. Están disponibles chips UV-LED de alta potencia de tamaño pequeño, por ejemplo, el ES-EESVF11M de EPISTAR, que mide 11 x 11 mil (280 x 280 μm), una longitud de onda de emisión entre 395 y 415 nm; un flujo radiante 28 mW a 20 mA; potencia máxima de 67mW a 50mA bajo enfriamiento eficiente. Estos chips pueden ensamblarse en forma de matriz lineal en una tecnología Chip a bordo (CoB) en un sustrato metálico aislado (IMS), por ejemplo, una placa de cobre-aislante-aluminio. IMS tiene la ventaja de proporcionar una disipación de calor muy eficiente. Los chips semiconductores se pegan o sueldan directamente, preferentemente soldados directamente, al sustrato por un robot, y a continuación se cablean por el mismo robot a un patrón conductor preestablecido en el sustrato. La tecnología CoB permite alcanzar la mayor densidad de componentes, debido a que se usan chips descubiertos, sin gastos de embalaje. El cableado puede protegerse contra daños mecánicos incrustándose en un polímero, en particular polímeros de silicona transparentes a los rayos UV y resistentes a la luz.

Para las realizaciones donde la irradiación con la fuente de LED de radiación actínica (x41) sobre la capa de recubrimiento (320) se lleva a cabo con una reducción de tamaño, es adecuada una matriz lineal de 256 píxeles de chips ES-EESVF11M de aproximadamente 75 mm (3 pulgadas) de largo y que están dispuestos en el plano objeto de una óptica de proyección de cuarzo de baja pérdida. Preferentemente, la imagen de la matriz de píxeles se elige para que sea aproximadamente la mitad de su tamaño lineal original. Por ejemplo, un tamaño de la o las zonas selectivamente curables mide 38 x 0,14 mm y produce una resolución de 170 puntos por pulgada en la densidad de iluminación cuádruple. Al reducir la imagen, se obtiene ventajosamente una resolución de dpi más alta y una densidad de irradiación más alta.

Está disponible la lógica de direccionamiento/accionamiento para encender y apagar individualmente cada uno de los emisores de la matriz, por ejemplo, de Texas Instrument (véanse los controladores de disipador LED de corriente constante de 16 canales con entrada en serie TLC5925, TLC5926 o TLC5927). Estos chips permiten establecer la corriente de operación deseada de la fuente de LED de radiación actínica (x41) mediante una resistencia de valor apropiado. Los controladores se usan preferentemente en la versión de chip descubierto, de tal manera que la integración de la lógica de direccionamiento en la matriz de la fuente de LED de radiación actínica (x41) pueda realizarse en tecnología CoB, también, por cableado. 256 píxeles necesitan en total 16 de estos circuitos de controlador, más un chip decodificador de direccionamiento de 4 bits a 16 líneas conectado a las líneas de "activación" de los circuitos de controlador.

Los controladores de los emisores de la fuente de LED de radiación actínica (x41) se direccionan por un flujo de datos en serie. La figura 14 muestra el diagrama lógico para la lectura de los datos en serie. Los datos se registran (RELOJ) a una velocidad de 30 MHz, comenzando con el bit más significativo (Salida15) y terminando con el bit menos significativo (Salida0). Una vez leídos los datos, se registra la retención activada (LE), que almacenará los últimos 16 bits en el chip. Al establecer la activación de salida baja, se visualizan los datos almacenados, es decir, se encienden los diodos correspondientes. En el ejemplo mostrado, los diodos n.º 0,3,4,5,10,13,15 están encendidos. El direccionamiento de múltiples unidades decodificadoras se realiza a través de la línea retención activada, que se registra individualmente para cada decodificador cuando el flujo de datos en serie ha alcanzado la posición correspondiente a los datos a visualizar por el decodificador en cuestión. La figura 13 muestra un esbozo esquemático de cómo el chip lógico de direccionamiento/accionamiento está conectado a los chips y la figura 14 muestra esquemáticamente dos opciones de cómo las unidades individuales de 16 emisores pueden ensamblarse entre sí.

Los controladores de emisor se direccionan mediante un flujo de datos en serie. La figura 15 muestra el diagrama lógico para la lectura de los datos en serie, en donde los datos se registran (RELOJ) a una velocidad de 30 MHz, comenzando con el bit más significativo (Salida15) y terminando con el bit menos

significativo (Salida0). Una vez leídos los datos, se registra la retención activada (LE), que almacenará los últimos 16 bits en el chip. Al establecer la activación de salida (OE) baja, se visualizan los datos almacenados, es decir, se encienden los emisores correspondientes. En el ejemplo mostrado, los emisores n.º 0,3,4,5,10,13,15 están encendidos. El direccionamiento de múltiples unidades decodificadoras se realiza a través de la línea retención activada, que se registra individualmente para cada decodificador cuando el flujo de datos en serie ha alcanzado la posición correspondiente a los datos a visualizar por el decodificador en cuestión.

La fuente de LED de radiación actínica (x41) comprende además un medio de procesamiento, por ejemplo, un microprocesador rápido, para alimentar el patrón de mapa de bits u otros datos suministrados en los emisores de controlador (chips de controlador). Su conexión en serie es rápida, 30 MHz = 33 ns por ciclo de reloj, de tal manera que pueda alimentarse una línea de 256 píxeles a los emisores (chips) en menos de 10 microsegundos. La velocidad máxima de visualización es, por lo tanto, de 100000 líneas por segundo, que corresponde, a una velocidad de sustrato de 3 m/s, a una densidad de línea de 33 líneas/mm. Preferentemente, el procesador también se encarga de coordinar la salida del mapa de bits u otros datos con la velocidad del dispositivo en el que se opera la fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprende la matriz de emisores de radiación actínica direccionables individualmente.

Como se ha mencionado en el presente documento, la presente invención proporciona procesos para producir capas de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato (x10) tales como los descritos en el presente documento. El sustrato (x10) descrito en el presente documento se selecciona preferentemente del grupo que consiste en papeles u otros materiales fibrosos (incluidos materiales fibrosos tejidos y no tejidos), tales como celulosa, materiales que contienen papel, vidrios, metales, cerámica, plásticos y polímeros, plásticos o polímeros metalizados, materiales compuestos y mezclas o combinaciones de dos o más de los mismos. El papel habitual, similar a papel u otros materiales fibrosos se fabrican a partir de una diversidad de fibras que incluyen, sin limitación, abacá, algodón, lino, pulpa de madera y mezclas de los mismos. Como saben los expertos en la materia, se prefieren algodón y mezclas de algodón/lino para los billetes de banco, mientras que la pulpa de madera se usa habitualmente en documentos de seguridad que no son billetes de banco. Los ejemplos normales de plásticos y polímeros incluyen poliolefinas, tales como polietileno (PE) y polipropileno (PP), incluyendo polipropileno orientado biaxialmente (BOPP), poliamidas, poliésteres tales como poli(etileno tereftalato) (PET), poli(1,4-butileno tereftalato) (PBT), poli(etileno 2,6-naftoato) (PEN) y cloruro de polivinilo (PVC). Las fibras de olefina de tela no tejida Spunbond, tales como las vendidas bajo la marca comercial Tyvek® pueden usarse también como sustrato. Los ejemplos normales de plásticos o polímeros metalizados incluyen los materiales plásticos o polímeros descritos anteriormente en el presente documento que tienen un metal dispuesto de manera continua o discontinua sobre su superficie. Los ejemplos normales de metales incluyen, sin limitación, aluminio (Al), cromo (Cr), cobre (Cu), oro (Au), plata (Ag), aleaciones de los mismos y combinaciones de dos o más de los metales mencionados anteriormente. La metalización de los materiales plásticos o polímeros descritos anteriormente en el presente documento puede realizarse mediante un proceso de electrodeposición, un proceso de recubrimiento en alto vacío o mediante un proceso de pulverización. Los ejemplos normales de materiales compuestos incluyen, sin limitación, estructuras o laminados de papel multicapa y al menos un material plástico o polímero tal como los descritos anteriormente en el presente documento, así como fibras de plástico y/o de polímero incorporadas en un material similar a papel o fibroso, tal como los descritos anteriormente en el presente documento. Por supuesto, el sustrato puede comprender aditivos adicionales que conocen los expertos en la materia, tales como rellenos, agentes encolantes, blanqueantes, ayudas al procesamiento, agentes de refuerzo o de endurecimiento húmedo, etc. Cuando las OEL producidas de acuerdo con la presente invención se usan con fines decorativos o cosméticos, incluyendo, por ejemplo, lacas de uñas, dicha OEL puede producirse sobre otro tipo de sustratos, incluidos uñas, uñas artificiales u otras partes de un animal o ser humano.

Si la OEL producida de acuerdo con la presente invención está sobre un documento de seguridad y con la intención de incrementar adicionalmente el nivel de seguridad y la resistencia contra la falsificación y reproducción ilegal de dicho documento de seguridad, el sustrato puede comprender marcas impresas, recubiertas, marcadas con láser o perforadas con láser, marcas de agua, hilos de seguridad, fibras, planchas, compuestos luminiscentes, ventanas, láminas, calcomanías y combinaciones de dos o más de las mismas. Con la misma intención de incrementar adicionalmente el nivel de seguridad y la resistencia contra la falsificación y reproducción ilegal de documentos de seguridad, el sustrato puede comprender una o más sustancias marcadoras o etiquetadores y/o sustancias legibles por máquina (por ejemplo, sustancias luminiscentes, sustancias absorbentes de la luz UV/visible/IR, sustancias magnéticas y combinaciones de los mismos).

Si fuera deseable, puede aplicarse una capa de imprimación al sustrato antes de la etapa a). Esto puede mejorar la calidad de la capa de efecto óptico (OEL) descrita en el presente documento o promover la adhesión. Pueden encontrarse ejemplos de tales capas de imprimación en el documento WO 2010/058026 A2.

Con el objetivo de aumentar la durabilidad a través de la suciedad o la resistencia química y la limpieza y, por

lo tanto, la vida útil de circulación de un artículo, un documento de seguridad o un elemento u objeto decorativo que comprende la capa de efecto óptico (OEL) obtenida por el proceso descrito en el presente documento, o con el objetivo de modificar su apariencia estética (por ejemplo, brillo óptico), pueden aplicarse una o más capas protectoras en la parte superior de la capa de efecto óptico (OEL). Cuando están presentes, dicha una o más capas protectoras se fabrican normalmente de barnices protectores. Estos pueden ser transparentes o ligeramente coloreados o teñidos y pueden ser más o menos brillantes. Los barnices protectores pueden ser composiciones curables por radiación, composiciones de secado térmico o cualquier combinación de las mismas. Preferentemente, dicha una o más capas protectoras son composiciones curables por radiación, más preferibles composiciones curables por UV-Vis. Las capas protectoras se aplican normalmente después de la formación de la capa de efecto óptico (OEL).

