

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 810 274**

51 Int. Cl.:

G06T 7/521 (2007.01)

G01B 11/25 (2006.01)

G06T 7/00 (2007.01)

H04N 5/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.04.2013 PCT/US2013/037183**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.11.2013 WO13176806**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.04.2013 E 13721831 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 2856076**

54 Título: **Transmisión de máscara espacial afín e invariante para la detección de profundidad activa**

30 Prioridad:

24.05.2012 US 201261651528 P

24.05.2012 US 201261651529 P

24.05.2012 US 201261651533 P

24.05.2012 US 201261651535 P

29.06.2012 US 201261666405 P

05.03.2013 US 201313785797

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.03.2021

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)

5775 Morehouse Drive

San Diego, CA 92121-1714, US

72 Inventor/es:

ATANASSOV, KALIN MITKOV;

NASH, JAMES WILSON;

RAMACHANDRA, VIKAS y

GOMA, SERGIU RADU

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 810 274 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

Transmisión de máscara espacial afín e invariante para la detección de profundidad activa

5 **CAMPO**

[0001] Diversas características conciernen a la detección de profundidad activa y más específicamente a técnicas que corrigen la distorsión de máscaras espaciales usadas en la detección de profundidad.

10 **ANTECEDENTES**

15 [0002] En la detección activa, una máscara espacial, que comprende un patrón conocido, se ilumina o proyecta sobre una escena u objeto. Una estructura del patrón proyectado sobre la escena u objeto codifica típicamente la información de profundidad para la escena u objeto. Un detector receptor captura una imagen de la escena u objeto con la máscara espacial en el mismo. El patrón o código dentro de la máscara espacial en la imagen capturada se usa entonces para determinar una profundidad de la escena u objeto en la imagen. Esta información de profundidad puede usarse, por ejemplo, para reconstruir una representación tridimensional de la escena u objeto.

20 [0003] La mayoría de las escenas u objetos tienen profundidades diferentes que conducen a distorsiones del patrón de la máscara espacial. Es decir, como la máscara espacial se proyecta sobre la escena u objeto, las curvas, la profundidad, las formas de la escena u objeto causan que se distorsionen partes del patrón proyectado en el mismo. Dicha distorsión tiende a inhibir la identificación precisa del patrón de la máscara espacial.

25 [0004] Por lo tanto, se necesita una solución para reconocer correctamente los códigos espaciales que puedan haberse distorsionado en diversas condiciones.

30 [0005] El documento WO 2008/062407 A2 divulga un procedimiento y un aparato para obtener una imagen para determinar una forma en 3D de un objeto estacionario o en movimiento usando un patrón de luz codificado en 2D que tiene una pluralidad de tipos de características identificables distintas.

BREVE EXPLICACIÓN

35 [0006] Se proporciona un procedimiento operativo en un dispositivo transmisor para proyectar una máscara de código compuesta. Se proporciona una máscara de código compuesta en un medio tangible, la máscara de código compuesta incluye una capa de código combinada con una capa de soporte. La capa de código puede incluir contraseñas espacialmente codificadas con identificación única definidas por una pluralidad de símbolos. La capa de código puede comprender símbolos binarios n_1 por n_2 , donde n_1 y n_2 son números enteros mayores que dos. Las ventanas traslapadas a lo largo de al menos una dirección en la capa de código pueden definir diferentes contraseñas únicas de cualquier otra ventana a lo largo de la misma fila o columna. En un ejemplo, cada símbolo en la máscara de código compuesta es un segmento de línea en uno de los dos tonos de escala de grises distintos de los objetos de referencia. En algunos casos, los símbolos de la capa de código pueden estar escalonados en al menos una dimensión.

45 [0007] La capa de soporte puede ser determinable independientemente y distinta de la capa de código e incluir una pluralidad de objetos de referencia que son resistentes a la distorsión durante la proyección. Los objetos de referencia de la capa de soporte pueden comprender una pluralidad de bandas de referencia separadas igualmente con un intervalo de seguridad entre ellas. Las bandas de referencia y el intervalo de seguridad pueden ser de diferentes anchos. En un ejemplo, el ancho de cada banda de referencia con relación al ancho del intervalo de seguridad está determinado por una dispersión óptica esperada de un dispositivo transmisor y/o un dispositivo receptor. En otro ejemplo, la capa de código y la capa de soporte se combinan superponiendo la capa de soporte sobre la capa de código de modo que los símbolos de la capa de código aparezcan dentro de las bandas de referencia de la capa de soporte.

55 [0008] Al menos una de la capa de código y la capa de soporte pueden estar preconformadas por una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección. En un ejemplo, la preconformación de al menos una de la capa de código y la capa de soporte mediante una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección incluye: (a) determinar una o más condiciones para un canal a través del cual se proyectará la máscara de código, (b) obtener la función de dispersión de punto sintético, en base a una o más condiciones, para compensar las distorsiones

causadas por el canal, y/o (c) aplicar la función de dispersión de punto sintético a al menos una de la capa de código y capa de soporte. En otro ejemplo, la preconformación de al menos una de la capa de código y la capa de soporte mediante una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección incluye: (a) obtener una capa de preconformación que compensa las distorsiones en un canal a través del cual se proyectará la máscara de código, y/o (b) combinar la capa de preconformación como parte de la máscara compuesta.

[0009] Al menos una porción de la máscara de código compuesta puede proyectarse, desde el dispositivo transmisor, sobre un objeto objetivo para ayudar al receptor a determinar la información de profundidad para el objeto objetivo con una sola proyección de la máscara de código compuesta. La máscara de código compuesta puede proyectarse en un espectro infrarrojo.

[0010] De manera similar, se proporciona un dispositivo transmisor para proyectar una máscara de código compuesta. El dispositivo transmisor puede incluir un medio que define una máscara de código compuesta, incluyendo la máscara de código compuesta una capa de código combinada con una capa de soporte. La capa de código puede incluir contraseñas espacialmente codificadas con identificación única definidas por una pluralidad de símbolos. La capa de soporte puede ser determinable independientemente y distinta de la capa de código e incluye una pluralidad de objetos de referencia que son resistentes a la distorsión durante la proyección. Al menos una de la capa de código y la capa de soporte pueden estar preconformadas por una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección. El dispositivo transmisor también puede incluir un proyector para proyectar al menos una porción de la máscara de código compuesta sobre un objeto objetivo para ayudar al receptor a determinar la información de profundidad para el objeto objetivo con una sola proyección de la máscara de código compuesta.

[0011] Además, también se proporciona un procedimiento para generar una máscara de código compuesta. Se obtiene una capa de código de contraseñas espacialmente codificadas con identificación única definidas por una pluralidad de símbolos. La capa de código puede comprender símbolos binarios n_1 por n_2 , donde n_1 y n_2 son números enteros mayores que dos. Las ventanas traslapadas a lo largo de al menos una dirección en la capa de código pueden definir diferentes contraseñas únicas de cualquier otra ventana a lo largo de la misma fila o columna. Los símbolos de la capa de código pueden estar escalonados en al menos una dimensión.

[0012] También se obtiene una capa de soporte que es determinable independientemente y distinta de la capa de código e incluye una pluralidad de objetos de referencia que son resistentes a la distorsión durante la proyección. En un ejemplo, los objetos de referencia de la capa de soporte pueden comprender una pluralidad de bandas de referencia separadas igualmente con un intervalo de seguridad entre ellas. Las bandas de referencia y el intervalo de seguridad pueden ser de diferentes anchos. La capa de código y la capa de soporte pueden combinarse superponiendo la capa de soporte sobre la capa de código de modo que los símbolos de la capa de código aparezcan dentro de las bandas de referencia de la capa de soporte.

[0013] Al menos una de la capa de código y la capa de soporte pueden estar preconformadas por una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección. A continuación, se puede obtener una máscara de código compuesta combinando la capa de código y la capa de soporte, la máscara de código compuesta que sirve para la detección de profundidad de proyección única.

[0014] En un ejemplo, la preconformación de al menos una de la capa de código y la capa de soporte mediante una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección puede incluir: (a) determinar una o más condiciones para un canal a través del cual se proyectará la máscara de código; (b) obtener la función de dispersión de punto sintético, en base a una o más condiciones, para compensar las distorsiones causadas por el canal; y/o (c) aplicar la función de dispersión de punto sintético a al menos una de la capa de código y la capa de soporte. En otro ejemplo, la preconformación de al menos una de la capa de código y la capa de soporte mediante una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección puede incluir: (a) obtener una capa de preconformación que compense las distorsiones en un canal a través del cual se proyectará la máscara de código; y/o (b) combinar la capa de preconformación como parte de la máscara compuesta.

[0015] Un dispositivo transmisor puede realizar dinámicamente la preconformación de al menos una de la capa de código y la capa de soporte y combina la capa de código y la capa de soporte para obtener la máscara de código compuesta. En un ejemplo, el dispositivo transmisor también puede incluir un generador de máscara que genera previamente al menos una de la capa de código, la capa de soporte y la máscara de código compuesta.

[0016] La máscara de código compuesta puede almacenarse o fijarse en un medio tangible. En diversos ejemplos, el medio tangible puede ser al menos uno de: (a) un único medio de película que incorpora la máscara de código compuesta; (b) un primer medio de película que almacena la capa de código y un segundo medio de película que almacena la capa de soporte; (c) un dispositivo de almacenamiento digital en el cual se almacena la máscara de código compuesta; y/o (d) un dispositivo de almacenamiento digital en el cual se almacenan la capa de código y la capa de soporte.

[0017] De manera similar, se puede proporcionar un dispositivo generador de máscara, que comprende: un circuito de procesamiento y un medio tangible. El circuito de procesamiento se puede adaptar para: (a) obtener una capa de código de contraseñas espacialmente codificadas con identificación única definidas por una pluralidad de símbolos; (b) obtener una capa de soporte determinable independientemente y distinta de la capa de código y que incluye una pluralidad de objetos de referencia que son resistentes a la distorsión durante la proyección; (c) preconformar al menos una de la capa de código y la capa de soporte mediante una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección; y/o (d) obtener una máscara de código compuesta combinando la capa de código y la capa de soporte, sirviendo la máscara de código compuesta para la detección de profundidad de proyección única.

[0018] El medio tangible puede servir para almacenar la máscara de código compuesta. En diversos ejemplos, el medio tangible puede incluir al menos uno de: (a) un único medio de película que incorpora la máscara de código compuesta; (b) un primer medio de película que almacena la capa de código y un segundo medio de película que almacena la capa de soporte; (c) un dispositivo de almacenamiento digital en el cual se almacena la máscara de código compuesta; y/o (d) un dispositivo de almacenamiento digital en el cual se almacenan la capa de código y la capa de soporte.

DIBUJOS

[0019] Diversas características, naturaleza y ventajas pueden resultar evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación cuando se tomen en conjunción con los dibujos en los cuales se identifican caracteres de referencia similares correspondientemente de principio a fin.

La FIG. 1 ilustra un sistema de detección activa ejemplar en donde un patrón conocido se usa para iluminar una escena u objeto y obtener información de profundidad con la cual generar información tridimensional a partir de imágenes y/o información bidimensionales.

La FIG. 2 ilustra otro sistema ejemplar para la detección activa donde una escena tridimensional (3D) se construye a partir de información o imágenes bidimensionales (2D).

La FIG. 3 ilustra cómo puede detectarse la profundidad de un objeto o escena.

La FIG. 4 ilustra un ejemplo de distorsión proyectiva que es un problema al identificar con precisión un código proyectado.

La FIG. 5 ilustra otro ejemplo de distorsión proyectiva.

La FIG. 6 ilustra un ejemplo de problema de distorsión encontrado por la codificación espacial típica para la detección activa.

La FIG. 7 ilustra otro ejemplo de problema de distorsión encontrado por la codificación espacial típica para la detección activa.

La FIG. 8 ilustra una solución al problema de distorsión con codificación espacial.

La FIG. 9 ilustra cómo una contraseña binaria puede representarse dentro de una portadora modulada de forma.

La FIG. 10 ilustra otros detalles de la microestructura de código que usa una capa de soporte y una capa de código.

- La FIG. 11 (que comprende las FIG. 11A y 11B) ilustra otros detalles de la microestructura de código que usa una capa de soporte y una capa de código.
- 5 La FIG. 12 ilustra una primera máscara de código compuesta que usa tres niveles de escala de grises (por ejemplo, negro, blanco y un gris).
- La FIG. 13 ilustra una segunda máscara de código compuesta que usa dos niveles de escala de grises (por ejemplo, blanco y negro).
- 10 La FIG. 14 ilustra una tercera máscara de código compuesta que usa dos niveles de escala de grises (por ejemplo, blanco y negro) con formación sinusoidal.
- La FIG. 15 ilustra una cuarta máscara de código compuesta que usa dos niveles de escala de grises (por ejemplo, blanco y negro).
- 15 La FIG. 16 ilustra una porción de la cuarta máscara de código compuesta en la FIG. 15.
- La FIG. 17 ilustra la combinación de una capa de soporte y una capa de código y la transformación de la máscara de código compuesta.
- 20 La FIG. 18 ilustra la descomposición de una máscara de código recibida y la alineación o ajuste de la máscara de código recibida para obtener la capa de código original.
- La FIG. 19 ilustra un ejemplo de cómo una máscara de código transmitida puede proyectarse sobre una superficie que causa que la máscara de código recibida se transforme o distorsione.
- 25 La FIG. 20 ilustra un ejemplo de cómo el ejemplo de codificación espacial de la FIG. 9 puede ampliarse más para incluir la modulación de amplitud espacial.
- La FIG. 21 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo generador de máscara para generar un código de máscara compuesta.
- 30 La FIG. 22 ilustra un ejemplo de cómo generar una máscara de código compuesta que sea resistente a la transformación afín.
- 35 La FIG. 23 ilustra un procedimiento ejemplar para generar contraseñas y una máscara de código compuesta.
- La FIG. 24 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un dispositivo transmisor que puede estar configurado para generar una máscara de código compuesta y/o proyectar dicha máscara de código compuesta.
- 40 La FIG. 25 ilustra un procedimiento para proyectar una máscara de código compuesta.
- La FIG. 26 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un dispositivo receptor que puede estar configurado para obtener información de profundidad a partir de una máscara de código compuesta.
- 45 La FIG. 27 es un diagrama de bloques que ilustra una operación ejemplar de un dispositivo receptor.
- La FIG. 28 ilustra un procedimiento ejemplar para descodificar una contraseña capturada dentro de una máscara de código compuesta que sea resistente a la transformación afín.
- 50 La FIG. 29 ilustra un procedimiento para obtener un mapa de profundidad de una máscara de código capturada.
- La FIG. 30 ilustra cómo la separación de contraseñas impone una distancia de reutilización de primitivos de libro de códigos.
- 55 La FIG. 31 ilustra la relación entre la distancia de reutilización de un primitivo de libro de códigos y un tamaño de objeto.