La presente invención proporciona además capas de efecto óptico (OEL) producidas mediante el proceso descrito en el presente documento.

La capa de efecto óptico (OEL) descrita en el presente documento puede proporcionarse directamente sobre un sustrato sobre el que permanecerá de manera permanente (por ejemplo, para aplicaciones de billetes de banco). Como alternativa, también puede proporcionarse una capa de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato temporal para fines de producción, a partir del que se retira posteriormente la OEL. Esto puede, por ejemplo, facilitar la producción de la capa de efecto óptico (OEL), especialmente mientras el material aglutinante está aún en su estado fluido. Después de esto, después de endurecer la composición de recubrimiento para la producción de la capa de efecto óptico (OEL), el sustrato temporal puede retirarse de la OEL.

Como alternativa, en otra realización, una capa adhesiva puede estar presente en la capa de efecto óptico (OEL) o puede estar presente en el sustrato que comprende la OEL, estando dicha capa adhesiva en el lado del sustrato opuesto al lado donde se proporciona la OEL o en el mismo lado que la OEL y en la parte superior de la OEL. Por lo tanto, puede aplicarse una capa adhesiva a la capa de efecto óptico (OEL) o al sustrato, aplicándose dicha capa adhesiva después de que se haya completado la etapa de curado. Dicho artículo puede fijarse a toda clase de documentos u otros artículos o productos sin impresión u otros procesos que implican maquinaria y un esfuerzo bastante alto. Como alternativa, el sustrato descrito en el presente documento que comprende la capa de efecto óptico (OEL) descrita en el presente documento puede tener la forma de una lámina de transferencia, que puede aplicarse a un documento o a un artículo en una etapa de transferencia separada. Para este fin, el sustrato está provisto de un recubrimiento de liberación, sobre el que se produce la capa de efecto óptico (OEL) como se ha descrito en el presente documento. Pueden aplicarse una o más capas adhesivas sobre la capa de efecto óptico (OEL) así producida.

También se describen en el presente documento sustratos que comprenden más de una, es decir, dos, tres, cuatro, etc., capas de efecto óptico (OEL) obtenidas por el proceso descrito en el presente documento.

También se describen en el presente documento artículos, en particular documentos de seguridad, elementos u objetos decorativos, que comprenden la capa de efecto óptico (OEL) producida de acuerdo con la presente invención. Los artículos, en particular documentos de seguridad, elementos u objetos decorativos, pueden comprender más de una (por ejemplo, dos, tres, etc.) OEL producidas de acuerdo con la presente invención.

Como se ha mencionado anteriormente en el presente documento, las capas de efecto óptico (OEL) producidas de acuerdo con la presente invención pueden usarse con fines decorativos, así como para proteger y autenticar un documento de seguridad.

Los ejemplos normales de elementos u objetos decorativos incluyen, sin limitación, productos de lujo, envases de cosméticos, piezas de automoción, aparatos electrónicos/eléctricos, muebles y artículos para las uñas.

Los documentos de seguridad incluyen, sin limitación, documentos de valor y productos comerciales de valor. Los ejemplos normales de documentos de valor incluyen, sin limitación, billetes de banco, títulos, tiques, cheques, bonos, sellos fiscales y etiquetas fiscales, contratos y similares, documentos de identidad, tales como pasaportes, tarjetas de identidad, visados, permisos de conducción, tarjetas bancarias, tarjetas de crédito, tarjetas de transacción, documentos o tarjetas de acceso, tiques de entrada, tiques o títulos de transporte público y similares, preferentemente billetes de banco, documentos de identidad, documentos que confieren derechos, permisos de conducción y tarjetas de crédito. La expresión "producto comercial de valor" hace referencia a materiales de envasado, en particular para artículos cosméticos, artículos nutracéuticos, artículos farmacéuticos, licores, artículos de tabaco, bebidas o alimentos, artículos eléctricos/electrónicos, tejidos o joyería, es decir, artículos que deben protegerse contra las imitaciones y/o la reproducción ilegal con el fin de garantizar el contenido del envase, como, por ejemplo, medicamentos legítimos. Ejemplos de estos materiales de envasado incluyen, sin limitación, etiquetas, tales como etiquetas de autenticación de marca, etiquetas y sellos a prueba de manipulación. Se señala que los sustratos divulgados, documentos de valor y bienes comerciales de valor se dan exclusivamente con finalidades de ejemplificación, sin restringir el alcance de la invención.

Como alternativa, la capa de efecto óptico (OEL) puede producirse sobre un sustrato auxiliar tal como, por ejemplo, un hilo de seguridad, una tira de seguridad, una lámina, una pegatina, una ventana o una etiqueta, y, en consecuencia, transferirse a un documento de seguridad en una etapa separada.

5

La presente invención proporciona además dispositivos para producir las capas de efecto óptico (OEL) sobre el sustrato descrito en el presente documento, dichos dispositivos comprenden:

- 10 i) una unidad de impresión, preferentemente una serigrafía, unidad de impresión en huecogrado o flexografía, para aplicar sobre el sustrato (x10) la composición de recubrimiento curable por radiación que comprende las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en el presente documento con el fin de formar la capa de recubrimiento (x20) descrita en el presente documento,
- 15 ii) al menos un primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) tales como los descritos en el presente documento y, opcionalmente, un segundo dispositivo de generación de campo magnético (x32) tales como los descritos en el presente documento para orientar al menos una parte de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas de la capa de recubrimiento (x20),
- 20 iii) dicha una o más fuentes de LED de radiación actínica (x41) que comprenden la matriz, preferentemente la matriz lineal o la matriz bidimensional, de los emisores de radiación actínica direccionables individualmente descritos en el presente documento, preferentemente diodos emisores de luz ultravioleta, para el curado selectivo de dicha una o más zonas de la capa de recubrimiento (x20).

Los dispositivos para producir las capas de efecto óptico (OEL) sobre el sustrato descrito en el presente documento pueden comprender además uno o más dispositivos magnéticos para llevar a cabo la orientación biaxial descrita en el presente documento.

25

El dispositivo descrito en el presente documento puede comprender además un medio de transporte tal como los descritos en el presente documento para transportar el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) en las proximidades de las fuentes de LED de radiación actínica (x41).

- 30 El dispositivo descrito en el presente documento puede comprender además un dispositivo de transferencia tal como los descritos en el presente documento, en donde el primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) y el segundo dispositivo de generación de campo magnético opcional (x32) están montados en dicho dispositivo de transferencia descrito en el presente documento, siendo dicho dispositivo de transferencia preferentemente un cilindro rotatorio o una correa, en donde dicho dispositivo de transferencia
- 35 permite que el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) se mueva conjuntamente con el primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) y el segundo dispositivo de generación de campo magnético opcional (x32) y en las proximidades de las fuentes de LED de radiación actínica (x41).

- 40 En una realización en donde el primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) y el segundo dispositivo de generación de campo magnético opcional (x32) están montados sobre un cilindro rotatorio o una correa, el cilindro magnético rotatorio magnético resultante o la correa magnética resultante es preferentemente parte de una prensa de impresión industrial alimentada por láminas o por bandas rotatoria que opera a alta velocidad de impresión de manera continua. El dispositivo descrito en el presente documento comprende dicha una o más fuentes de LED de radiación actínica (x41) que comprenden además
- 45 el medio de proyección (x50) descrito en el presente documento, y en donde dicha al menos una o más fuentes de LED de radiación actínica (x41) y dicho medio de proyección (x50) están dispuestos de tal manera que la radiación actínica se proyecta sobre la capa de recubrimiento (x20) con una reducción de tamaño de dicha una o más imágenes proyectadas de una o más fuentes de LED de radiación actínica (x41) tal como se ha descrito en el presente documento.

50

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato (x10), comprendiendo la OEL un motivo fabricado con al menos dos zonas fabricadas a partir de una única capa aplicada y curada, comprendiendo el proceso las etapas de:

a) aplicar sobre el sustrato (x10), preferentemente mediante un proceso de impresión, una composición de recubrimiento curable por radiación que comprende unas partículas magnéticas o magnetizables no esféricas con el fin de formar una capa de recubrimiento (x20), estando la capa de recubrimiento en un primer estado, siendo dicho primer estado un estado líquido;

b) b1) exponer la capa de recubrimiento (x20) al campo magnético de un primer dispositivo de generación de campo magnético (x31), orientando de este modo al menos una parte de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas,

b2) curar al menos parcialmente una o más primeras zonas de la capa de recubrimiento (x20) hasta un segundo estado con el fin de fijar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en sus posiciones y orientaciones adoptadas; realizándose el curado, al menos parcialmente, mediante irradiación con una fuente de LED de radiación actínica (x41) con el fin de curar, al menos parcialmente, dicha una o más primeras zonas de la capa de recubrimiento (x20) y de tal manera que una o más segundas zonas de la capa de recubrimiento (x20) no están expuestas a irradiación,

en donde la etapa b2) se lleva a cabo parcialmente de manera simultánea con o posteriormente a, preferentemente parcialmente de manera simultánea con, la etapa b1); y

c) curar, al menos parcialmente, dicha una o más segundas zonas de la capa de recubrimiento (x20) con el fin de fijar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en sus posiciones y orientaciones adoptadas en dicha una o más segundas zonas; realizándose el curado mediante una fuente de radiación, en donde la etapa c) se lleva a cabo después de la etapa b2);

en donde la etapa c) consiste en las dos etapas siguientes:

c1) exponer la capa de recubrimiento (x20) al campo magnético del primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) o de un segundo dispositivo de generación de campo magnético (x32), orientando de este modo al menos una parte de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas; y

c2) la etapa de curar al menos parcialmente dicha una o más segundas zonas de la capa de recubrimiento (x20) con el fin de fijar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en sus posiciones y orientaciones adoptadas en dicha una o más segundas zonas; realizándose el curado mediante una fuente de radiación,

en donde dicha etapa c2) se lleva a cabo parcialmente de manera simultánea con o posteriormente a, preferentemente parcialmente de manera simultánea con dicha etapa c1);

en donde la fuente de LED de radiación actínica (x41) comprende una matriz de emisores de radiación actínica direccionables individualmente,

en donde la radiación actínica se proyecta sobre la capa de recubrimiento (x20) para formar una o más imágenes proyectadas, y

en donde la radiación actínica de la fuente de LED de radiación actínica (x41) se proyecta mediante un medio de proyección (x50) sobre la capa de recubrimiento (x20) con reducción de tamaño de dicha una o más imágenes proyectadas de la fuente de radiación actínica (x41).

2. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la matriz de emisores de radiación actínica direccionables individualmente es una matriz lineal o una matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente.

3. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la fuente de radiación de LED actínica (x41) es una fuente de radiación UV-Vis.

4. El proceso de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la etapa c) o c2) se realiza mediante irradiación con una fuente de LED de radiación actínica (x41-1) que comprende la matriz de emisores de radiación actínica direccionables individualmente como en la etapa b2) u otra fuente de LED de radiación actínica (x41-2) que comprende una matriz de emisores de radiación actínica direccionables individualmente.

5. El proceso de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde los emisores de radiación actínica direccionables individualmente se direccionan de acuerdo con uno o más patrones de mapa de bits.

6. El proceso de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la radiación actínica con la fuente de LED de radiación actínica (x41) que comprende la matriz de emisores de radiación actínica direccionables individualmente se proyecta sobre el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20), llevando dicho sustrato (x10) la capa de recubrimiento (x20) que se mueve con respecto a la fuente de LED

de radiación actínica (x41).

7. El proceso de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la fuente de LED de radiación actínica (x41) comprende la matriz de emisores de radiación actínica direccionables individualmente que son una matriz
5 bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente y en donde la radiación actínica se proyecta sobre el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20), de tal manera que dicha una o más imágenes proyectadas siguen sincrónicamente el movimiento del sustrato (x10).

8. El proceso de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la etapa b1) se lleva a cabo
10 con el primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) y la etapa c1) se lleva a cabo con el segundo dispositivo de generación de campo magnético (x32), teniendo dicho segundo dispositivo de generación de campo magnético (x32) un patrón de líneas de campo magnético que es diferente del patrón de líneas de campo magnético del primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) o
15 en donde la etapa b1) se lleva a cabo con el primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) y la etapa c1) se lleva a cabo con el mismo primer dispositivo de generación de campo magnético (x31), en donde dichas etapas b1) y c1) se llevan a cabo en dos regiones diferentes de dicho primer dispositivo de generación de campo magnético (x31), teniendo dichas dos regiones diferentes patrones de líneas de campo magnético.

9. El proceso de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde dicha una o más primeras
20 zonas de la capa de recubrimiento (x20) tienen independientemente la forma de una marca y/o dicha una o más segundas zonas de la capa de recubrimiento (x20) tienen independientemente la forma de una marca.

10. Un dispositivo para producir una capa de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato (x10), comprendiendo dicha OEL un motivo fabricado con al menos dos zonas fabricadas a partir de una única capa
25 aplicada y curada y comprendiendo dicho dispositivo:

i) una unidad de impresión para aplicar sobre el sustrato (x10) una composición de recubrimiento curable por radiación que comprende unas partículas magnéticas o magnetizables no esféricas con el fin de formar una
30 capa de recubrimiento (x20),
ii) al menos un primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) y opcionalmente un segundo dispositivo de generación de campo magnético (x32) para orientar al menos una parte de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas de la capa de recubrimiento (x20), y
iii) una o más fuentes de LED de radiación actínica (x41) que comprenden una matriz de emisores de
35 radiación actínica direccionables individualmente para el curado selectivo de una o más zonas de la capa de recubrimiento (x20),

en donde dicha una o más fuentes de LED de radiación actínica (x41) comprenden un medio de proyección (x50) para proyectar radiación actínica desde dicha una o más fuentes de LED de radiación actínica (x41) sobre la capa de recubrimiento (x20), y en donde dicha una o más fuentes de LED de radiación actínica (x41)
40 y dicho medio de proyección (x50) están dispuestos de tal manera que la radiación actínica se proyecta sobre la capa de recubrimiento (x20) con reducción de tamaño de dicha una o más imágenes proyectadas de dicha una o más fuentes de LED de radiación actínica (x41).

11. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la matriz de emisores de radiación
45 actínica direccionables individualmente es una matriz lineal o una matriz bidimensional de emisores de radiación actínica direccionables individualmente.

12. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10 o 11, en donde el dispositivo comprende además:
50 iv) uno o más dispositivos magnéticos para llevar a cabo la orientación biaxial.

13. El dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en donde el dispositivo comprende además:
v) un medio de transporte para transportar el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) en las proximidades de las fuentes de LED de radiación actínica (x41).
55

14. El dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en donde el dispositivo comprende además:
vi) un dispositivo de transferencia para mover conjuntamente el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x20) con el primer dispositivo de generación de campo magnético (x31) y el segundo
60 dispositivo de generación de campo magnético opcional (x32).

DIBUJOS

Fig. 1A

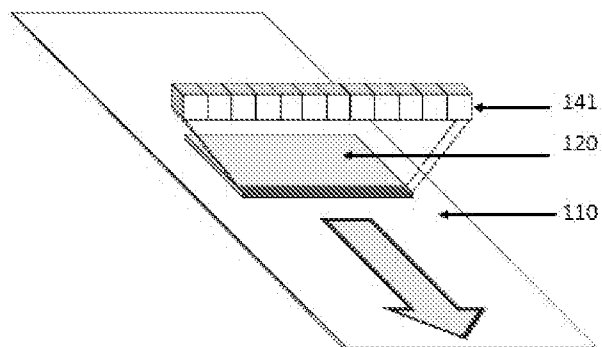
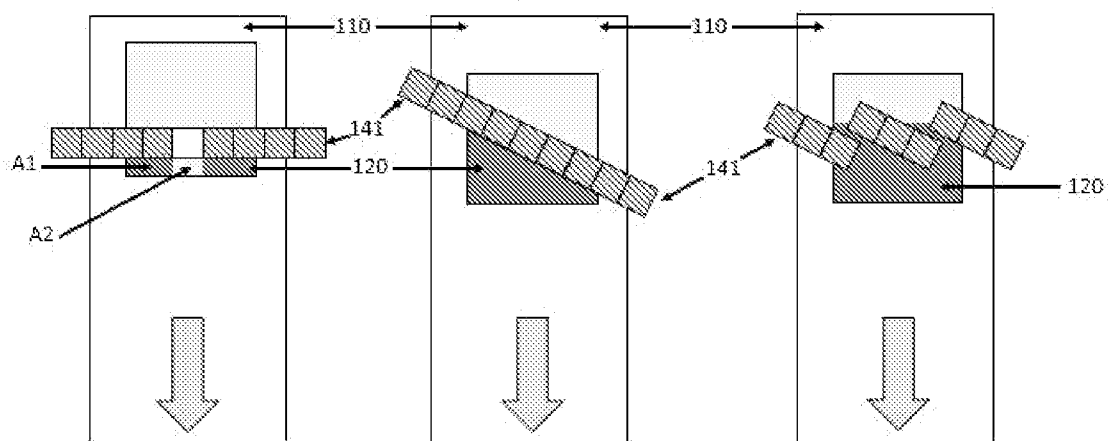


Fig. 1B

Fig. 1C

Fig. 1D



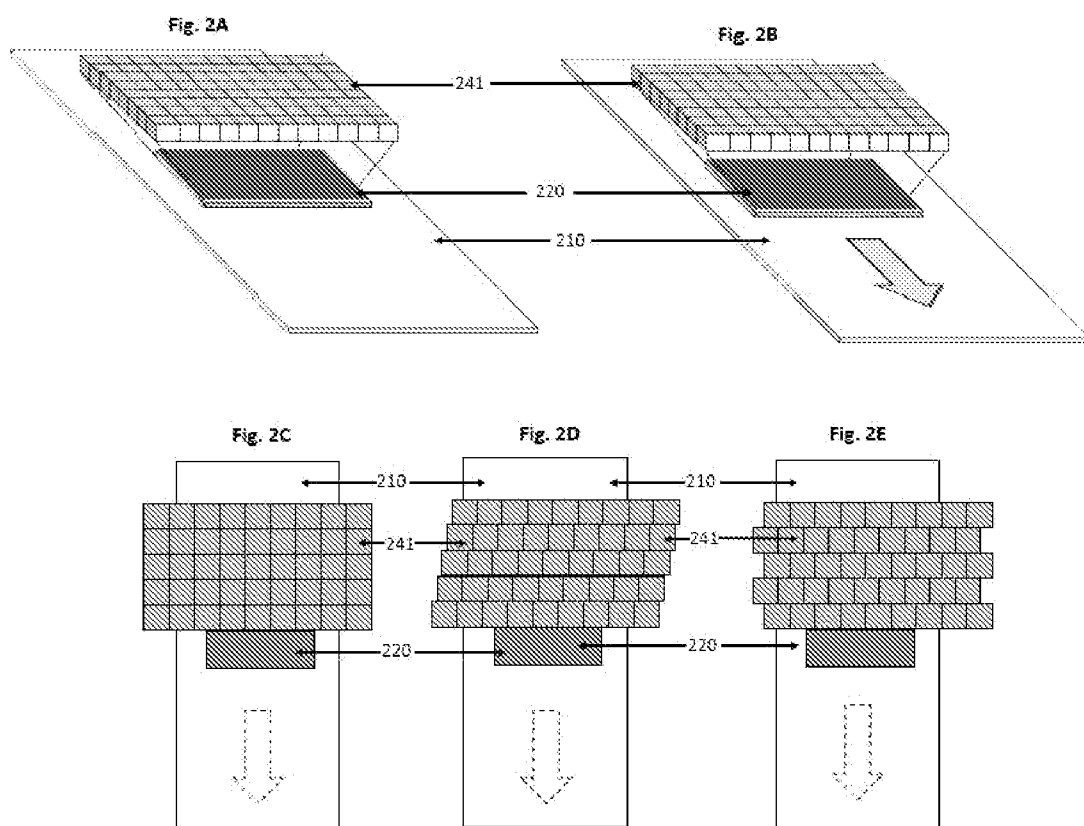


Fig. 3

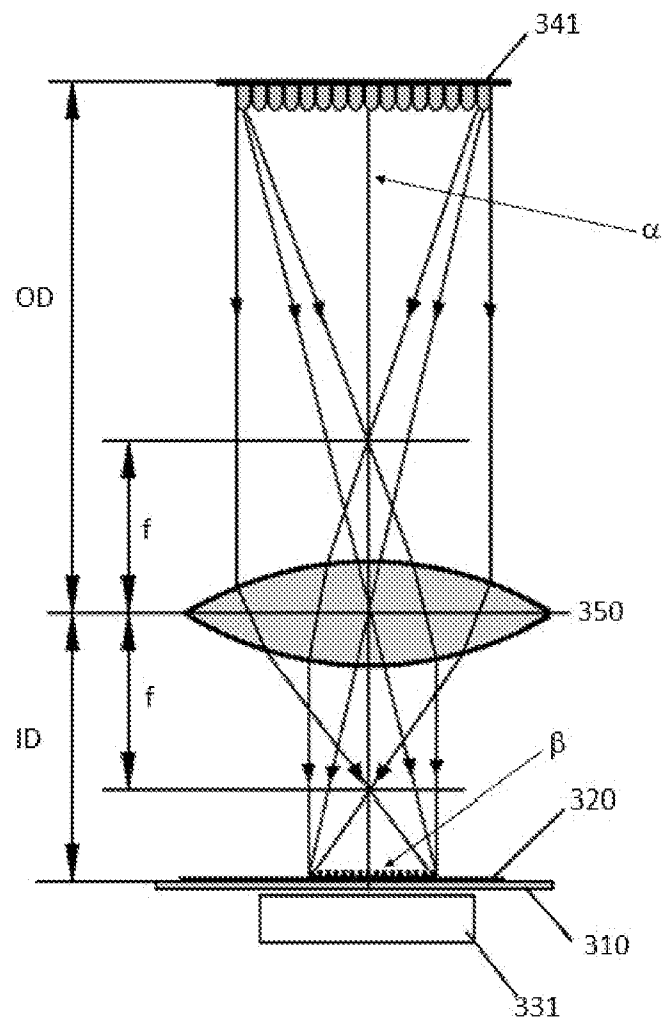


Fig. 4A1

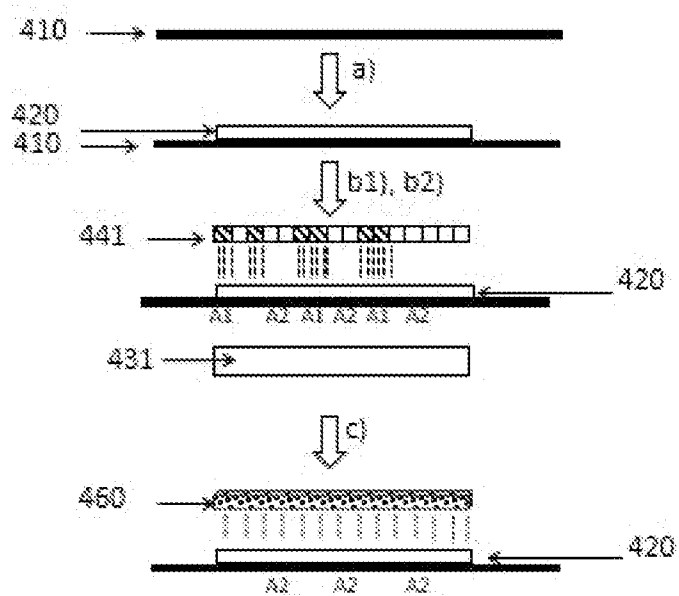


Fig. 4A2

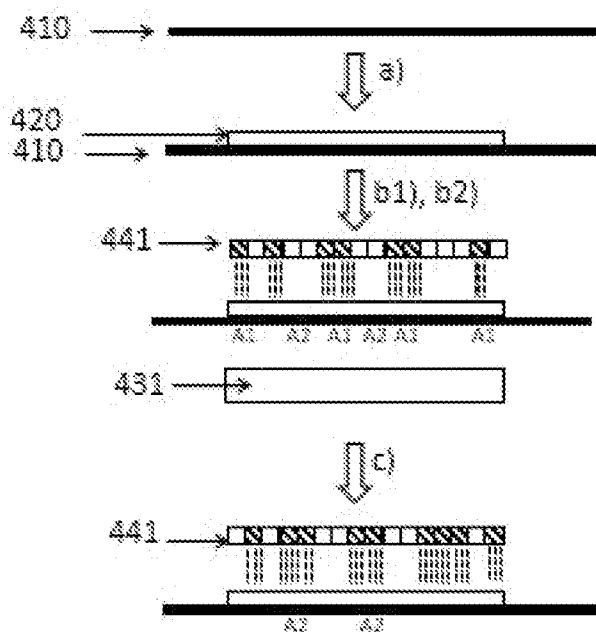


Fig. 5A1

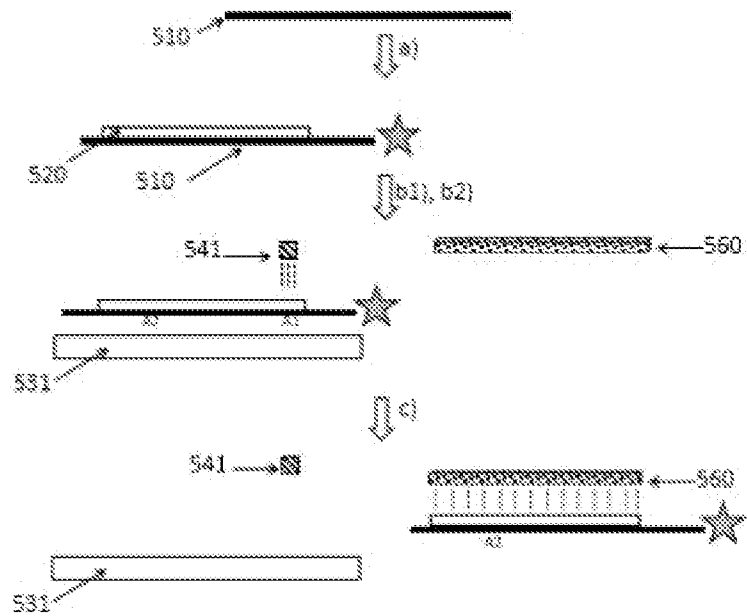


Fig. 5A2

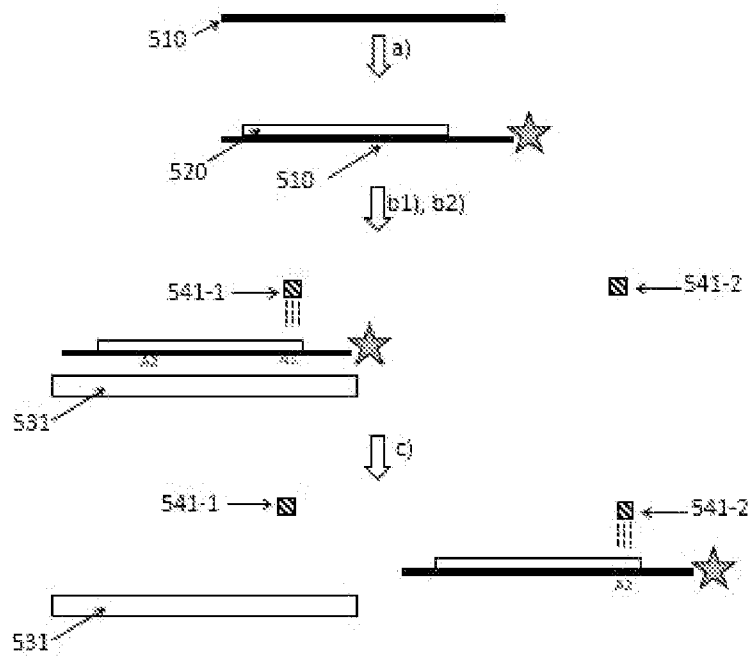


Fig. 6A1

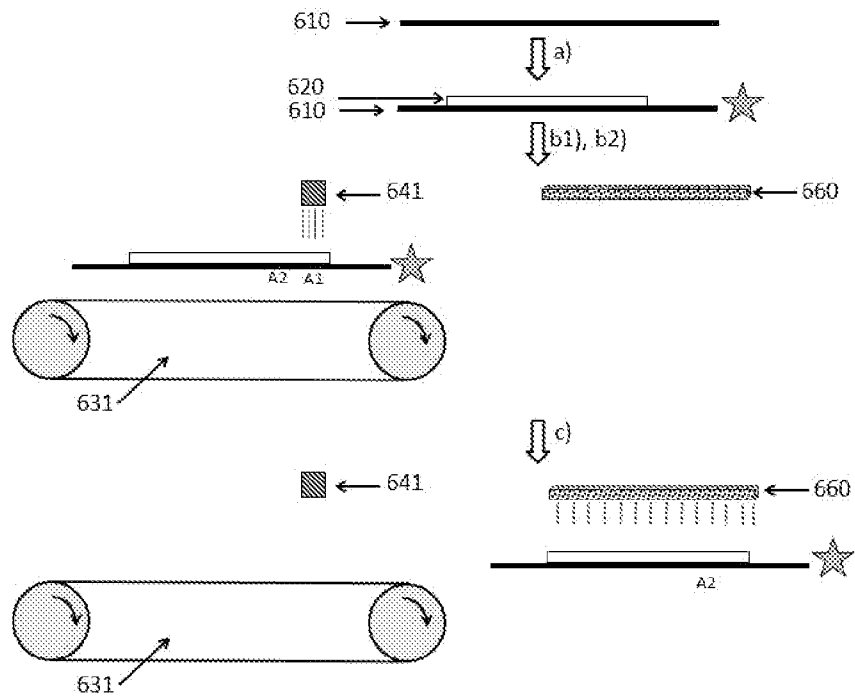


Fig. 6A2

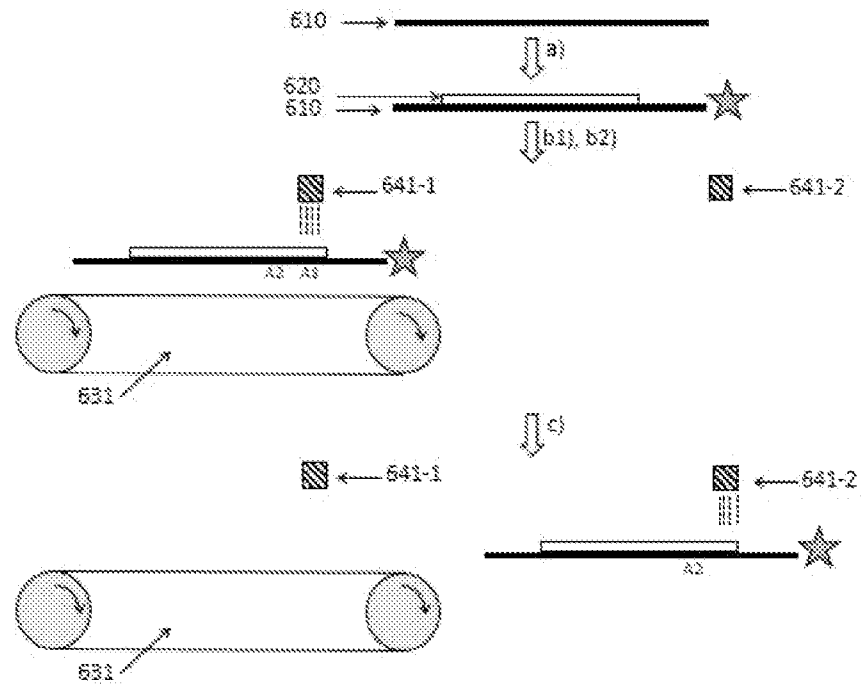


Fig. 7A1

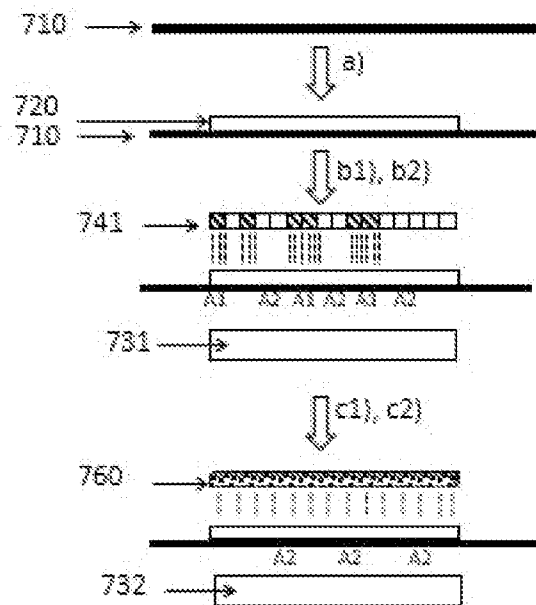
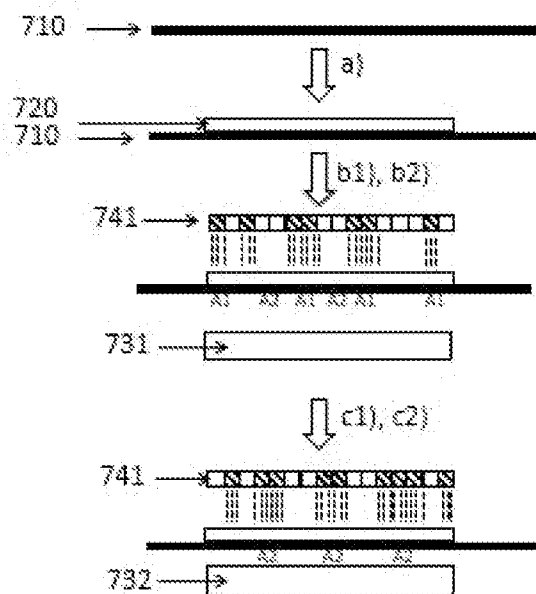