La FIG. 32 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento ejemplar para construir una máscara de código reutilizando un primitivo de libro de códigos.

5 La FIG. 33 ilustra un ejemplo de cómo una función de dispersión de punto puede aplicarse a un objeto para obtener una imagen.

La FIG. 34A ilustra bandas de soporte de un soporte de máscara de código en el dominio espacial.

10 La FIG. 34B ilustra un ejemplo de las bandas de soporte resultantes en el dominio de frecuencia espacial después de que se han propagado a través de un canal de transmisión.

La FIG. 35A ilustra cómo una función de dispersión de punto sintético puede aplicarse a bandas de soporte para preconformar las bandas de soporte en el dominio espacial.

15 La FIG. 35B ilustra un ejemplo de las bandas de soporte preconformadas resultantes en el dominio de frecuencia espacial después de que se han propagado a través de un canal de transmisión.

20 La FIG. 36 ilustra que un banco de funciones de dispersión de punto puede estar disponible a partir del cual un PSF puede seleccionarse para preconformar una portadora de máscara de código antes de la transmisión.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

25 **[0020]** En la descripción siguiente, se dan detalles específicos para proporcionar un entendimiento profundo de los modos de realización. Sin embargo, resultará evidente para alguien con conocimiento ordinario en la técnica que los modos de realización pueden practicarse sin estos detalles específicos. Por ejemplo, pueden mostrarse circuitos en diagramas de bloques con el fin de evitar complicar los modos de realización con detalles innecesarios. En otros ejemplos, pueden no mostrarse con detalle circuitos, estructuras y técnicas bien conocidos con el fin de no complicar los modos de realización.

30 **[0021]** La palabra "ejemplar" se usa en el presente documento para significar "que sirve como ejemplo o como ilustración". Cualquier implementación o modo de realización descrito en el presente documento como "ejemplar" no ha de interpretarse necesariamente como preferido o ventajoso sobre otros modos de realización. Del mismo modo, el término "modos de realización" no requiere que todos los modos de realización incluyan la característica discutida, la ventaja o el modo de funcionamiento.

VISIÓN GENERAL

40 **[0022]** Una primera característica proporciona una máscara espacial que es invariante a la distorsión combinando una capa de soporte (con marcadores de referencia) y una capa de código (con contraseñas únicas). La capa de soporte proporciona marcadores de referencia (por ejemplo, bandas en una orientación conocida) que permiten corregir las distorsiones (por ejemplo, la oblicuidad, la rotación, la compresión, la elongación, la inclinación, etc.) de la capa de código y, por tanto, la identificación correcta de contraseñas por un receptor.

45 **[0023]** De acuerdo con una segunda característica, se proporcionan una estructura compacta de contraseña y un libro de códigos. Es deseable una estructura compacta de contraseña porque permite una granularidad mayor al determinar una profundidad. Sin embargo, las contraseñas deberían ser lo suficientemente grandes para evitar la segmentación. Adicionalmente, un libro de códigos más pequeño permite una correlación más rápida de una contraseña muestreada a las contraseñas posibles en el libro de códigos. Estos objetivos pueden lograrse definiendo
50 contraseñas como traslapar (ventanas de símbolos k_1 por k_2) que definen contraseñas únicas en al menos un eje o dirección de una capa de código.

[0024] De acuerdo con una tercera característica, una máscara de código puede generarse replicando o repitiendo un código primitivo una o más veces dentro de la máscara de código. El primitivo de libro de códigos puede definirse
55 como una pluralidad de contraseñas espacialmente codificadas y únicas dentro de una estructura de símbolos n_1 por n_2 . Dicho primitivo de libro de códigos puede definirse a partir de un subconjunto de todas las contraseñas posibles (por ejemplo, las combinaciones de símbolos que sean posibles dentro de la estructura de símbolos n_1 por n_2). La

máscara de código puede generarse entonces reutilizando el primitivo de libro de códigos x veces en la máscara de código.

ENTORNO DE FUNCIONAMIENTO EJEMPLAR

5
 [0025] La FIG. 1 ilustra un sistema de detección activa ejemplar en donde un patrón conocido se usa para iluminar una escena u objeto y obtener información de profundidad con la cual generar información tridimensional a partir de imágenes y/o información bidimensionales. Uno o más aspectos y/o características descritos en el presente documento pueden implementarse dentro de dicho sistema ejemplar de detección activa. Aquí, un transmisor 102 proyecta un campo de luz a través de una máscara de código 104 (por ejemplo, una imagen con códigos) para proyectar contraseñas en un objeto o escena 106. Un receptor 108 captura la máscara de código proyectada 110 y contraseñas en el mismo. Este ejemplo ilustra cómo se proyecta una sección/porción/ventana 112 de la máscara de código 104 (como la sección/porción/ventana 114) sobre la superficie (por ejemplo, la sección/porción/ventana proyectada 116) del objeto o escena 106. La sección/porción/ventana proyectada 116 puede capturarse entonces por el receptor 108 como un segmento capturado 118. La sección/porción/ventana 112 puede usarse como una contraseña que puede identificarse únicamente. Por tanto, cubriendo la escena u objeto 106 con contraseñas únicas de esta manera, pueden identificarse/marcarse secciones/porciones de la escena u objeto 106 y esta información puede usarse para la detección de la profundidad.

20 [0026] A partir de la imagen capturada por el receptor 108, múltiples segmentos pueden identificarse sobre la escena u objeto 106. Cada segmento 118 puede identificarse únicamente en el receptor 108 y su situación relativa a otros segmentos determinados a partir del patrón conocido de la máscara codificada 104. La identificación de un código a partir de cada segmento/porción/ventana puede implicar la segmentación de patrón (por ejemplo, abordar la distorsión) y la descodificación del segmento/porción/ventana percibido en un código(s) correspondiente(s). Adicionalmente, puede aplicarse la triangulación sobre cada segmento/porción/ventana capturado para determinar una orientación y/o profundidad. Múltiples dichos segmentos/porciones/ventanas pueden combinarse para unir un patrón de imagen capturado. De esta manera, puede generarse un mapa de profundidad para la escena u objeto 106.

30 [0027] La FIG. 2 ilustra otro sistema ejemplar para la detección activa donde una escena tridimensional (3D) se construye a partir de información o imágenes bidimensionales (2D). Un modulador codificador/de forma 201 puede servir para generar una máscara de código que se proyecte luego por un dispositivo transmisor 202 sobre un canal de transmisión 204. La máscara de código puede proyectarse en un destino (por ejemplo, una escena u objeto) y la luz reflejada se captura por un detector receptor 205 como imagen (por ejemplo, una imagen de máscara de código). En el detector receptor 205 (por ejemplo, el receptor 108 en la FIG. 1), el destino (por ejemplo, la escena u objeto) se captura y su forma/profundidad se codifica 205. Puede lograrse la codificación de forma/profundidad, por ejemplo, usando la máscara de código proyectada para determinar la información de profundidad. Por ejemplo, la imagen capturada de la escena u objeto (que incluye la máscara de código proyectada) puede codificarse 206 para obtener un mapa de profundidad 208. El mapa de profundidad 208 puede usarse entonces para presentar, generar y/o proporcionar una versión tridimensional 210a-e del destino.

40 [0028] La detección activa se basa en ser capaz de reconocer (en el detector receptor 205 y/o en el decodificador 206) todos los códigos espaciales (es decir, contraseñas) a partir de la máscara de código que se proyecte por el dispositivo transmisor 202 en una escena u objeto. Si una escena u objeto está demasiado cerca del transmisor/receptor, la superficie de la escena u objeto es angular/curva y/o un plano de referencia de línea de base se inclina, los códigos resultan modificados bajo una transformación afín desconocida (por ejemplo, una rotación, una oblicuidad, una compresión, una elongación, etc.).

50 [0029] Uno o más aspectos o características descritos en el presente documento pueden implementarse dentro de los entornos ejemplares de las FIG. 1 y 2.

DETECTOR DE PROFUNDIDAD ACTIVA EJEMPLAR

[0030] La FIG. 3 ilustra cómo puede detectarse la profundidad de un objeto o escena. Aquí, un dispositivo transmisor 302 está en el mismo plano de referencia de línea de base (por ejemplo, el plano de lente 305) como el dispositivo receptor 304. El dispositivo transmisor 302 proyecta una máscara de código 310 sobre una escena o un objeto a través de una apertura o lente. Aquí, con propósitos de ilustración, un segmento/porción/ventana proyectado 312 (que representa una contraseña) se muestra como parte de la máscara de código transmitida 310. Este

segmento/porción/ventana de código 312 puede proyectarse sobre una escena u objeto 306 a una primera distancia o en una segunda distancia. El dispositivo receptor 304 captura la máscara de código proyectada 310 (como una máscara de código recibida 311) a través de una apertura de receptor. Aquí, la máscara de código transmitida 310 se muestra en el mismo plano detector 307 como la máscara de código recibida 311. Puede apreciarse que, cuando la escena o el objeto 306 se sitúa más cerca del dispositivo transmisor 302 (por ejemplo, una primera distancia desde el dispositivo transmisor), el segmento proyectado 312 aparece a una distancia d_1 desde su situación inicial. Mientras tanto, cuando la escena u objeto 308 se sitúa más lejos (por ejemplo, una segunda distancia desde el dispositivo transmisor), el segmento/porción/ventana proyectado 312 aparece a una distancia d_2 desde su situación inicial (donde $d_2 < d_1$). Es decir, cuanto más lejos esté un objeto desde el transmisor/receptor, más cerca está el segmento/porción/ventana proyectado recibido de su posición original en el dispositivo receptor 304 (por ejemplo, la proyección saliente y la proyección entrante son más paralelas). Por el contrario, cuanto más cerca está un objeto del transmisor/receptor, más lejos está el segmento/porción/ventana proyectado recibido de su posición original en el dispositivo receptor 304. Por tanto, la diferencia entre la posición de la contraseña recibida y la transmitida da la profundidad de la escena u objeto. En un ejemplo, dicha profundidad (por ejemplo, la profundidad relativa) puede proporcionar una profundidad para cada píxel o subconjunto de píxeles agrupados (por ejemplo, las regiones de dos o más píxeles).

[0031] Diversos tipos de sistemas de modulación y de codificación se han concebido para generar una máscara de código. Estos sistemas de modulación y codificación incluyen la codificación temporal, la codificación espacial y la codificación directa. Sin embargo, existen algunos inconvenientes para cada sistema.

[0032] En la codificación temporal, los patrones se proyectan sucesivamente sobre la superficie de medición (por ejemplo, con el tiempo). Esta técnica tiene una precisión y una resolución altas, pero no es adecuada para escenas dinámicas.

[0033] En la codificación espacial, se codifica información en un entorno local en base a formas y patrones. Los códigos pseudoaleatorios pueden ser en base a De-Bruijn o las gamas M definen el libro de códigos (por ejemplo, puede variar la intensidad o la modulación del color). Sin embargo, la segmentación del patrón es crucial y no se alcanza fácilmente donde las formas y patrones se distorsionen.

[0034] En la codificación directa, ambas coordenadas de píxeles horizontal y vertical están codificadas. La modulación puede ser una fase monotónica o una forma de onda de intensidad. Sin embargo, este sistema requiere que se implemente un gran libro de códigos. Como, tras la captura, cada contraseña debe estar correlacionada con un conjunto definido de contraseñas posibles (por ejemplo, en un libro de códigos), es deseable el uso de un conjunto pequeño de contraseñas (por ejemplo, un libro de códigos pequeño). También, es pequeña la distancia mínima, lo cual causa errores.

PROBLEMA DE DISTORSIÓN PROYECTIVA

[0035] La FIG. 4 ilustra un ejemplo de distorsión proyectiva que es un problema al identificar con precisión un código proyectado. Aquí, un segmento de máscara de código 402 se ha proyectado sobre una superficie 404 que está en un ángulo θ hacia el plano de referencia de línea de base 406 entre un transmisor y un receptor. Como consecuencia, existe una distorsión del segmento de máscara de código recibido 408. A poca distancia, las superficies oblicuas causan una distorsión proyectiva, lo que puede dar como resultado deformaciones de patrones, desplazamientos hacia el exterior del campo de visión y/o el solapamiento de códigos. Se ilustra aquí el solapamiento de un segmento de máscara de código recibido 412. También, la distorsión proyectiva se ilustra donde la palabra "Qualcomm" 414 se ha distorsionado 416 por la transformación proyectiva 418.

[0036] La FIG. 5 ilustra otro ejemplo de distorsión proyectiva. Aquí, una máscara de código típica 502 se ha proyectado sobre una superficie y la máscara de código recibida/capturada 504 se ha distorsionado. Los códigos distribuidos no son resistentes a la distorsión proyectiva durante la segmentación. La segmentación precisa requiere un registro complejo e información contextual. Se usan las ventanas de correlación 508 y 512 para intentar recuperar la máscara de código original. Sin embargo, como se ilustra aquí, la ventana de correlación de receptor 512 captura solo una porción del segmento de máscara de código distorsionado.