Fig. 7A2



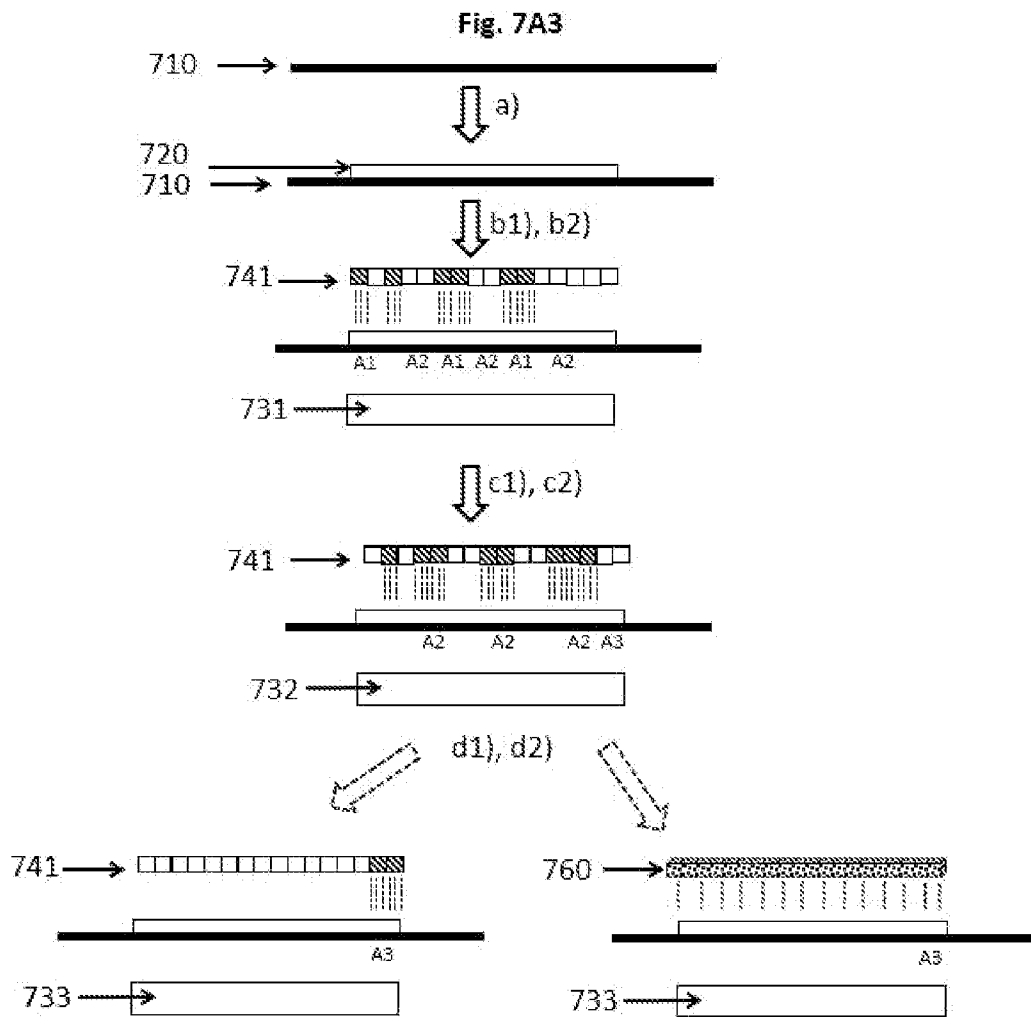


Fig. 8A1

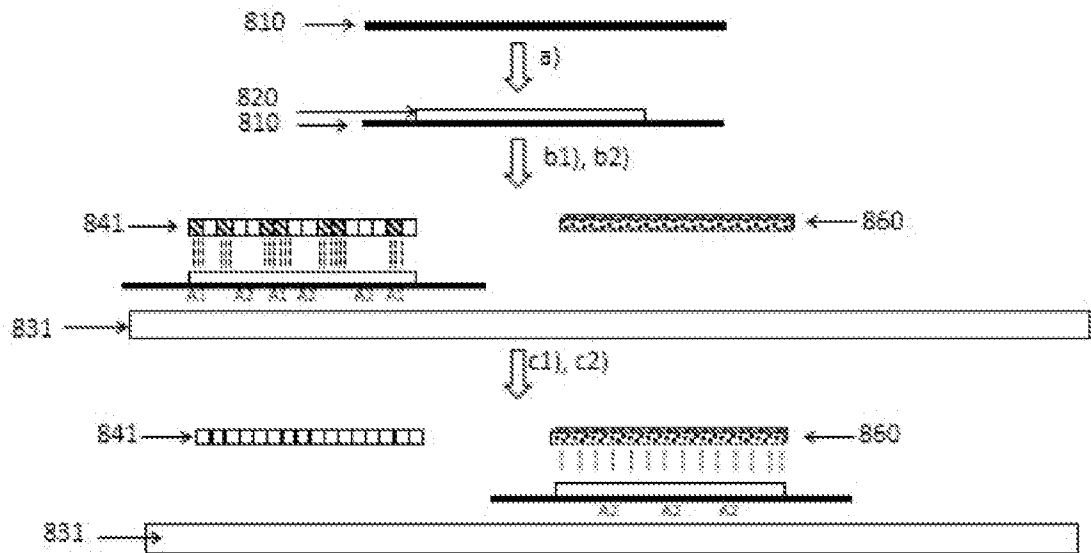


Fig. 8A2

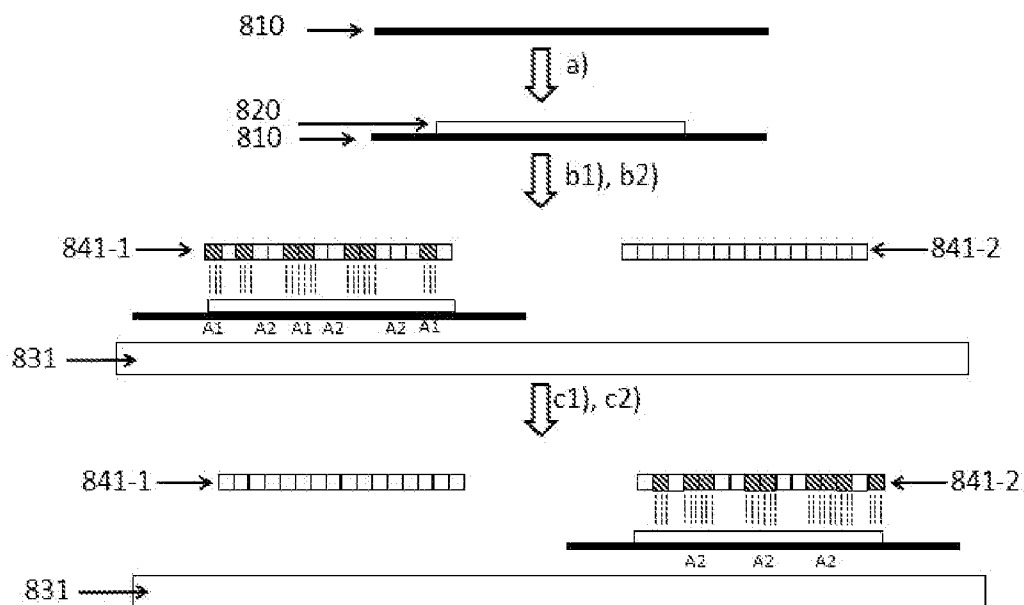


Fig. 8A3

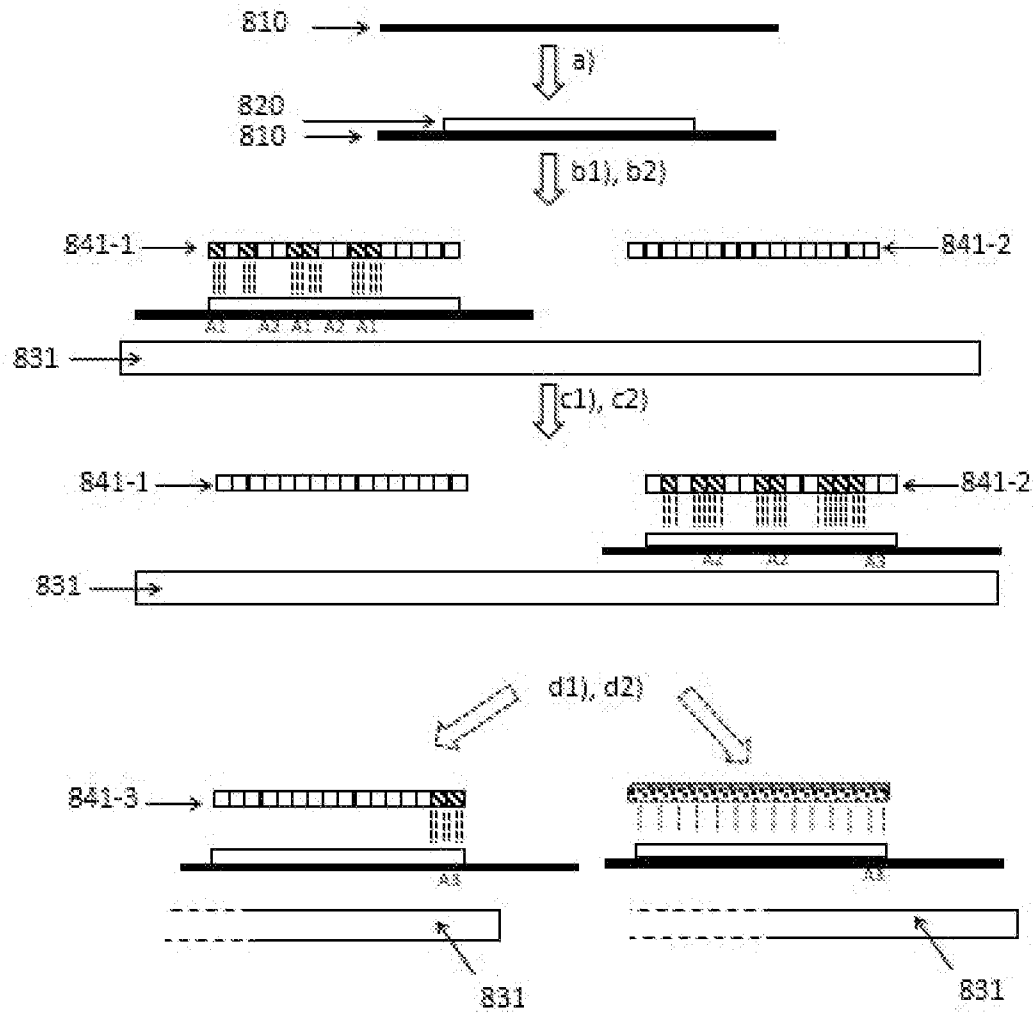


Fig. 9A1