[0037] La FIG. 6 ilustra un ejemplo de problema de distorsión encontrado por la codificación espacial típica para la detección activa. La detección activa se basa en ser capaz de reconocer todos los códigos espaciales. Si el objeto

está cerca del transmisor/receptor y/o el plano está inclinado, el código resulta modificado bajo una transformada afín desconocida. Aquí, un código inicial 602 se ha distorsionado por la superficie o plano del objeto sobre el cual se proyecta o debido a la desalineación del transmisor y del receptor. Por lo tanto, en algunos ejemplos, el código recibido 604 puede ser más estrecho de lo esperado y/o el código recibido 606 puede inclinarse o sesgarse, haciendo difícil la detección del código correcto.

[0038] La FIG. 7 ilustra otro ejemplo de problema de distorsión encontrado por la codificación espacial típica para la detección activa. En estos ejemplos, se ilustra que, en la codificación espacial, una contraseña puede transformarse en otra contraseña válida, haciendo, por tanto, difícil la detección activa. Por ejemplo, un primer conjunto de contraseñas adyacentes 702 puede proyectarse sobre un plano o superficie de objeto que cause que las contraseñas se inclinen 508. Como consecuencia, una primera contraseña 704 puede detectarse incorrectamente como una contraseña transformada 706. Obsérvese que, mientras que la primera contraseña 704 tenga una banda blanca seguida de una banda negra, la contraseña transformada 706 es en gran medida blanca y puede malinterpretarse como una contraseña válida.

MÁSCARA DE CÓDIGO COMPUESTA EJEMPLAR

[0039] La FIG. 8 ilustra una solución al problema de distorsión con codificación espacial. En este enfoque, la máscara de código puede construirse por una capa de soporte 802 sobrepuesta en la capa de código 804. Aquí, la capa de soporte 802 puede incluir bandas negras anchas 806 (es decir, intervalos de seguridad) con bandas blancas más finas 808 (es decir, bandas de referencia) entre las mismas. Las bandas blancas finas 808 (es decir, las bandas de referencia) correspondientes a la situación de las bandas de código 812 en la capa de código 804. La capa de soporte 802 es una capa redundante que puede extraerse y usarse para estimar la transformación afín de la contraseña. La capa de código 804 es el patrón binario real que especifica las contraseñas diferentes que comprenden la máscara de código.

[0040] La FIG. 9 ilustra cómo una contraseña binaria 902 puede representarse dentro de una portadora modulada de forma 904. La portadora modulada 904 puede incluir bandas de código/referencia 906 (por ejemplo, bandas activas) e intervalos de seguridad 908. La capa de soporte 902 puede definirse por un ancho de banda activa w_1 y por un intervalo de seguridad w_2 . El ancho de banda activa w_1 puede determinarse por los requisitos de potencia en el transmisor. El intervalo de seguridad w_2 puede determinarse por la Función de Dispersión de Punto (PSF) del transmisor/receptor. Aquí, un sistema triestado de escala de grises se usa para representar la protección, "0" y "1", donde la relación de los niveles "0" y "1" puede ser del 50 %.

[0041] La FIG. 10 ilustra otros detalles de la microestructura de código 1002 que usa una capa de soporte y una capa de código. En este ejemplo, el tamaño de la máscara de código puede ser $n_1 \times n_2$, donde $n_1 = 7$ (vertical), $n_2 = 585$ (horizontal), de tal manera que son posibles un total de 4095 contraseñas únicas. Son posibles libros de códigos más pequeños usando un subconjunto de estas contraseñas. Pueden ser deseables libros de códigos más pequeños en que reduce el número de comparaciones que deben realizarse para determinar si se encuentra una coincidencia de contraseña. Es decir, una máscara de código recibida/capturada puede compararse con el libro de códigos usado para determinar cada contraseña en el mismo. Dicha comparación puede implicar hacer coincidir con una región de la máscara de código recibida/capturada cada contraseña definida en el libro de códigos para determinar una coincidencia (por ejemplo, o una coincidencia más cercana). Como consecuencia, la reducción del tamaño del libro de códigos (por ejemplo, el uso de un número pequeño de contraseñas) reduce el número de comparaciones necesarias para encontrar una coincidencia de contraseña y reduce los recursos de procesamiento y/o el tiempo para encontrar las coincidencias de contraseñas con la máscara de código recibida/capturada.

[0042] El tamaño de una ventana de máscara de código (por ejemplo, una ventana $k_1 \times k_2$) usada para una contraseña puede ser dependiente del objeto detectable mínimo buscado. Por ejemplo, la ventana de máscara de código puede ser una ventana de símbolos $k_1 \times k_2 = 3 \times 4$. Por lo tanto, el tamaño de la ventana se define por el tamaño mínimo detectable del objeto (por ejemplo, el objeto o característica detectable) y la distancia a la cual ocurre dicha detección del objeto. Adicionalmente, la resolución de profundidad puede ser igual a la separación de soporte. El intervalo de seguridad es una contramedida contra la dispersión desconocida. Los parámetros seleccionados pueden proporcionar un equilibrio entre la resolución y la detección.

[0043] El diseño de la estructura de código tiene un efecto sobre cómo puede implementarse la detección de contraseñas de forma eficaz. Por ejemplo, sería preferente que un código fuera capaz de soportar escenas tanto

estáticas como dinámicas (por ejemplo, en el caso en el que el objeto esté en movimiento), de modo que la máscara de código pueda desplegarse en una sola toma o proyección. El código debería tener una alta resolución de profundidad, lo que implica un gran número de contraseñas. Sin embargo, los códigos deberían empaquetarse densamente, por ejemplo, las contraseñas teseladas deben ser únicas. El código debe ser resistente a las oclusiones y a los límites de salto. Por lo tanto, puede ser menos probable que se interrumpa una ventana compacta que una alargada. El código debería tener también una alta resolución de característica de modo que pueden detectarse más fácilmente detalles de un objeto o escena (por ejemplo, tener una "forma de onda de forma" de modulación pequeña). El código debería ser también de complejidad baja en términos de segmentación (por ejemplo, el patrón debería ser simple). El código debe ser resistente a la distorsión proyectiva (por ejemplo, el patrón debería ser relativamente invariante a las transformaciones proyectivas). Adicionalmente, el código debería ser resistente a la variación de reflectancia y a la interferencia (por ejemplo, la modulación debería requerir solo unos niveles de intensidad).

[0044] La FIG. 11 (que comprende las FIG. 11A y 11B) ilustra otros detalles de la microestructura de código que usa una capa de soporte y una capa de código. Una máscara de código ejemplar 1106 (por ejemplo, la estructura de símbolos) puede representarse como una pluralidad de símbolos orientados (por ejemplo, segmentos de líneas) y combinarse con una capa de soporte para generar una máscara de código compuesta 1102. Cada contraseña puede representarse por una ventana de símbolos (por ejemplo, segmentos de líneas). Por ejemplo, se representa aquí una pluralidad de contraseñas, donde las ventanas se traslapan. La FIG. 11B ilustra cómo puede definirse una pluralidad de contraseñas por las ventanas traslapadas 1108, 1110, 1112, y 1114.

[0045] En una implementación, el transmisor y el receptor pueden estar configurados en el mismo plano horizontal. La capa de código 1106 es densa al máximo debido a una propiedad perfecta de ventana, lo que significa que se definen códigos únicos por todas las ventanas traslapadas (por ejemplo, para al menos la misma columna o fila de la capa de código). El cambio de la ventana por una unidad en al menos una dirección (por ejemplo, horizontalmente) da como resultado una contraseña única. Por ejemplo, las contraseñas en la dirección x pueden ser únicas. Sin embargo, para mantener el libro de códigos tan pequeño como sea posible (por ejemplo, para reducir el número de contraseñas contra el cual una contraseña detectada deba estar correlacionada para encontrar una coincidencia), las contraseñas en la dirección vertical no necesitan ser únicas. Por ejemplo, después de definir un libro de códigos con solo contraseñas únicas suficientes para abarcar la dirección x de la capa de código o la máscara de código, las contraseñas pueden repetirse en la dirección y. Esto es porque se obtiene información de profundidad (como se ilustra en la FIG. 3) a partir de las contraseñas percibidas/capturadas en una dirección (dirección x). Como consecuencia, no es necesario tener contraseñas únicas en la dirección transversal (dirección y). También, el ancho de la máscara de código compuesta 1102 puede seleccionarse dependiendo de la distancia del intervalo de distancia a la cual se sitúe el objeto o escena de interés (por ejemplo, el ancho de la máscara de código compuesta puede ser lo suficientemente ancho para capturar el objeto o escena de interés en una única proyección) y también para evitar el solapamiento (por ejemplo, donde la máscara de código compuesta reutilice contraseñas, la máscara de código compuesta debería ser lo suficientemente amplia para evitar la detección errónea de las contraseñas reutilizadas).

[0046] En una implementación alternativa, en la que el transmisor y el receptor pueden estar configurados en el mismo plano vertical. En este ejemplo, las contraseñas en la dirección y pueden ser únicas y las contraseñas en la dirección x pueden ser de repetición.

[0047] En un ejemplo, los símbolos binarios en la capa de código 1106 pueden estar dispuestos de forma pseudoaleatoria a fin de lograr contraseñas únicas en al menos una dirección (por ejemplo, la dirección x). En otro ejemplo, los símbolos binarios pueden estar dispuestos a fin de maximizar la distancia Hamming de las contraseñas representadas por cada ventana. Esto permite la corrección de errores en una contraseña detectada/capturada seleccionando la contraseña más cercana en base a la distancia Hamming.

[0048] Las contraseñas cuando se perciben por un receptor óptico) pueden servir para representar la información de profundidad para un objeto (o piezas de un objeto) y se transmiten junto con la imagen del objeto como parte de un archivo de imagen. Por ejemplo, para una imagen MxN, un archivo de imagen 1104 puede incluir información de imagen bidimensional, junto con información de profundidad (por ejemplo, generada a partir de contraseñas detectadas) para los segmentos/piezas de la imagen. Por ejemplo, cada contraseña puede generarse en una profundidad para representar una ventana de píxel p1xp2 de la imagen bidimensional.

[0049] Las FIG. 12, 13, 14, y 15 ilustran diversos ejemplos de máscaras de código compuestas.

[0050] La FIG. 12 ilustra una primera máscara de código compuesta 1200 que usa tres niveles de escala de grises (por ejemplo, negro, blanco y un gris). En este ejemplo, el negro se usa para el intervalo de seguridad y el blanco/gris se usan para las bandas de código/referencia.

5 **[0051]** La FIG. 13 ilustra una segunda máscara de código compuesta 1300 que usa dos niveles de escala de grises (por ejemplo, blanco y negro). En este ejemplo, el negro se usa para el intervalo de seguridad y el blanco/negro se usan para las bandas de codificación/referencia. Por tanto, las bandas de referencia son detectables a partir de la presencia de bandas blancas usadas para codificar (por ejemplo, contraseñas).

10 **[0052]** La FIG. 14 ilustra una tercera máscara de código compuesta 1400 que usa dos niveles de escala de grises (por ejemplo, blanco y negro) con conformación sinusoidal. En este ejemplo, el negro se usa para el intervalo de seguridad y el blanco/negro se usan para las bandas de codificación/referencia. Por tanto, las bandas de referencia son detectables a partir de la presencia de bandas blancas usadas para codificar (por ejemplo, contraseñas). La conformación sinusoidal puede servir para predistorcionar elementos de la máscara de código compuesta 1400. En este ejemplo, dicha predistorción de la máscara de código compuesta ha dado como resultado la borrosidad y el redondeo de las bandas de código. Dicha predistorción puede servir para compensar las distorsiones superficiales ambientales y/o de objeto, mejorando de este modo la detección de contraseñas en la máscara de código compuesta proyectada por un receptor.

20 **[0053]** La FIG. 15 ilustra una cuarta máscara de código compuesta 1500 que usa dos niveles de escala de grises (por ejemplo, blanco y negro). En este ejemplo, el negro se usa para el intervalo de seguridad y el blanco/negro se usan para las bandas de codificación/referencia. En este ejemplo, las bandas de código están alineadas solo a lo largo del eje x, pero escalonadas a lo largo del eje y.

25 **[0054]** La FIG. 16 ilustra una porción 1502 de la cuarta máscara de código compuesta 1500 en la FIG. 15. Puede apreciarse aquí que las bandas de código están escalonadas a lo largo del eje y. El escalonamiento de las bandas del código significa que las bandas usadas para definir contraseñas no están alineadas ni en el eje x ni en el eje y. Como puede observarse en la FIG. 13, por ejemplo, no existe una alineación de las bandas blancas (usadas para codificar) a lo largo del eje x y del eje y (por ejemplo, donde la parte superior de las bandas blancas se alinea incluso cuando las bandas blancas son de longitudes variables). Por el contrario, en la FIG. 16, las bandas blancas (usadas para codificar) se alinean solo a lo largo de un eje (por ejemplo, eje x), pero no en el segundo eje (eje y) (por ejemplo, ni la parte superior ni la inferior de las bandas blancas están alineadas, sino que están escalonadas a través de al menos una porción de la máscara de código).

35 **[0055]** Sin escalonamiento, existe una probabilidad de que, cuando una máscara de código se proyecte sobre un objeto con superficies angulares, las distorsiones puedan causar que porciones diferentes (por ejemplo, porciones no adyacentes, porciones independientes, etc.) de la máscara de código se capturen erróneamente como una contraseña. Por el contrario, la probabilidad de que dicha contraseña errónea o no intencionada se detecte se reduce de manera significativa escalonando las bandas blancas. Es decir, la máscara alternativa de las FIG. 15 y 16 dispone las bandas de modo que se escalonan en al menos una dimensión o eje, haciendo menos probable que se detecte una contraseña errónea o no intencionada.

[0056] La FIG. 17 ilustra la combinación de una capa de soporte y una capa de código y la transformación de la máscara de código compuesta. Una capa de soporte 1702 se combina o superpone sobre una capa de código 1704 para obtener una máscara de código compuesta 1706. Como resultado de su proyección sobre una superficie irregular o angular, la máscara de código compuesta 1706 puede transformarse en una máscara de código capturada 1708.

50 **[0057]** La FIG. 18 ilustra la descomposición de una máscara de código recibida y la alineación o ajuste de la máscara de código recibida para obtener la capa de código original. La máscara de código recibida 1802 puede transformarse de modo que esté desalineada relativa a la máscara de código original. Sin embargo, debido a que se usaba una capa de soporte conocida, la máscara de código recibida 1802 puede descomponerse en una capa de soporte recibida 1804 y en una capa de código recibida 1806. La transformación afín de la capa de soporte recibida 1804 puede analizarse y/o determinarse en comparación con la capa de soporte original (1702 en la FIG. 17). Después de haber identificado la transformación afín de la capa de soporte de esta manera, la capa de código recibida 1806 puede ajustarse para obtener una capa de código ajustada 1808 que coincida sustancialmente con la capa de código original (1704 en la FIG. 17).

[0058] La FIG. 19 ilustra un ejemplo de cómo una máscara de código transmitida 1902 puede proyectarse sobre una superficie que cause que la máscara de código recibida 1904 se transforme o distorsione. Como puede apreciarse, las bandas de referencia 1910 y 1912 en las máscaras de código 1902 y 1904 pueden servir para alinear la máscara de código recibida 1904.

5

[0059] La FIG. 20 ilustra un ejemplo de cómo el ejemplo de codificación espacial de la FIG. 9 puede ampliarse más para incluir la modulación de amplitud espacial. Una contraseña 2002 se define por una pluralidad de símbolos dentro de una ventana (por ejemplo, ventana de símbolos 3x4). Cada símbolo de s_k puede ser distinguible de otros símbolos usando la modulación de amplitud de acuerdo con niveles diferentes de intensidad (por ejemplo, niveles de escala de grises o colores). Aquí, los niveles de intensidad se representan con colores diferentes. Por tanto, la contraseña modulada de amplitud 2004 ilustra una contraseña de compuesta de cuatro (4) tipos de símbolos (a_1, a_2, a_3, a_4). La máscara de contraseña resultante 2006 ilustra cómo la contraseña modulada de amplitud 2004 se proyecta sobre un soporte lineal con bandas de seguridad. Obsérvese que la portadora puede modularse también por una función de formación para mejorar las características de transmisión y/o recepción de la contraseña.

10

15

[0060] La FIG. 21 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo generador de máscara para generar un código de máscara compuesta. El dispositivo generador de máscara 2102 puede incluir un circuito de procesamiento 2104 que implemente un circuito generador/selector de capa de código 2116, un circuito generador/selector de capa de soporte 2118, un circuito generador/selector de máscara de código compuesta 2120 y/o un circuito de preconformación 2122. El circuito de procesamiento 2104 puede estar acoplado a un dispositivo de almacenamiento de memoria 2106 y/o a un medio tangible 2108.

20

[0061] El circuito generador/selector de capa de código 2116 puede estar configurado/adaptado para generar una capa de código (por ejemplo, las FIG. 11A, 11B, FIG. 20, etc.) y/o seleccionar una capa de código pregenerada (por ejemplo, almacenada en el dispositivo de memoria/almacenamiento 2110). El circuito generador/selector de capa de soporte 2118 puede estar configurado/adaptado para generar la capa de soporte (por ejemplo, la FIG. 9, la FIG. 20, etc.) y/o seleccionar una capa de soporte pregenerada (por ejemplo, almacenada en el dispositivo de memoria/almacenamiento 2112). El circuito generador/selector de máscara de código compuesta 2120 puede estar configurado/adaptado para generar una máscara de código compuesta combinando la capa de código y la capa de soporte y almacenando la máscara de código compuesta 2114 en el dispositivo de memoria/almacenamiento 2106 y/o en el medio tangible 2108 (por ejemplo, la película, el dispositivo de almacenamiento de datos digitales, etc.). Adicionalmente, el circuito de preconformación 2122 puede estar adaptado para preconformar al menos una de la capa de código y de la capa de soporte para compensar las distorsiones de canal anticipadas o esperadas (por ejemplo, donde el canal incluya el trayecto y/o la trayectoria a través de la cual la máscara de código compuesta haya de proyectarse).

25

30

35

[0062] La FIG. 22 ilustra un ejemplo de cómo generar una máscara de código compuesta que sea resistente a la transformación afín. Se obtiene una capa de código de contraseñas espacialmente codificadas con identificación única definidas por una pluralidad de símbolos 2202. Por ejemplo, una capa de código puede comprender una pluralidad de símbolos o gráficos (por ejemplo, símbolos n_1 x símbolos n_2) como en la capa de código 804 (FIG. 8). En un ejemplo, la capa de código puede comprender símbolos binarios n_1 por n_2 , donde n_1 y n_2 son números enteros mayores que dos. En algunas implementaciones, los símbolos o gráficos pueden ser segmentos de línea en dos tonos de la escala de grises (por ejemplo, blanco y gris, blanco y negro, etc.) con cada uno de los dos tonos de la escala de grises representando "0" o "1" (como en la FIG. 9). En un ejemplo, los símbolos de la capa de código pueden estar escalonados en al menos una dimensión. Cada contraseña puede definirse por una ventana en la capa de código que sea símbolos k_1 por símbolos k_2 , donde k_1 y k_2 son números enteros mayores que dos. Traslapar ventanas a lo largo de al menos una dirección en la capa de código puede definir contraseñas únicas diferentes de cualquier otra ventana a lo largo de la misma fila o columna. Es decir, cada ventana k_1 x k_2 puede aparecer solo una vez en la capa de código a lo largo de una dirección en particular (por ejemplo, a lo largo de columnas o filas).

40

45

50

[0063] También se obtiene 2204 una capa de soporte independientemente determinable y distinta de la capa de código y que incluye una pluralidad de objetos de referencia que son resistentes a la distorsión tras la proyección. Las bandas de referencia de la capa de soporte puede separarse igualmente con un intervalo de seguridad entre las mismas. Adicionalmente, el ancho del intervalo de seguridad relativo a un ancho de la banda de referencia puede determinarse por una dispersión óptica esperada. En algunos ejemplos, las bandas de referencia pueden ser de anchos diferentes (por ejemplo, más anchas o más estrechas) que el intervalo de seguridad. Dicha dispersión óptica

55

esperada puede determinarse en base a la resolución y/o a la potencia de la fuente de luz óptica que se use para proyectar la máscara de código compuesta, la distancia al objeto de interés y/o la resolución de receptor, por ejemplo.

5 **[0064]** Opcionalmente, al menos una de la capa de código y de la capa de soporte puede preconformarse por una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección 2206. En un ejemplo, la preconformación de al menos una de la capa de código y de la capa de soporte por una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección puede incluir: (a) determinar una o más condiciones para un canal a través del cual la máscara de código haya de proyectarse, (b) obtener la función de dispersión de punto sintético, en base a la una o más condiciones, para compensar las distorsiones causadas por el canal y/o (c) aplicar la función de dispersión de punto sintético a la al menos una de la capa de código y de capa de soporte. En otro ejemplo, la preconformación de al menos una de la capa de código y de la capa de soporte por una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección puede incluir: (a) obtener una capa de preconformación que compense las distorsiones en un canal a través del cual la máscara de código haya de proyectarse; y/o (b) combinar la capa de preconformación como parte de la máscara compuesta. En otras implementaciones más, un dispositivo transmisor de forma dinámica puede llevar a cabo la preconformación de la al menos una de la capa de capa de código y de la capa de soporte y combina la capa de código y la capa de soporte para obtener la máscara de código compuesta.

20 **[0065]** Se obtiene/genera entonces una máscara de código compuesta combinando la capa de código y la capa de soporte 2208. Por ejemplo, combinar la capa de código y la capa de soporte puede incluir sobreponer/superponer la capa de soporte sobre la capa de código de tal manera que los símbolos de la capa de código aparezcan dentro de las bandas de referencia de la capa de soporte. Es decir, los símbolos de la capa de código pueden servir para definir la ubicación de las bandas de referencia. Un dispositivo receptor puede situar los símbolos (por ejemplo, las bandas de codificación) en uno o más niveles de escala de grises (distinto del intervalo de seguridad) permitiendo de este modo que un dispositivo receptor separe o distinga la capa de código de la capa de soporte. La capa de soporte puede permitir que un receptor descodifique la máscara de código compuesta bajo una transformación afín. Obsérvese que, en algunas implementaciones, la máscara de código compuesta puede generarse de antemano y/o fuera de las instalaciones y proporcionarse a un dispositivo transmisor. En algunos ejemplos, diversas máscaras de código diferentes (por ejemplo, con contraseñas diferentes, configuradas para distancias diferentes, etc.) pueden generarse y proporcionarse a un dispositivo transmisor. En otras implementaciones, la máscara de código compuesta puede generarse dinámicamente en el dispositivo transmisor combinando de forma selectiva una capa de soporte (de una o más capas de soporte disponibles) y una capa de código (de una o más capas disponibles de código).

35 **[0066]** La máscara de código compuesta puede almacenarse entonces en un medio tangible 2210. En diversas implementaciones, la máscara de código compuesta puede almacenarse en un medio de película que pueda proyectarse o que pueda almacenarse de forma digital que se transfiera a un medio digital configurable (por ejemplo, pantalla de LCD).

40 **[0067]** En varios ejemplos, el medio tangible puede incluir al menos uno de: (a) un único medio de película que incorpora la máscara de código compuesta, (b) un primer medio de película que almacena la capa de código y un segundo medio de película que almacena la capa de soporte, (c) un dispositivo de almacenamiento digital en el cual se almacena la máscara de código compuesta y/o (d) un dispositivo de almacenamiento digital en el cual se almacenan la capa de código y la capa de soporte.

45 **[0068]** Posteriormente, al menos una porción de la capa de código compuesta puede proyectarse sobre un objeto para ayudar a determinar la información de profundidad para el objeto. Por ejemplo, un transmisor puede usar una luz para proyectar la capa de código de material compuesto sobre la superficie del objeto. La máscara de código compuesta puede representarse también como una imagen y almacenarse para la proyección posterior en el objeto.

50 **[0069]** En algunas implementaciones, donde el transmisor puede estar en el mismo plano de referencia horizontal como receptor, las bandas de referencia pueden estar en una orientación vertical relativa al plano de referencia. En otras implementaciones, donde el transmisor puede estar en el mismo plano de referencia vertical que el receptor, las bandas de referencia pueden estar en una orientación horizontal relativa al plano de referencia.

55 **[0070]** La FIG. 23 ilustra un procedimiento ejemplar para generar contraseñas y una máscara de código compuesta. Una pluralidad de símbolos puede estar dispuesta en una estructura de símbolos n_1 por n_2 , donde n_1 y n_2 son valores enteros 2302. Una pluralidad de contraseñas puede definirse a partir de ventanas k_1 por k_2 traslapadas diferentes dentro de la estructura de símbolos, en las que las ventanas traslapadas de forma colineal y espacial definen

contraseñas únicas, y las contraseñas son únicas en una primera dirección de la estructura de símbolos, pero se repiten en una segunda dirección que es perpendicular a la primera dirección 2304.

5 **[0071]** Una pluralidad de las estructuras de símbolos puede representarse como un código de máscara, en las que se seleccionan símbolos en dos ventanas k1 por k2 adyacentes a fin de evitar el solapamiento de contraseñas de las contraseñas en las dos ventanas k1 por k2 adyacentes 2306. La máscara de código puede incluir una capa de código y una capa de soporte independiente y distinta, donde la capa de soporte incluya una pluralidad de objetos de referencia que sean resistentes a la distorsión tras la proyección. Los objetos de referencia de la capa de soporte pueden comprender una pluralidad de bandas de referencia separadas igualmente con un intervalo de seguridad entre las mismas. Cada banda de referencia puede ser de un ancho diferente que el intervalo de seguridad. El ancho de cada banda de referencia relativo a un ancho de intervalo de seguridad puede determinarse por una dispersión óptica esperada de un dispositivo transmisor y/o de un dispositivo receptor. La pluralidad de símbolos de la capa de código puede escalonarse espacialmente en al menos una dimensión. Las ventanas k1 por k2 traslapadas diferentes pueden traslaparse en dos dimensiones.

15 **DISPOSITIVO TRANSMISOR EJEMPLAR**

20 **[0072]** La FIG. 24 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un dispositivo transmisor que puede estar configurado para generar una máscara de código compuesta y/o proyectar dicha máscara de código compuesta. El dispositivo transmisor 2402 puede incluir un circuito de procesamiento 2404 acoplado a un dispositivo de memoria/almacenamiento, a un dispositivo de proyección de imagen 2408 y/o a un medio tangible 2409.

25 **[0073]** En un primer ejemplo, el dispositivo transmisor 2402 puede estar acoplado o incluir un medio tangible 2409. El medio tangible puede definir, incluir y/o almacenar una máscara de código compuesta 2414, incluyendo la máscara de código compuesta una capa de código combinada con una capa de soporte. La capa de código puede incluir contraseñas espacialmente codificadas con identificación única definidas por una pluralidad de símbolos. La capa de soporte puede ser determinable independientemente y distinta de la capa de código y e incluye una pluralidad de objetos de referencia que son resistentes a la distorsión tras la proyección. Al menos una de la capa de código y de la capa de soporte puede estar preconformada por una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección.

30 **[0074]** En un segundo ejemplo, la unidad de procesamiento 2404 puede incluir un generador/selector de capa de código 2416, un generador/selector de capa de soporte 2418, un generador/selector de máscara de código compuesta 2420 y/o un circuito de preconformación 2422. El generador/selector de capa de código 2416 puede seleccionar una capa de código prealmacenada 2410 y/o puede generar dicha capa de código. El generador/selector de capa de soporte 2418 puede seleccionar una capa de soporte prealmacenada 2412 y/o puede generar dicha capa de soporte. El generador/selector de máscara de código compuesta puede seleccionar una máscara de código compuesta prealmacenada 2414 y/o puede combinar la capa de código 2410 y la capa de soporte 2412 para generar la máscara de código compuesta 2414. Opcionalmente, el circuito de procesamiento 2404 puede incluir un circuito de preconformación que preconforme la máscara de código compuesta 2414, la capa de código 2410 y/o la capa de soporte 2412, para compensar la distorsión esperada en el canal a través del cual la máscara de código compuesta haya a proyectarse.