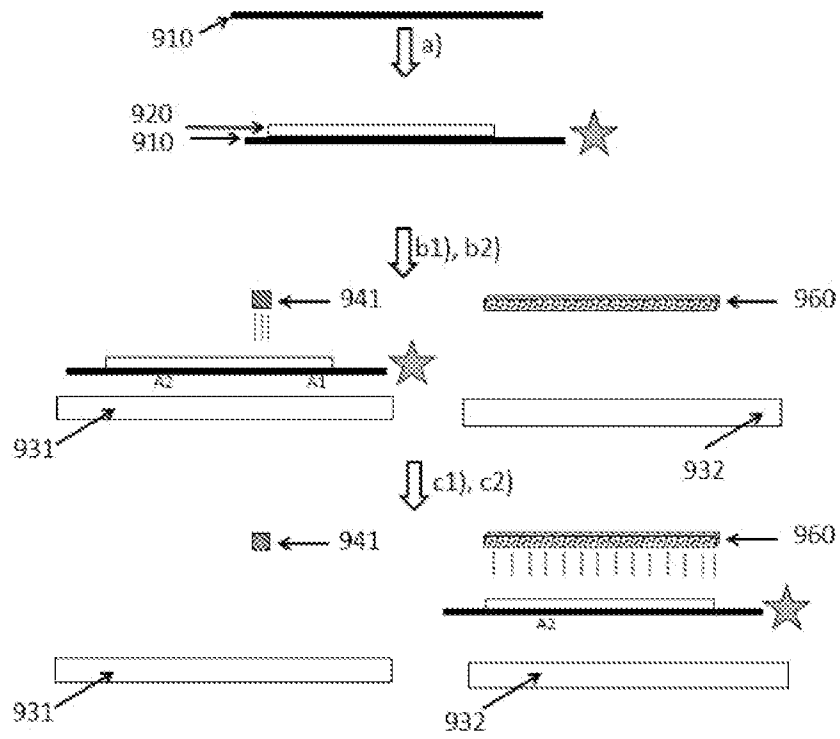


Fig. 9A2

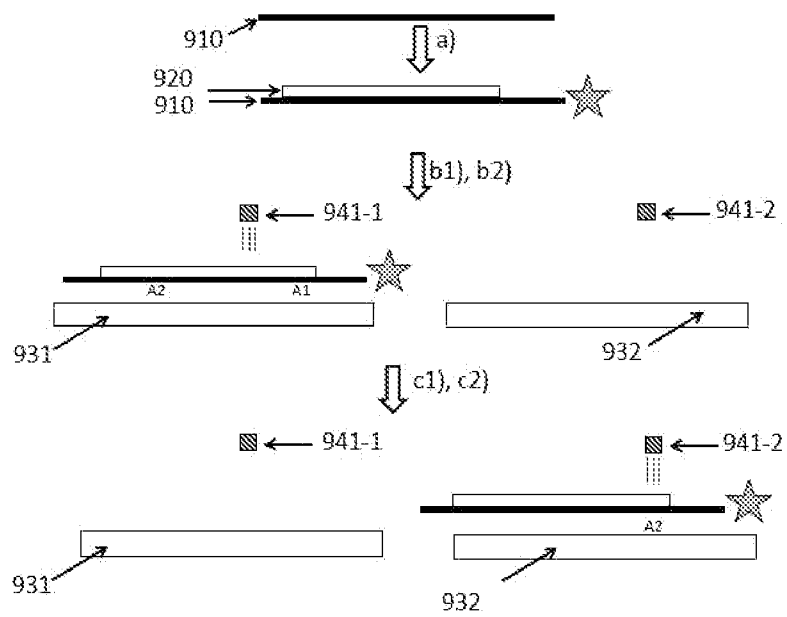


Fig. 9A3

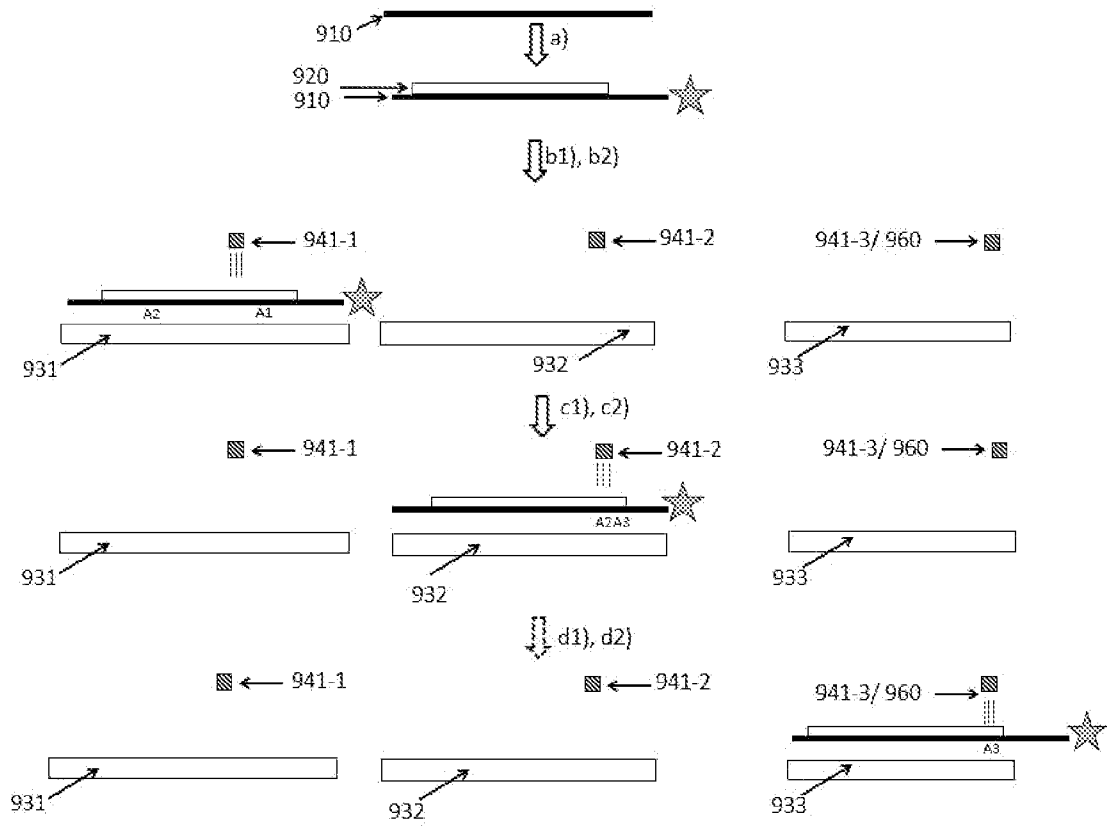


Fig. 10A1

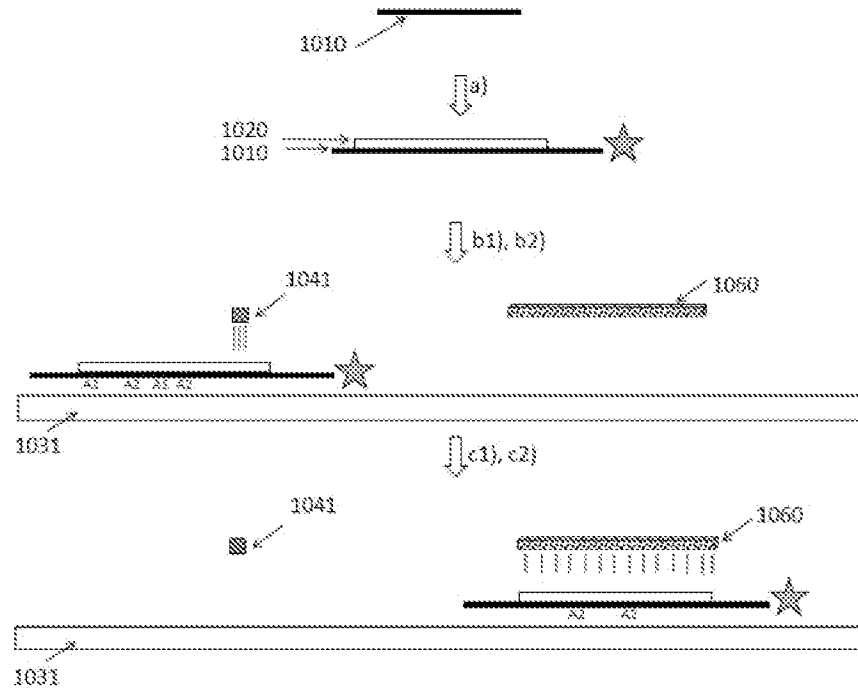


Fig. 10A2

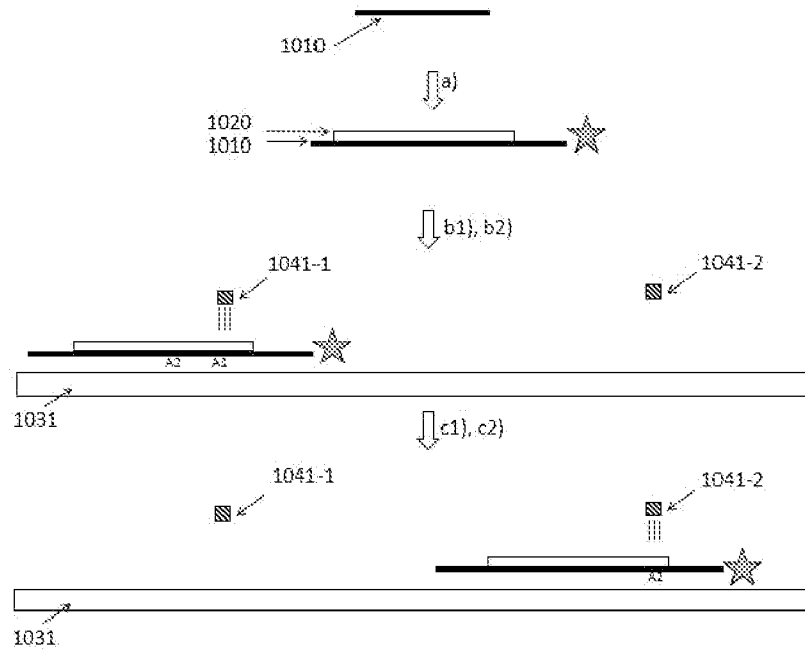