45 **[0075]** En algunas implementaciones, una pluralidad de capas de código y/o de capas de soporte diferentes puede estar disponible, donde cada una de dichas capas de soporte o de código puedan estar configuradas para condiciones diferentes (por ejemplo, para objetos a distancias diferentes o configuraciones diferentes entre el dispositivo transmisor y el receptor). Por ejemplo, para objetos dentro de una primera distancia o intervalo, puede usarse una combinación diferente de las capas de código y de soporte que para objetos a una segunda distancia o intervalo, donde la segunda distancia sea mayor que la primera distancia. En otro ejemplo, una combinación diferente de capas de código y de soporte puede usarse dependiendo de la orientación relativa del dispositivo transmisor y del dispositivo receptor.

50 **[0076]** El dispositivo de proyección de imagen 2408 puede servir para proyectar la máscara de código compuesta generada/seleccionada sobre un objeto de interés. Por ejemplo, un láser para otra fuente de luz puede usarse para proyectar la máscara de código compuesta sobre el objeto de interés (por ejemplo, a través de un canal de proyección). En un ejemplo, la máscara de código compuesta 2414 puede proyectarse en un espectro infrarrojo, por lo que puede no ser visible al ojo desnudo. En cambio, un detector receptor en el intervalo de espectro infrarrojo puede usarse para capturar dicha máscara de código compuesta proyectada.

[0077] La FIG. 25 ilustra un procedimiento para proyectar una máscara de código compuesta. Se obtiene una máscara de código compuesta en un medio tangible, incluyendo la máscara de código compuesta una capa de código combinada con una capa de soporte, en la que (a) la capa de código que incluye contraseñas espacialmente codificadas con identificación única que se definen por una pluralidad de símbolos, (b) la capa de soporte independientemente comprobable y distinta de la capa de código y que incluye una pluralidad de objetos de referencia que son resistentes a la distorsión tras la proyección y (c) al menos una de la capa de código y de la capa de soporte están preconformadas por una función de dispersión de punto sintético antes a la proyección 2502. La capa de código puede comprender símbolos binarios n_1 por n_2 , donde n_1 y n_2 son números enteros mayores que dos.

[0078] El dispositivo transmisor puede proyectar entonces al menos una porción de la máscara de código compuesta sobre un objeto objetivo para ayudar a una información de profundidad determinada de receptor para el objeto objetivo con una única proyección de la máscara de código compuesta 2504.

[0079] En un ejemplo, traslapar ventanas a lo largo de al menos una dirección en la capa de código puede definir contraseñas diferentes únicas de cualquier otra ventana a lo largo de la misma fila o columna. Cada símbolo en la máscara de código compuesta puede ser un segmento de línea en uno de dos tonos de la escala de grises distintos de los objetos de referencia. De acuerdo con un aspecto, los símbolos de la capa de código están escalonados en al menos una dimensión. Los objetos de referencia de la capa de soporte pueden comprender una pluralidad de bandas de referencia separadas igualmente con un intervalo de seguridad entre las mismas. Las bandas de referencia y el intervalo de seguridad pueden ser de anchos diferentes. El ancho de cada banda de referencia relativo a un ancho de intervalo de seguridad puede determinarse por una dispersión óptica esperada de un dispositivo transmisor y/o de un dispositivo receptor. La capa de código y la capa de soporte pueden combinarse sobreponiendo la capa de soporte sobre la capa de código de tal manera que los símbolos de la capa de código aparezcan dentro de las bandas de referencia de la capa de soporte.

[0080] En un ejemplo, los símbolos binarios pueden ser segmentos de línea orientados. En un ejemplo, los segmentos de línea en la máscara de código están orientados perpendiculares a un plano en el cual están alineados un transmisor de la máscara de código y un receptor de la máscara de código. Debido a que el transmisor y el receptor están alineados en un plano (por ejemplo, el plano horizontal), la información de profundidad se obtiene a partir del desplazamiento de la contraseña (como se ilustra en la FIG. 3) a lo largo de una dirección. Como consecuencia, la singularidad de la contraseña solo es necesaria a lo largo de la dirección del desplazamiento.

[0081] Con el fin de mantener el número total de contraseñas relativamente pequeño (por ejemplo, para reducir el número de las correlaciones posibles necesarias para encontrar una coincidencia de contraseña), la estructura de símbolos puede definir un subconjunto de contraseñas a partir de un número total posible de contraseñas. Como consecuencia, las contraseñas pueden ser únicas en una primera dirección de la estructura de símbolos, pero se repiten en una segunda dirección que es perpendicular a la primera dirección.

[0082] En un ejemplo, cada símbolo es un segmento de línea en uno de dos tonos de la escala de grises que tiene al menos una diferencia de tono del 50%. En otro ejemplo, cada símbolo se representa como un segmento de línea en la máscara de código y los segmentos de línea son paralelos y/o colineales entre sí.

[0083] En un ejemplo, la preconformación de al menos una de la capa de código y de la capa de soporte por una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección incluye: (a) determinar una o más condiciones para un canal a través del cual la máscara de código haya de proyectarse, (b) obtener la función de dispersión de punto sintético, en base a la una o más condiciones, para compensar las distorsiones causadas por el canal y/o (c) aplicar la función de dispersión de punto sintético a la al menos una de la capa de código y de capa de soporte. En otro ejemplo, la preconformación de al menos una de la capa de código y de la capa de soporte por una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección incluye: (a) obtener una capa de preconformación que compensa las distorsiones en un canal a través de la cual la máscara de código ha a proyectarse y/o (b) combinar la capa de preconformación como parte de la máscara compuesta.

FUNCIONAMIENTO EJEMPLAR DEL DISPOSITIVO RECEPTOR

[0084] La FIG. 26 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un dispositivo receptor que puede estar configurado para obtener información de profundidad a partir de una máscara de código compuesta. El dispositivo

receptor 2602 puede incluir un circuito de procesamiento 2604 acoplado a un dispositivo de memoria/almacenamiento y a un detector receptor 2608 (por ejemplo, un dispositivo de captura de imagen 2608).

5 **[0085]** El detector receptor 2608 (por ejemplo, la cámara, etc.) puede servir para obtener al menos una porción de una máscara de código compuesta proyectada sobre la superficie de un objeto. Por ejemplo, el detector receptor puede captar al menos una porción de una máscara de código compuesta proyectada sobre la superficie de un objeto objetivo. La máscara de código compuesta puede definirse por: (a) una capa de código de contraseñas espacialmente codificadas con identificación única definidas por una pluralidad de símbolos y (b) una capa de soporte determinable independientemente y distinta de la capa de código y que incluya una pluralidad de objetos de referencia que sean
10 resistentes a la distorsión tras la proyección. Al menos una de la capa de código y de la capa de soporte pueden haberse preconformado por una función de dispersión de punto sintética antes de la proyección. En un ejemplo, el detector receptor 2608 puede capturar la máscara de código compuesta en el espectro infrarrojo.

15 **[0086]** La capa de código puede comprender símbolos binarios n_1 por n_2 , donde n_1 y n_2 son números enteros mayores que dos. En la máscara de código compuesta, cada símbolo puede ser un segmento de línea en uno de dos tonos de la escala de grises distintos de los objetos de referencia. Los símbolos de la capa de código pueden estar escalonados en al menos una dimensión. Los objetos de referencia de la capa de soporte pueden comprender una pluralidad de bandas de referencia separadas igualmente con un intervalo de seguridad entre las mismas. Las bandas de referencia y el intervalo de seguridad pueden ser de anchos diferentes. El ancho de cada banda de referencia
20 relativo a un ancho de intervalo de seguridad puede determinarse por una dispersión óptica esperada de un dispositivo transmisor y/o de un dispositivo receptor.

25 **[0087]** El circuito de procesamiento 2604 puede incluir un circuito/módulo detector de bandas de referencia 2612, un circuito/módulo de ajuste de distorsión 2614, un circuito/módulo identificador de contraseña 2616, un circuito/módulo de detección de profundidad 2618 y/o un circuito/módulo de generación de mapa de profundidad 2620.

30 **[0088]** El circuito/módulo de detector de bandas de referencia 2612 puede estar configurado para detectar las bandas de referencia dentro de la porción de la máscara de código compuesta. El circuito/módulo de ajuste de distorsión 2614 puede estar configurado para ajustar una distorsión de la porción de la máscara de código compuesta en base a una orientación esperada de las bandas de referencia relativa a una orientación real de las bandas de referencia. El circuito/módulo de identificador de contraseña 2616 puede estar configurado para obtener una contraseña a partir de una ventana definida dentro de la porción de la máscara de código compuesta. El circuito/módulo de detección de profundidad 2618 puede estar configurado para obtener una información de profundidad para una porción de superficie del objeto objetivo correspondiente a la ventana en base a: (a) una única proyección de la
35 máscara de código compuesta y (b) un desplazamiento de la ventana relativa a una máscara de código de referencia conocida.

40 **[0089]** El circuito/módulo de generación de mapa de profundidad 2620 puede estar configurado para montar un mapa de profundidad para el objeto en base a una pluralidad de contraseñas detectadas como ventanas traslapadas diferentes dentro de la porción de la máscara de código compuesta no distorsionada.

45 **[0090]** En un ejemplo, la preconformación de al menos una de la capa de código y de la capa de soporte aumenta la eficiencia de potencia durante la proyección de la máscara de código compuesta, de tal manera que se percibe más potencia por un detector receptor en comparación con una máscara de código compuesta sin forma.

50 **[0091]** En un ejemplo, la función de dispersión de punto sintético usado puede seleccionarse a partir de una pluralidad de funciones de dispersión de punto en base al menos a uno de: (a) las condiciones esperadas del canal a través del que la máscara de código compuesta haya de proyectarse, (b) las características de las superficies sobre las cuales se proyecte la máscara de código compuesta y/o (c) una sensibilidad del detector receptor que haya de recibir la máscara de código compuesta recibida. En otro ejemplo, la función de dispersión de punto sintético puede seleccionarse a partir de una pluralidad de funciones de dispersión de punto en base al menos a una de: (a) una primera respuesta del canal para un proyector que haya de proyectar la máscara de código compuesta; y/o (b) una segunda respuesta del canal para un trayecto desde un proyector, que haya de proyectar la máscara de código compuesta, al detector receptor, que haya de recibir la máscara de código compuesta.
55

[0092] La FIG. 27 es un diagrama de bloques que ilustra una operación ejemplar de un dispositivo receptor. El dispositivo receptor puede funcionar de acuerdo con un modo de calibración 2702 y/o un modo de funcionamiento 2704.

[0093] En el modo de calibración de 2702, el dispositivo receptor puede adquirir una imagen 2706 y se calibra 2708 a sí mismo (por ejemplo, ajustar los receptores de intensidad de luz, etc.) para obtener los parámetros de calibración 2710.

5 **[0094]** En el modo de operación 2704, el dispositivo receptor puede adquirir una imagen 2714 y rectifica la imagen 2716 en base a los parámetros de calibración 2710. La estimación de profundidad 2718 puede realizarse entonces en la imagen rectificadas usando parámetros de máscara 2712 conocidos (por ejemplo, usando la máscara de código conocida). Un mapa de profundidad puede, por tanto, generarse y usarse/almacenarse/visualizarse 2720 junto con la imagen.

10 **[0095]** La FIG. 28 ilustra un procedimiento ejemplar para descodificar una contraseña capturada dentro de una máscara de código compuesta que sea resistente a la transformación afín. Un detector receptor puede recibir al menos una porción de una máscara de código compuesta proyectada sobre la superficie de un objeto objetivo, la máscara de código compuesta definida por: (a) una capa de código de contraseñas espacialmente codificadas con identificación única definidas por una pluralidad de símbolos, (b) una capa de soporte determinable independientemente y distinta de la capa de código y que incluye una pluralidad de objetos de referencia que son resistentes a la distorsión tras la proyección, (c) donde al menos una de la capa de código y de la capa de soporte se han preconformado por una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección 2802. En un ejemplo, el detector receptor puede capturar la máscara de código compuesta en el espectro infrarrojo.

15 **[0096]** De acuerdo con un ejemplo, la capa de código puede comprender símbolos binarios n_1 por n_2 , donde n_1 y n_2 son números enteros mayores que dos. En la máscara de código compuesta, cada símbolo puede ser un segmento de línea en uno de dos tonos de la escala de grises distintos de los objetos de referencia. En algunos casos, los símbolos de la capa de código pueden estar escalonados en al menos una dimensión. Los objetos de referencia de la capa de soporte pueden comprender una pluralidad de bandas de referencia separadas igualmente con un intervalo de seguridad entre las mismas. En un ejemplo, las bandas de referencia y el intervalo de seguridad son de anchos diferentes. En otro ejemplo, el ancho de cada banda de referencia relativa a un ancho de intervalo de seguridad se determina por una dispersión óptica esperada de un dispositivo transmisor y/o de un dispositivo receptor.

20 **[0097]** La preconformación de al menos una de la capa de código y de la capa de soporte puede aumentar la eficiencia de potencia durante la proyección de la máscara de código compuesta, de tal manera que se percibe más potencia por un detector receptor en comparación con una máscara de código compuesta sin forma. La función de dispersión de punto sintético usada puede seleccionarse a partir de una pluralidad de funciones de dispersión de punto en base a al menos una de: (a) las condiciones esperadas del canal a través del que la máscara de código compuesta haya de proyectarse, (b) las características de las superficies sobre las cuales se proyecte la máscara de código compuesta y/o (c) una sensibilidad del detector receptor que haya de recibir la máscara de código compuesta recibida. En algunos casos, la función de dispersión de punto sintético puede haberse seleccionado a partir de una pluralidad de funciones de dispersión de punto en base a al menos una de: (a) una primera respuesta del canal para un proyector que haya de proyectar la máscara de código compuesta; y/o (b) una segunda respuesta del canal para un trayecto desde un proyector, que haya de proyectar la máscara de código compuesta, al detector receptor, que haya de recibir la máscara de código compuesta.

25 **[0098]** Un circuito de procesamiento puede ajustar la capa de código de distorsión en base a los objetos de referencia dentro de la porción de la máscara de código compuesta 2804. A continuación, puede obtenerse entonces una información de profundidad una porción de la superficie del objeto objetivo correspondiente a la ventana en base a: (a) una única proyección de la máscara de código compuesta, y (b) un desplazamiento de la ventana relativa a una máscara de código de referencia conocida 2806.

30 **[0099]** La FIG. 29 ilustra un procedimiento para obtener un mapa de profundidad de una máscara de código capturada. Pueden detectarse bandas de referencia dentro de una porción de una máscara de código compuesta capturada 2902. Una distorsión (por ejemplo, una oblicuidad, rotación, etc.) de la porción de la máscara de código compuesta puede ajustarse entonces (o corregirse) en base a una orientación esperada de las bandas de referencia con respecto a una orientación real de las bandas de referencia 2904. Puede obtenerse una contraseña a partir de una ventana definida dentro de la porción de la máscara de código compuesta no distorsionada 2906. En un ejemplo, cada contraseña puede definirse por una ventana que sea símbolos k_1 por símbolos k_2 , donde k_1 y k_2 son números enteros mayores que dos. En la máscara de código compuesta, cada símbolo puede ser un segmento de línea en uno de dos tonos de la escala de grises distintos de las bandas de referencia, por ejemplo. Traslapar ventanas a lo largo

de al menos una dirección en una máscara de código de referencia conocida puede definir contraseñas diferentes únicas a partir de cualquier otra ventana a lo largo de la misma fila o columna.

[0100] En un ejemplo, la porción de la máscara de código compuesta puede comprender una capa de soporte que defina las bandas de referencia y una capa de código que defina una pluralidad de contraseñas espacialmente codificadas con identificación única. La capa de soporte puede comprender una pluralidad de bandas de referencia separadas espacialmente con un intervalo de seguridad entre las mismas. En algún ejemplo, cada banda de referencia puede ser más ancha que el intervalo de seguridad. El ancho de cada banda de referencia relativa a un ancho de intervalo de seguridad puede determinarse por una dispersión óptica esperada.

[0101] Puede obtenerse información de profundidad para una porción de la superficie del objeto correspondiente a la ventana en base a un desplazamiento de la ventana con respecto a una máscara de código de referencia conocida 2908. Como se ilustra en la FIG. 3, un desplazamiento d_2 más cercano de la posición esperada de la contraseña 312 en la máscara de código de referencia indica una distancia o una profundidad más larga, mientras que un desplazamiento d_2 más lejano de la posición esperada de la contraseña 312 indica una distancia o profundidad más corta. La máscara de código de referencia puede comprender símbolos binarios n_1 por n_2 , donde n_1 y n_2 son números enteros mayores que dos.

[0102] Un mapa de profundidad puede montarse para el objeto en base a una pluralidad de contraseñas detectadas como ventanas traslapadas diferentes dentro de la porción de la máscara de código compuesta no distorsionada 2910.

[0103] El receptor puede situarse a lo largo de un mismo plano horizontal de referencia relativo a un transmisor de la máscara de código compuesta y el objeto y las bandas de referencia pueden colocarse verticalmente relativas al plano horizontal de referencia.

[0104] En un ejemplo, el receptor puede obtener una imagen bidimensional del objeto. El receptor puede obtener también información de profundidad para el objeto en base a una o más contraseñas que tengan una o más ventanas definidas dentro de la porción de la máscara de código compuesta.

30 REUTILIZACIÓN DE PRIMITIVOS DE LIBRO DE CÓDIGO

[0105] Otro aspecto proporciona una forma eficiente para diseñar una máscara de código reutilizando un primitivo de libro de códigos para generar una máscara de código. Un primitivo de libro de códigos puede incluir una pluralidad de contraseñas únicas y codificadas espacialmente dentro de una estructura de símbolos n_1 por n_2 . Este primitivo de libro de códigos (por ejemplo, estructura de símbolos n_1 por n_2) puede repetirse múltiples veces en una o más direcciones de la máscara de código. Repetir el primitivo de libro de códigos permite reducir el tamaño del libro de códigos que sea deseable, puesto que reduce el número de comparaciones que se necesitan para identificar una coincidencia de contraseña particular.

[0106] La FIG. 30 ilustra cómo la separación de contraseñas impone una distancia de reutilización de primitivos de libro de códigos. La disparidad máxima (por ejemplo, el cambio de contraseña) puede determinarse por el régimen de funcionamiento (por ejemplo, el intervalo más cercano al intervalo más lejano). Aquí, una contraseña transmitida 3002 puede proyectarse tras una escena/objeto dentro de un intervalo mínimo d_1 y de un intervalo máximo d_2 . La contraseña proyectada 3002 se refleja sobre la escena/objeto y se captura por un dispositivo de recepción. El desplazamiento de la contraseña capturada 3004/3006 relativa a la situación original de la contraseña transmitida 3002 puede usarse para determinar la profundidad. Aquí, el intervalo mínimo d_1 y el intervalo máximo d_2 se han definido desde un plano detector imaginario (por ejemplo, arbitrario) 3007 hasta el objeto más cercano y más lejano. Sin embargo, los intervalos mínimo y máximo pueden definirse a partir de planos de referencia diferentes, como un plano de lente 3009 o un plano detector 3011 para el transmisor 3013 y el receptor 3015. En el caso en el que los intervalos mínimo/mínimo se definan a partir del plano detector 3011, la disparidad de contraseña máxima (por ejemplo, el cambio de contraseña) puede determinarse a partir de la máscara de código transmitida y de la máscara de código recibida.

[0107] Cuando un primitivo de libro de códigos vuelve a usarse en una máscara de código, es importante evitar detectar la misma contraseña a partir de un primitivo de libro de códigos adyacente (en la misma máscara de código), conocida también como solapamiento. Con el fin de evitar el solapamiento de las contraseñas a partir de los primitivos de libro de códigos adyacentes, una distancia de reutilización (es decir, el ancho w_1 del primitivo de libro de códigos

3002) debería ser mayor que (o igual a) la disparidad máxima (es decir, la distancia de desplazamiento w_2) entre el ejemplo de contraseña más cercana 3004 y el ejemplo de contraseña más lejana 3006.

5 **[0108]** La FIG. 31 ilustra la relación entre la distancia de reutilización de un primitivo de libro de códigos y un tamaño de objeto. De acuerdo con dos ejemplos, un primer primitivo de libro de códigos 3102 se reutiliza cinco veces en una primera máscara de código 3114 y un segundo primitivo de libro de códigos 3108 se reutiliza tres veces en una segunda máscara de código 3116. Para un número fijo de contraseñas horizontales en un primitivo de libro de códigos, el aumento de la distancia de reutilización (por ejemplo, el ancho del primitivo de libro de códigos) reduce el tamaño mínimo del objeto resoluble. Por ejemplo, para la primera máscara de código 3114, el primitivo de libro de códigos
10 3102 tiene un primer tamaño 3104 y el objeto resoluble mínimo tiene un segundo tamaño 3106, donde el primer tamaño es mayor que el segundo tamaño. Por el contrario, para la segunda máscara de código 3116, el segundo primitivo de libro de códigos 3108 tiene un tercer tamaño 3110 y el objeto resoluble mínimo tiene un cuarto tamaño 3112, donde el tercer tamaño es menor que el cuarto tamaño.

15 **[0109]** La FIG. 32 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento ejemplar para construir una máscara de código reutilizando un primitivo de libro de códigos. Un primitivo de libro de códigos puede definirse como una pluralidad de contraseñas codificadas espacialmente y únicas dentro de una estructura de símbolos n_1 por n_2 3202. Una máscara de código se genera entonces reutilizando el primitivo de libro de códigos x veces en la máscara de código 3204.

20 **[0110]** El tamaño la primitivo de libro de códigos puede ser una función del tamaño de objeto resoluble mínimo en el cual la máscara de código haya de proyectarse. Es decir, para los intervalos mínimos y/o máximos particulares a los cuales la máscara de código haya de proyectarse, el tamaño del primitivo de libro de códigos puede seleccionarse para lograr cierta resolución (por ejemplo, el tamaño de objeto resoluble mínimo) en esos intervalos. Por ejemplo,
25 cuantas más veces el primitivo de libro de códigos se reutilice en la máscara de código, más pequeño puede ser el tamaño de objeto resoluble mínimo cuando se proyecte la máscara de código. Como consecuencia, el tamaño del primitivo de libro de códigos puede ser una función del intervalo de distancia al cual la máscara de código haya de proyectarse sobre una escena u objeto. En un ejemplo, cuanto más pequeño sea el primitivo de libro de códigos, menor se vuelve el tamaño de objeto resoluble mínimo cuando se prevea la máscara de código. En otro ejemplo,
30 cuanto más pequeño sea el tamaño de contraseña, menor es el tamaño de objeto resoluble mínimo cuando se prevea la máscara de código. De acuerdo con una implementación, el tamaño de contraseña para todas las contraseñas puede ser el mismo (por ejemplo, las contraseñas pueden tener el mismo ancho). En un ejemplo, el tamaño del primitivo de libro de códigos puede referirse a uno de o bien un ancho o de una longitud del primitivo de libro de
35 códigos.

[0111] Cada contraseña espacialmente codificada y única puede ser una combinación de símbolos m (por ejemplo, véase las FIG. 9 y 10). La pluralidad de contraseñas espacialmente codificadas y únicas en el primitivo de libro de
40 códigos puede ser un subconjunto de todas las combinaciones posibles de los símbolos m dentro de la estructura de símbolos n_1 por n_2 .

[0112] En un ejemplo, la pluralidad de contraseñas puede definirse a partir de ventanas k_1 por k_2 traslapadas diferentes dentro de la estructura de símbolos (por ejemplo, ilustradas en las máscaras de código 1102 y 1106 de la FIG. 11A). Las ventanas que definan la pluralidad de contraseñas pueden ser colineales y traslaparse espacialmente.

45 **[0113]** La distancia entre los ejemplos repetidos de una primera contraseña en la máscara de código puede ser mayor que un desplazamiento máximo esperado para la primera contraseña cuando la máscara de código se proyecte sobre un objeto y dicha proyección se perciba por un dispositivo receptor (por ejemplo, véase la figura. 30).

50 **[0114]** El dispositivo receptor puede ser coplanar con un dispositivo transmisor que proyecte la máscara de código. La distancia entre los ejemplos repetidos de una primera contraseña puede ser la misma que el ancho del primitivo de libro de códigos.

[0115] En un ejemplo, un ancho del primitivo de libro de códigos es mayor que un desplazamiento máximo esperado para la primera contraseña cuando la máscara de código se proyecte sobre un objeto y se perciba dicha proyección
55 por un dispositivo receptor. El dispositivo receptor es coplanar con un dispositivo transmisor que proyecta la máscara de código.

[0116] La máscara de código puede facilitar la obtención de la información de profundidad de una porción de la superficie de un objeto sobre el cual se proyecte la máscara de código. El primitivo de libro de códigos puede estar teselado x veces (por ejemplo, ilustrado en la FIG. 31) para cubrir un campo de visión deseado sobre el cual el libro de códigos haya de proyectarse. Es decir, el primitivo de libro de códigos puede replicarse o repetirse, por ejemplo, en una o más direcciones/dimensiones, para construir una máscara de código más grande. En un ejemplo, x puede ser un valor entero igual o mayor que cero. Es decir, dependiendo de la resolución mínima de objeto buscada, el tamaño de la contraseña y/o de la máscara de código primitivo puede ajustarse (por ejemplo, cuanto mayor sea la contraseña y/o de máscara de código primitivo, más alta será la resolución alcanzable).

10 PORTADORAS DE MÁSCARA DE PRECONFORMACIÓN EJEMPLAR QUE USAN FUNCIONES DE DISPERSIÓN DE PUNTO

[0117] Una función de dispersión de punto (PSF) describe una respuesta de un sistema de formación de imágenes a una fuente de punto u objeto de punto. Un aspecto proporciona la preconformación de una portadora de máscara de código que usa una función de dispersión de punto sintético para mejorar la cantidad de potencia en una máscara de código cuando se transmita a través de un canal de transmisión. Una función de dispersión de punto sintético es una forma de preénfasis que se precomputa insertada intencionalmente en el sistema de transmisión para contrarrestar algún efecto del canal de transmisión. Una preconformación mediante el uso de una PSF sintética puede buscar optimizar una transmisión (por ejemplo, la proyección de una máscara particular) de acuerdo con la máscara de código que se proyecte y/o las condiciones del canal (por ejemplo, la distancia de proyección, las características de superficie de proyección, la potencia de iluminación, las características del receptor, etc.)

[0118] La FIG. 33 ilustra un ejemplo de cómo una función de dispersión de punto puede aplicarse a un objeto para obtener una imagen. Un término más general para la PSF es la respuesta al impulso de un sistema, siendo la PSF la respuesta al impulso de un sistema óptico centrado.

[0119] Aquí, un primer patrón transmitido 3302 de impulsos 3304 que tienen un nivel de potencia particular se ilustra donde no se ha realizado ninguna preconformación para los pulsos 3304. El mismo primer patrón transmitido 3302 se ilustra también como un patrón recibido 3306 de impulsos dispersos 3308. Como puede percibirse, el impulso transmitido estrecho 3304 se ha propagado a través de un canal de transmisión y se recibe como un primer impulso de dispersión 3308.

[0120] Por el contrario, se ilustra un segundo patrón transmitido 3310 de impulsos preconformados 3312 que tienen un nivel de potencia particular. El mismo segundo patrón transmitido 3310 se ilustra también como un patrón recibido 3314 de segundos impulsos de dispersión 3316. Como puede percibirse, el pulso transmitido preconformado 3312 se ha propagado a través de un canal de transmisión y se recibe como los segundos impulsos dispersos 3316. Cabe señalar que los segundos impulsos dispersos recibidos 3316 se reciben en un nivel de potencia relativamente más alto que el primer impulso disperso 3308.