Fig. 10A3

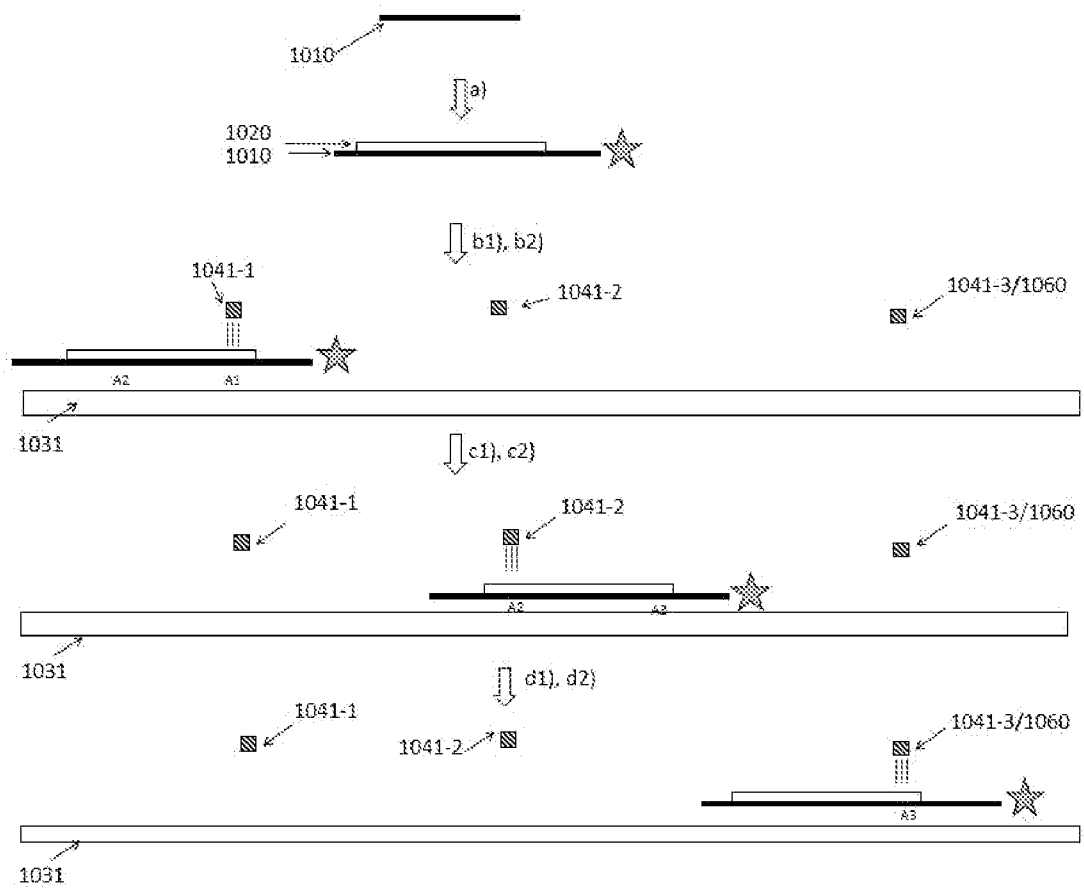


Fig. 11A1

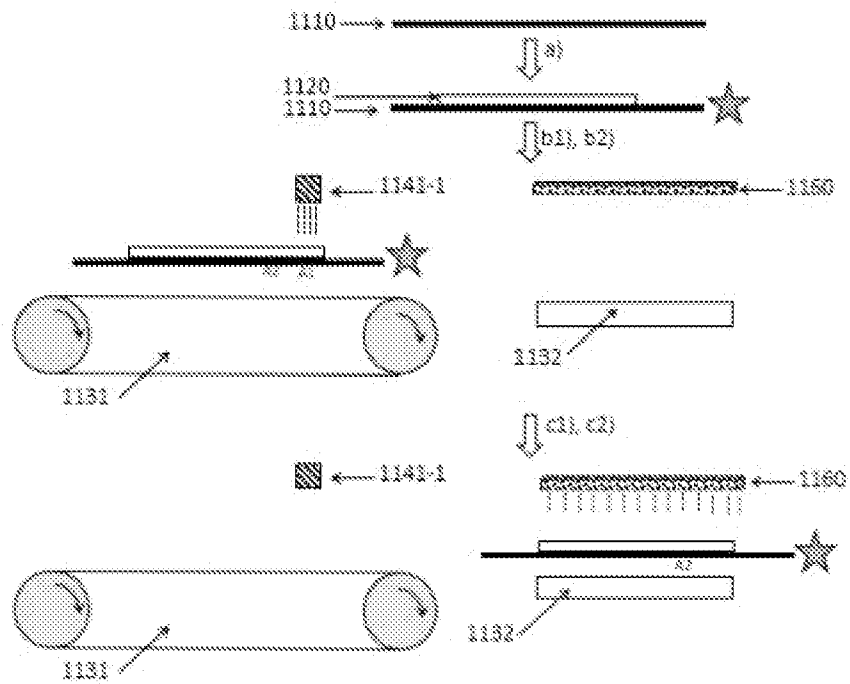


Fig. 11A2

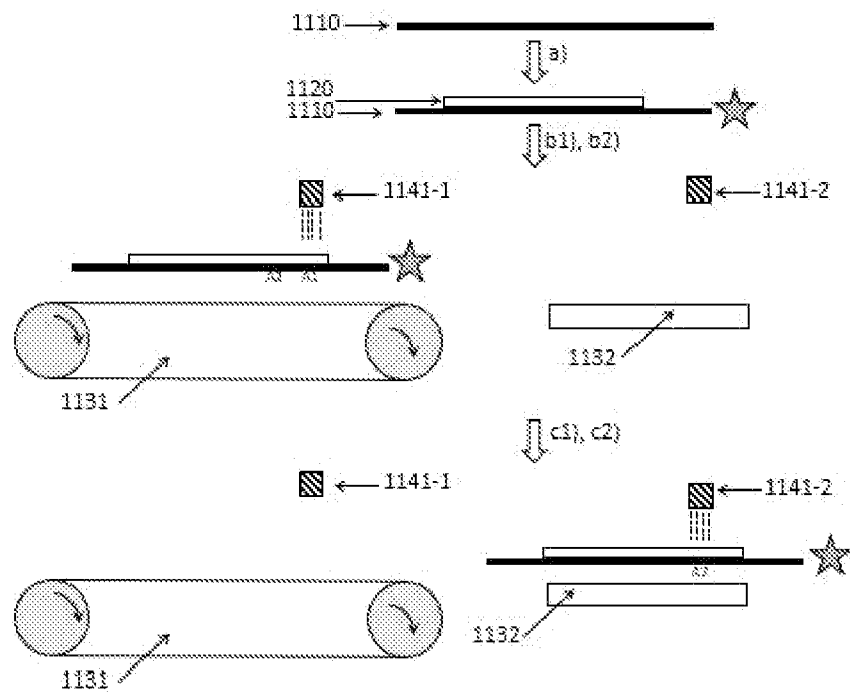


Fig.11A3

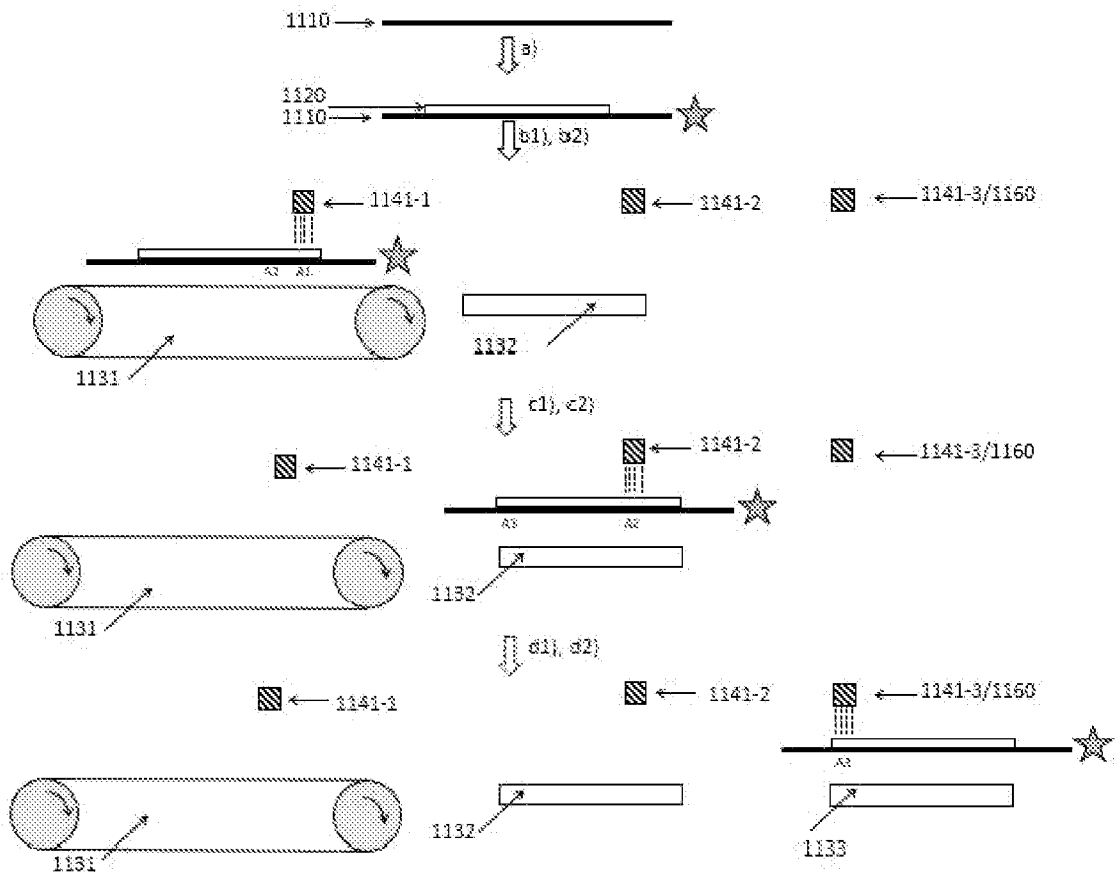


Fig. 12A1