[0121] La PSF en muchos contextos puede considerarse como el blob en una imagen que represente un objeto sin resolver. En términos funcionales, es la versión de dominio espacial de la función de transferencia de modulación. El grado de dispersión (borrosidad) del objeto de punto es una medición de la calidad de un sistema de formación de imágenes.

[0122] En sistemas de formación de imágenes incoherentes tales como los microscopios fluorescentes, telescopios o microscopios ópticos, el proceso de formación de imágenes es lineal en la potencia y se describe mediante la teoría de sistemas lineales. Esto significa que, cuando se forman imágenes de dos objetos A y B de forma simultánea, el resultado es igual a la suma de las imágenes formadas de objetos de forma independiente. En otras palabras: la formación de imágenes de un objeto A no se ve afectada por la formación de imágenes del objeto B y viceversa, debido a la propiedad de no interacción de fotones.

[0123] La imagen de un objeto complejo puede verse entonces como una convolución del objeto verdadero y de la PSF. Sin embargo, cuando la luz detectada es coherente, la formación de imágenes es lineal en el campo complejo. El registro de la imagen de intensidad puede llevar entonces a cancelaciones o a otros efectos no lineales.

[0124] La FIG. 34A ilustra bandas de soporte de un soporte de máscara de código en el dominio espacial.

[0125] La FIG. 34B ilustra un ejemplo de las bandas de soporte resultantes en el dominio de frecuencia espacial después de que se han propagado a través de un canal de transmisión.

5 **[0126]** La FIG. 34A ilustra bandas verticales, s1 3402 y s2 3404, que pueden representar parte de una portadora de máscara de código en un sistema de luz estructurado mencionado anteriormente. Cuando se transforme en un dominio de frecuencia espacial 3406 (como se ilustra la FIG. 34B), la respuesta espectral de estas bandas puede mostrarse de forma conceptual como curvas S1 y S2 (en la FIG. 34B). Para un nivel de potencia determinado (dB), S1 3408 y S2 3410 tienen un ancho X y se intersecan a una distancia, $\Delta 1$, por encima del ruido de fondo.

10 **[0127]** Donde no exista preocupación por una limitación de potencia, tener un conjunto de respuestas como se ilustra en las FIG. 34A y 34B puede ser completamente aceptable. Sin embargo, en un sistema limitado de potencia, tal como un teléfono móvil, una cámara portátil o un proyector pequeño, puede ser deseable usar menos potencia mientras que siga transmitiendo potencia suficiente para ser capaz de resolver los objetos. Una forma de lograr este objetivo es aplicar una función de dispersión de punto sintético (PSF) 3412 a cada una de las bandas (es decir, portadoras), s1 3402 y s2 3404, antes de la transmisión, como se ilustra en la FIG. 35A.

15 **[0128]** La FIG. 35A ilustra cómo una función de dispersión de punto sintético puede aplicarse a bandas de soporte para preconformar las bandas de soporte en el dominio espacial.

20 **[0129]** La FIG. 35B ilustra un ejemplo de las bandas de soporte preconformadas resultantes en el dominio de frecuencia espacial después de que se han propagado a través de un canal de transmisión.

25 **[0130]** En la FIG. 35A, la PSF 3412 permitirá que las bandas s1 3402 y s2 3404 estén formadas de tal manera que existirá un aumento de la eficiencia de potencia durante su transmisión (por ejemplo, la proyección y/o la reflexión incidente sobre un objeto). Como resultado, una respuesta espectral puede parecer como en la FIG. 35B, que muestra que, para el mismo nivel de potencia (dB) dado, S1 3414 y S2 3416 pueden tener un ancho de 3X. Además, la intersección de S1 3414 y S2 3416 es ahora una distancia $\Delta 2$, por encima del ruido de fondo, lo que refleja el aumento de la potencia transmitida relativa a la FIG. 34B.

30 **[0131]** Dependiendo de la distancia D1 entre las bandas verticales 3402 y 3404 del ancho w de la PSF usada (véase la FIG. 36), puede lograrse una eficiencia de transmisión diferente que es o bien más alta o bien más baja que la 3X (tres veces la potencia transmitida sin la conformación de impulsos PSF) ilustrada en las FIG. 35A y 35B.

35 **[0132]** Además, una PSF puede no ser solo para el sistema óptico del proyector, sino que puede estimarse también una PSF para un canal de transmisión. El canal puede estar comprendido en dos partes: (a) el espacio donde la luz estructurada se desplace desde el transmisor hasta el objeto; y (b) el espacio donde la luz estructurada reflejada desde el objeto se desplace hasta el receptor. Por tanto, una PSF puede seleccionarse para el peor de los escenarios para garantizar suficiente resolución entre objetos pequeños sin dejar de usar una fuente de alimentación limitada.

40 **[0133]** La FIG. 36 ilustra que un banco de funciones de dispersión de punto puede estar disponible a partir del cual un PSF puede seleccionarse para preconformar una portadora de máscara de código antes de la transmisión. Esto puede permitir seleccionar a partir de entre una pluralidad de PSF en función de la separación de las bandas (para una portadora de máscara de código) y de las condiciones del canal de transmisión. Por ejemplo, un banco de PSF puede estar disponible, como se ilustra en la FIG. 36, a partir del cual pueden seleccionarse PSF 3602 y 3604 de anchos variables (por ejemplo, w1 y w2). En la selección de una PSF, se busca usualmente un equilibrio entre la cantidad de potencia transmitida y la pérdida de resolución en la máscara de código recibida. Por ejemplo, cuanto más ancho sea la PSF, más resolución se pierde para los símbolos que componen una contraseña (por ejemplo, las frecuencias más altas consiguen salir). Por el contrario, una PSF más estrecha puede transmitir menos potencia cuando se perciba por un receptor de una contraseña. Por tanto, estas limitaciones se equilibran en la seleccionada de una PSF particular.

50 **[0134]** El efecto de la PSF de formación de imágenes es hacer borroso o distorsionar de otra forma el patrón transmitido. El tamaño del kernel borroso establece un límite en la separación y en el ancho de los símbolos en el patrón transmitido y, por tanto, en la resolución del sistema. La restricción anterior coloca a su vez un límite en la potencia recibida por símbolo contenida en el patrón. En base a las relaciones entre el período de símbolo de patrón y el tamaño de la PSF, una conformación preenfática puede aplicarse con el patrón de transmisión antes de la transmisión con el fin de aumentar la potencia de símbolo de acuerdo con las limitaciones ilustradas en la FIG. 35A y 35B. El resultado de dicha conformación conserva o aumenta la resolución sin sacrificar la potencia o la fiabilidad del sistema aumentando la relación señal-ruido en los símbolos de patrones recibidos.

[0135] La selección de la PSF es dependiente del punto de funcionamiento del sistema, que es una compensación entre la robustez/fiabilidad y el rendimiento, es decir, la resolución. El diseño de la PSF puede ser en base al canal esperado y a un equilibrio entre la resistencia y el rendimiento que sea dependiente de la aplicación.

5 **[0136]** La PSF comprende los efectos de distorsión para los desplazamientos de luz de trayecto desde la fuente hasta el plano focal de la cámara. Estos efectos de canal pueden incluir la distorsión geométrica, las aberraciones de lente, la acción de la lente, la difracción, el tamaño del objeto y la composición, la reflectancia de la escena y los efectos de movimiento. La PSF limita la resolución máxima del sistema y, por lo tanto, el espacio entre la resolución de patrones y el régimen PSF limitante no debería ir sin usar. La modulación del patrón nominal por una función de formación sintética cuyo diseño dependiente de la fuente al trayecto de la cámara da como resultado el llenado de este vacío de resolución de modo que el sistema coincide en potencia y resolución. De acuerdo con el modelo de canal, un patrón transmitido así diseñado dará como resultado un rendimiento óptimo.

10 **[0137]** Los aparatos, dispositivos y/o componentes ilustrados en las FIGS. pueden estar configurados para realizar uno o más de los procedimientos, características o etapas descritos en las FIGS. Los algoritmos novedosos descritos en el presente documento pueden implementarse de forma eficiente en software y/o incrustarse en hardware.

15 **[0138]** También, se observa que los modos de realización pueden describirse como un proceso que se represente como un organigrama, un diagrama de flujo, un diagrama de estructura o un diagrama de bloques. Aunque un organigrama pueda describir las operaciones como un proceso secuencial, muchas de las operaciones pueden realizarse en paralelo o de forma simultánea. Además, el orden de las operaciones puede rediseñarse. Un proceso se termina cuando se completan sus operaciones. Un proceso puede corresponder a un procedimiento, una función, un procedimiento, una subrutina, un subprograma, etc. Cuando un proceso corresponde a una función, su terminación corresponde a un retorno de la función a la función de llamada o a la función principal.

20 **[0139]** Además, un medio de almacenamiento puede representar uno o más dispositivos para almacenar datos, incluyendo una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de acceso aleatorio (RAM), medios de almacenamiento en disco magnético, medios de almacenamiento ópticos, dispositivos de memoria flash y/u otros medios legibles por máquina, medios legibles por procesador y/o medios legibles por ordenador para almacenar información. Los términos "medio legible por máquina", "medio legible por ordenador" y/o "medio legible por procesador" pueden incluir, pero no limitarse a, medios no transitorios, tales como dispositivos de almacenamiento portátiles o fijos, dispositivos de almacenamiento óptico y otros diversos medios capaces de almacenar, contener o llevar instrucción(es) y/o datos. Por tanto, los diversos procedimientos descritos en el presente documento pueden implementarse completa o parcialmente por instrucciones y/o datos que puedan almacenarse en un "medio legible por máquina", en un "medio legible por ordenador" y/o en un "medio legible por procesador" y ejecutarse por uno o más procesadores, máquinas y/o dispositivos.

25 **[0140]** Además, los modos de realización pueden implementarse por hardware, software, firmware, middleware, microcódigo o cualquier combinación de los mismos. Cuando se implementen en software, firmware, middleware o microcódigo, el código de programa o segmentos de código para realizar las tareas necesarias pueden almacenarse en un medio legible por máquina tal como un medio de almacenamiento u otro(s) almacenamiento(s). Un procesador puede realizar las tareas necesarias. Un segmento de código puede representar un procedimiento, una función, un subprograma, un programa, una rutina, una subrutina, un módulo, un paquete de software, una clase o cualquier combinación de instrucciones, estructuras de datos o instrucciones de programa. Un segmento de código puede estar acoplado a otro segmento de código o a un circuito de hardware pasando y/o recibiendo información, datos, argumentos, parámetros o contenido de la memoria. Pueden pasarse, enviarse o transmitirse información, argumentos, parámetros, datos, etc., a través de cualquier medio adecuado que incluya el intercambio de memoria, el paso de mensajes, el paso de prueba, la transmisión de red, etc.

30 **[0141]** Los diversos bloques, módulos, circuitos, elementos y/o componentes ilustrativos descritos en conexión con los ejemplos divulgados pueden implementarse o realizarse con un procesador de uso general, con un procesador de señales digitales (DSP), con un circuito integrado de aplicaciones específicas (ASIC), con una matriz de puertas programables por campo (FPGA) o con otro dispositivo de lógica programable (PLD), lógica de puerta discreta o de transistor, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de uso general puede ser un microprocesador pero, como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados convencional. Un procesador puede implementarse también como una combinación de dispositivos informáticos, por

ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores en conjunción con un núcleo DSP o cualquier otra configuración de ese tipo.

5 **[0142]** Los procedimientos o algoritmos descritos en conexión con los ejemplos divulgados en el presente documento pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutable por un procesador o en una combinación de ambos, en forma de unidad de procesamiento, instrucciones de programación u otras direcciones, y puede contenerse en un único dispositivo o distribuirse a través de múltiples dispositivos. Un módulo de software puede residir en una memoria RAM, en una memoria flash, en una memoria ROM, en una memoria EPROM, en una memoria EEPROM, en registros, en un disco duro, en un disco extraíble, en un CD-ROM o en cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocido en la técnica. Un medio de almacenamiento puede estar acoplado al procesador, de tal manera que el procesador pueda leer información desde, y escribir información en, el medio de almacenamiento. Como alternativa, el medio de almacenamiento puede ser parte integrante del procesador.

15 **[0143]** Los expertos en la técnica apreciarían además que los diversos bloques, módulos, circuitos y etapas algorítmicas lógicas ilustrativos descritos en conexión con los modos de realización divulgados en el presente documento pueden implementarse como hardware electrónico, software informático o como combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, se han descrito anteriormente generalmente diversos componentes ilustrativos, bloques, módulos, circuitos y etapas, en términos de su funcionalidad. Si tal funcionalidad se implementa como hardware o software, dependerá de la aplicación particular y las limitaciones de diseño impuestas sobre todo el sistema.