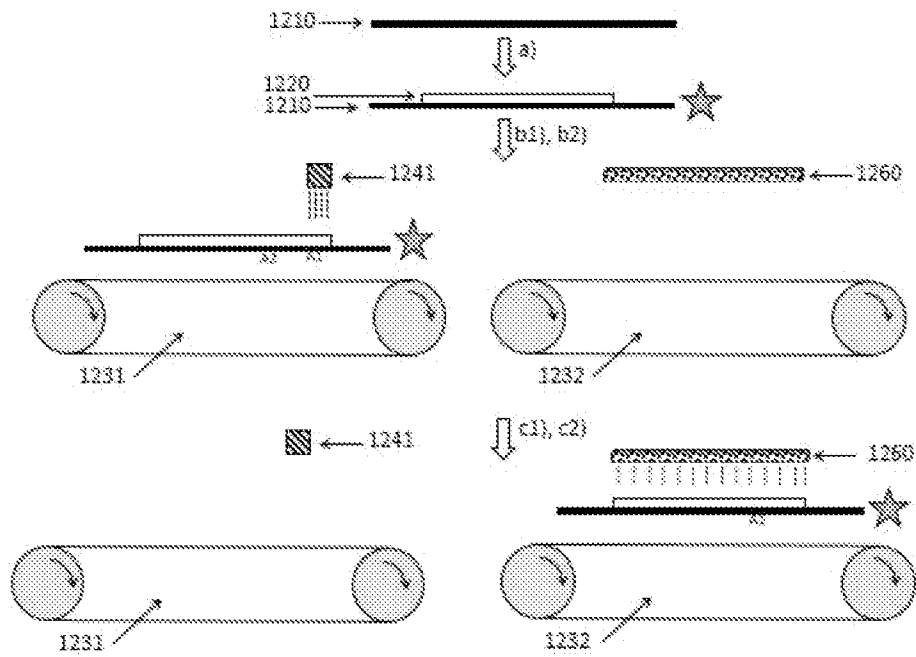
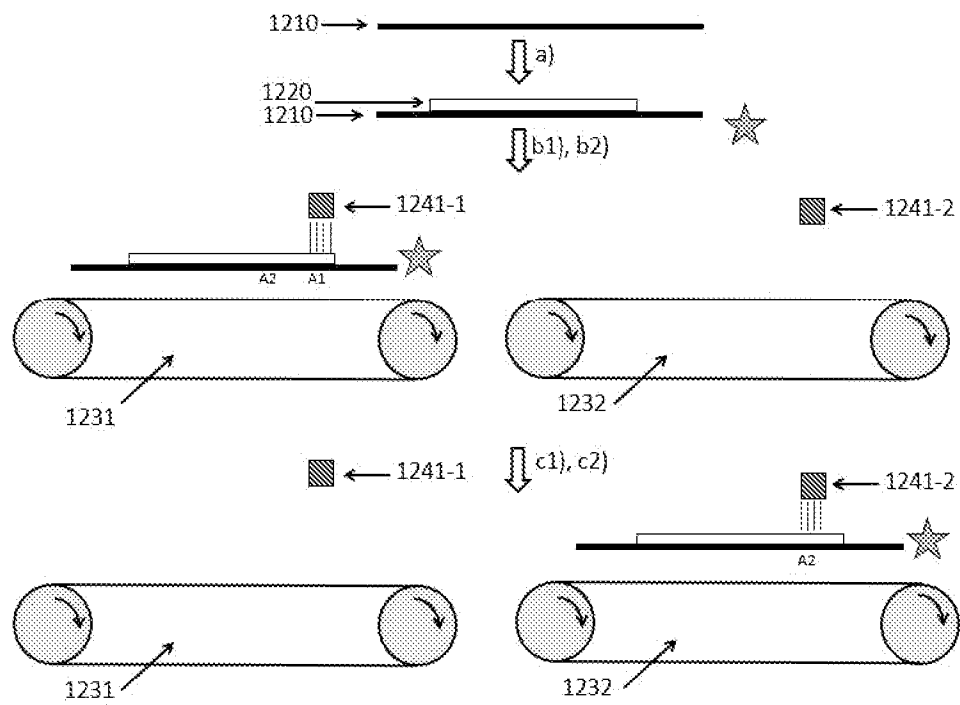


Fig. 12A2



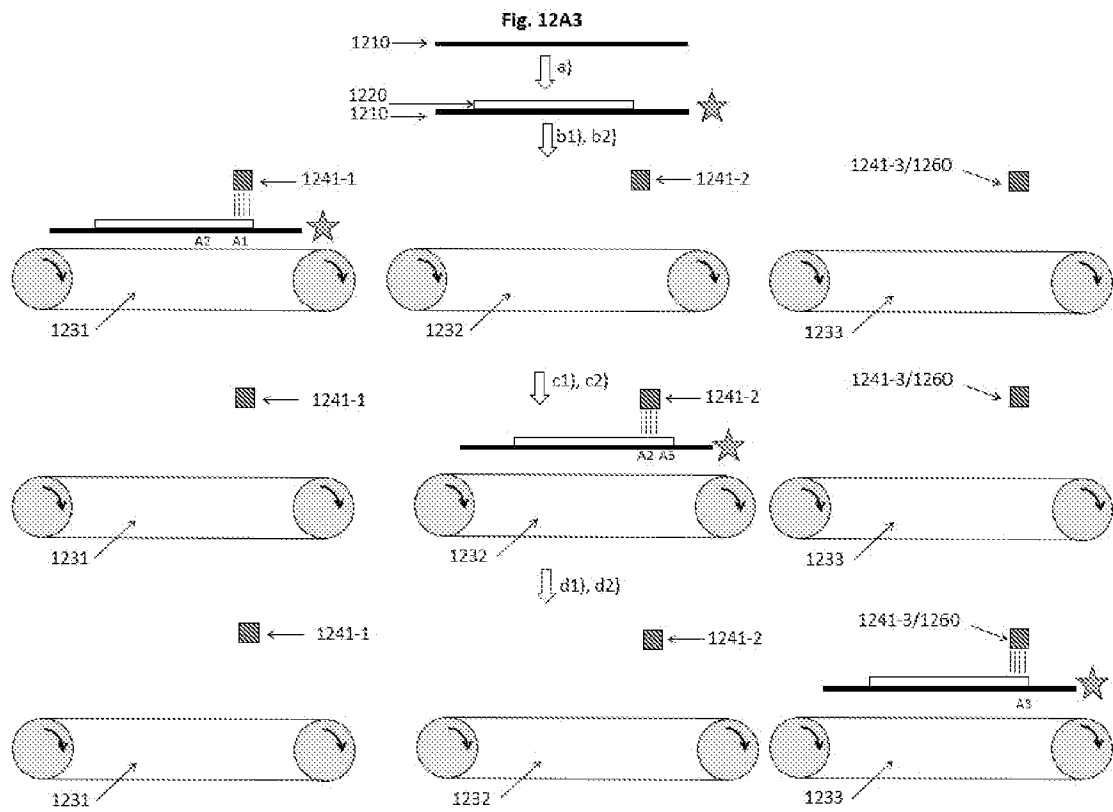


Fig. 13

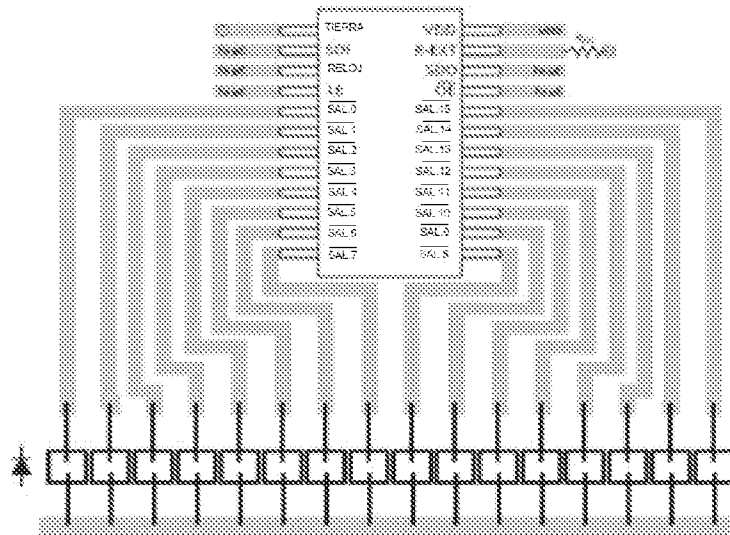


Fig. 14

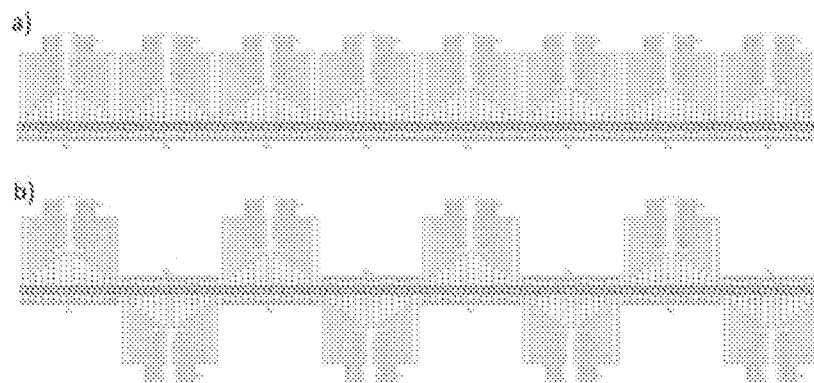


Fig. 15