25 **[0144]** Las diversas características de la invención descritas en el presente documento pueden implementarse en diferentes sistemas sin alejarse de la invención, ya que el alcance completo de la presente invención sólo está limitado por el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Cabe señalar que los modos de realización anteriores son meramente ejemplos y no han de interpretarse como limitativos de la invención. Esta descripción de los modos de realización está prevista para ser ilustrativa, y no para limitar el alcance de las reivindicaciones. Como tal, las presentes enseñanzas pueden aplicarse fácilmente a otros tipos de aparatos y muchas alternativas, modificaciones y variaciones resultarán evidentes para los expertos en la técnica, ya que el alcance completo de la presente invención sólo está limitado por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

30

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento operativo en un dispositivo transmisor (102) para proyectar una máscara de código compuesta (104), que comprende:

5 obtener una máscara de código compuesta (104) en un medio tangible, incluyendo la máscara de código compuesta una capa de soporte (802) superpuesta sobre una capa de código (804); y

10 proyectar, desde el dispositivo transmisor, al menos una porción (112) de la máscara de código compuesta sobre un objeto objetivo (106) para ayudar a un receptor (108) a determinar la información de profundidad para el objeto objetivo con una sola proyección de la máscara de código compuesta, en el que

15 la capa de código incluye contraseñas espacialmente codificadas con identificación única definidas por una pluralidad de símbolos (812),

20 la capa de soporte se puede determinar independientemente y es distinta de la capa de código e incluye una pluralidad de objetos de referencia (808) que son resistentes a la distorsión durante la proyección, y **caracterizado por que** al menos una de la capa de código y la capa de soporte están preconformadas por una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la máscara de código compuesta se proyecta en un espectro infrarrojo.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la capa de código comprende n1 por n2 símbolos binarios, donde n1 y n2 son números enteros mayores que dos.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que las ventanas traslapadas a lo largo de al menos una dirección en la capa de código definen diferentes contraseñas únicas de cualquier otra ventana a lo largo de la misma fila o columna.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que cada símbolo en la máscara de código compuesta es un segmento de línea en uno de los dos tonos de escala de grises distintos de los objetos de referencia.
6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la preconformación de al menos una de la capa de código y la capa de soporte mediante una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección incluye:

35 determinar una o más condiciones para un canal a través del cual se proyectará la máscara de código;

40 obtener la función de dispersión de punto sintético, en base a una o más condiciones, para compensar las distorsiones causadas por el canal; y

45 aplicar la función de dispersión de punto sintético a al menos una de la capa de código y la capa de soporte.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la preconformación de al menos una de la capa de código y la capa de soporte mediante una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección incluye:

50 obtener una capa de preconformación que compensa las distorsiones en un canal a través del cual se proyecta la máscara de código; y

55 combinar la capa de preconformación como parte de la máscara compuesta.
8. Un dispositivo transmisor (102) adaptado para proyectar una máscara de código compuesta (104), que comprende:

60 medios adaptados para almacenar una máscara de código compuesta (104), incluyendo la máscara de código compuesta una capa de soporte (802) superpuesta sobre una capa de código (804); y

65 medios adaptados para proyectar al menos una porción (112) de la máscara de código compuesta sobre un objeto objetivo (106) para ayudar a un receptor (108) a determinar la información de profundidad para el objeto objetivo con una sola proyección de la máscara de código compuesta, en el que

70 la capa de código incluye contraseñas espacialmente codificadas con identificación única definidas por una pluralidad de símbolos (812),

75 la capa de soporte se puede determinar independientemente y es distinta de la capa de código e incluye una pluralidad de objetos de referencia (808) que son resistentes a la distorsión durante la

proyección, y **caracterizado por que** al menos una de la capa de código y la capa de soporte están preconformadas por una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección.

- 5 **9.** El dispositivo transmisor de la reivindicación 8, en el que los símbolos de la capa de código están escalonados en al menos una dimensión.
- 10 **10.** El dispositivo transmisor de la reivindicación 8, en el que los objetos de referencia de la capa de soporte comprenden una pluralidad de bandas de referencia separadas igualmente con un intervalo de seguridad entre ellas.
- 15 **11.** El dispositivo transmisor de la reivindicación 10, en el que las bandas de referencia y el intervalo de seguridad son de diferentes anchos.
- 20 **12.** El dispositivo transmisor de la reivindicación 10, en el que el ancho de cada banda de referencia con relación al ancho del intervalo de seguridad está determinado por una dispersión óptica esperada de un dispositivo transmisor y/o un dispositivo receptor.
- 25 **13.** El dispositivo transmisor de la reivindicación 10, en el que la capa de código y la capa de soporte se combinan superponiendo la capa de soporte sobre la capa de código de modo que los símbolos de la capa de código aparezcan dentro de las bandas de referencia de la capa de soporte.
- 30 **14.** Un dispositivo transmisor para proyectar una máscara de código compuesta de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, en el que:
- 35 los medios adaptados para almacenar la máscara de código compuesta comprenden un medio; y
- 40 los medios adaptados para proyectar comprenden un proyector.
- 45 **15.** Un procedimiento para generar una máscara de código compuesta (104), que comprende:
- 50 obtener una capa de código (804) de contraseñas espacialmente codificadas con identificación única definidas por una pluralidad de símbolos (812);
- 55 obtener una capa de soporte (802) determinable independientemente y distinta de la capa de código y que incluye una pluralidad de objetos de referencia (808) que son resistentes a la distorsión durante la proyección;
- 60 preconformar al menos una de la capa de código y la capa de soporte mediante una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección;
- 65 obtener una máscara de código compuesta superponiendo la capa de soporte sobre la capa de código, sirviendo la máscara de código compuesta para la detección de profundidad de proyección única; y
- almacenar la máscara de código compuesta en un medio tangible.
- 16.** Un dispositivo generador de máscara, que comprende:
- medios adaptados para obtener una capa de código (804) de contraseñas espacialmente codificadas con identificación única definidas por una pluralidad de símbolos (812);
- medios adaptados para obtener una capa de soporte (802) determinable independientemente y distinta de la capa de código y que incluye una pluralidad de objetos de referencia (808) que son resistentes a la distorsión durante la proyección;
- medios adaptados para preconformar al menos una de la capa de código y la capa de soporte mediante una función de dispersión de punto sintético antes de la proyección;
- medios adaptados para obtener una máscara de código compuesta superponiendo la capa de soporte sobre la capa de código, sirviendo la máscara de código compuesta para detección de profundidad de proyección única; y
- medios adaptados para almacenar la máscara de código compuesta en un medio tangible.
- 17.** El dispositivo generador de máscara de acuerdo con la reivindicación 16, en el que:
- los medios adaptados para obtener la capa de código, los medios para obtener la capa de soporte, los

medios adaptados para preconformar al menos una de la capa de código y la capa de soporte y los medios adaptados para obtener una máscara de código compuesta comprenden un circuito de procesamiento; y

los medios adaptados para almacenar la máscara de código compuesta comprenden un medio tangible.

- 5
- 18.** Un medio de almacenamiento legible por máquina que tiene instrucciones almacenadas en él para generar una máscara de código compuesta, que cuando es ejecutada por al menos un procesador hace que al menos un procesador realice el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, o un medio de almacenamiento legible por máquina que tiene instrucciones almacenadas para generar una máscara de código compuesta, que cuando es ejecutada por un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8, hace que el dispositivo realice un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.
- 10

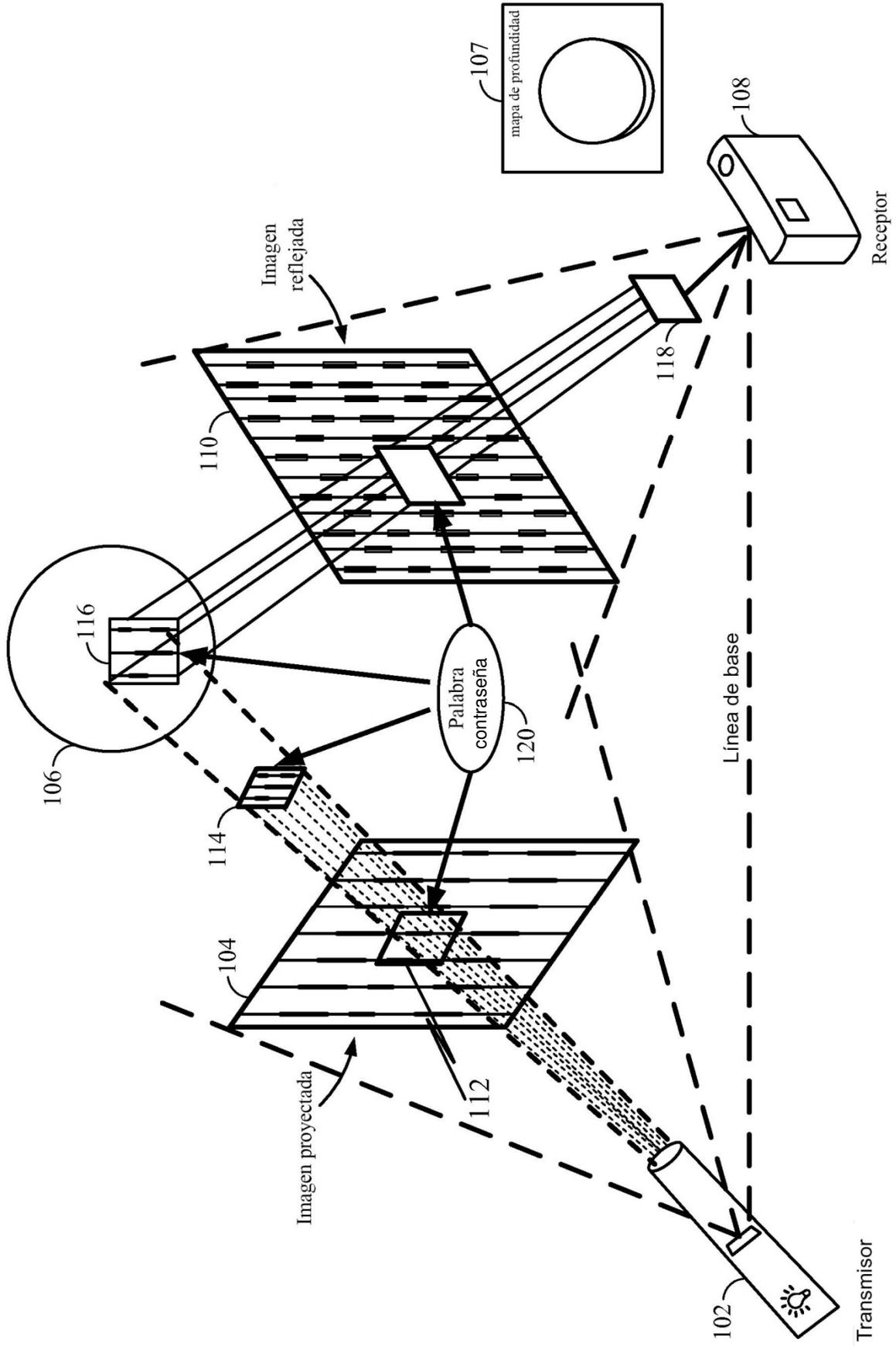


FIG. 1

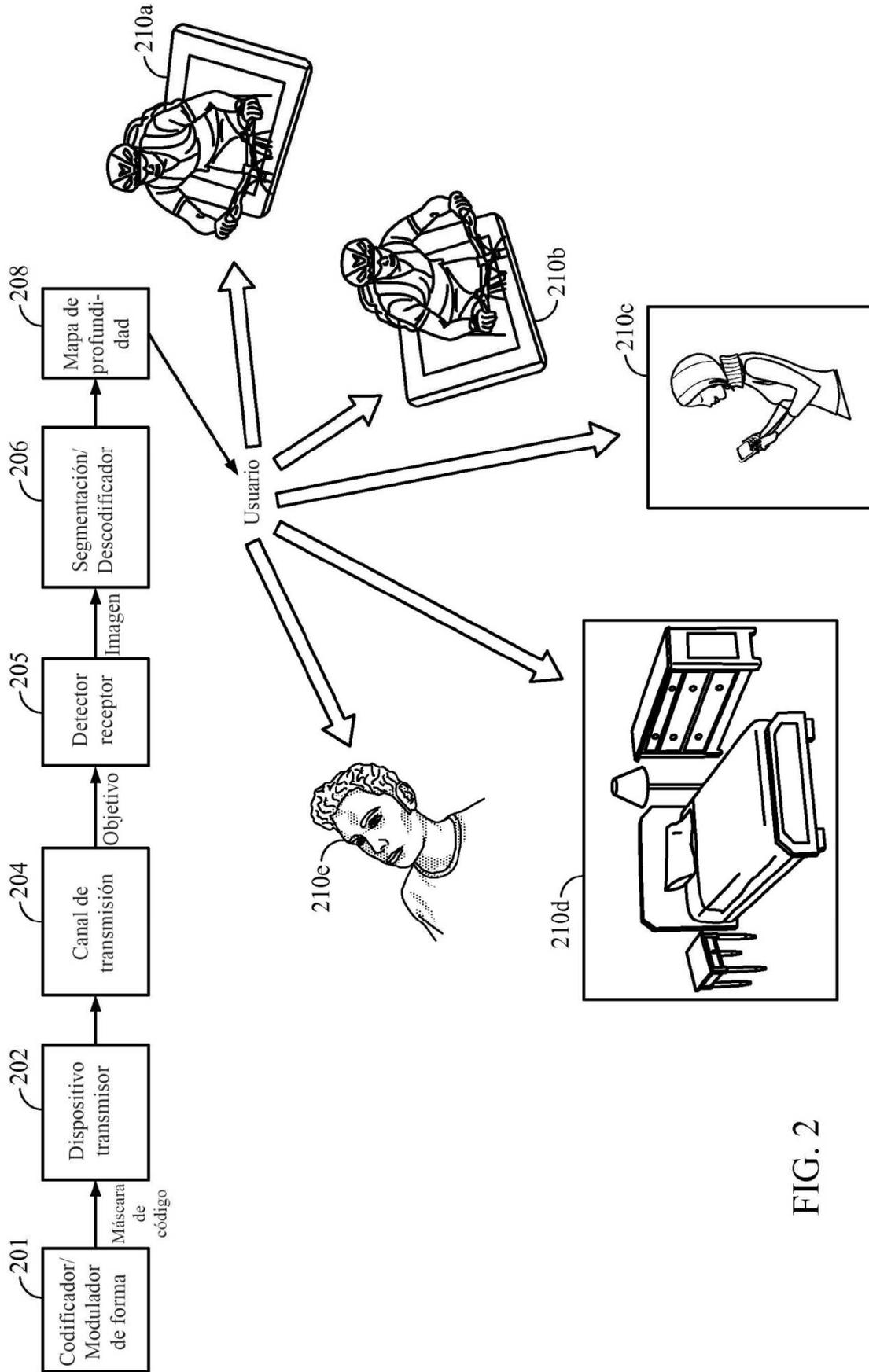


FIG. 2

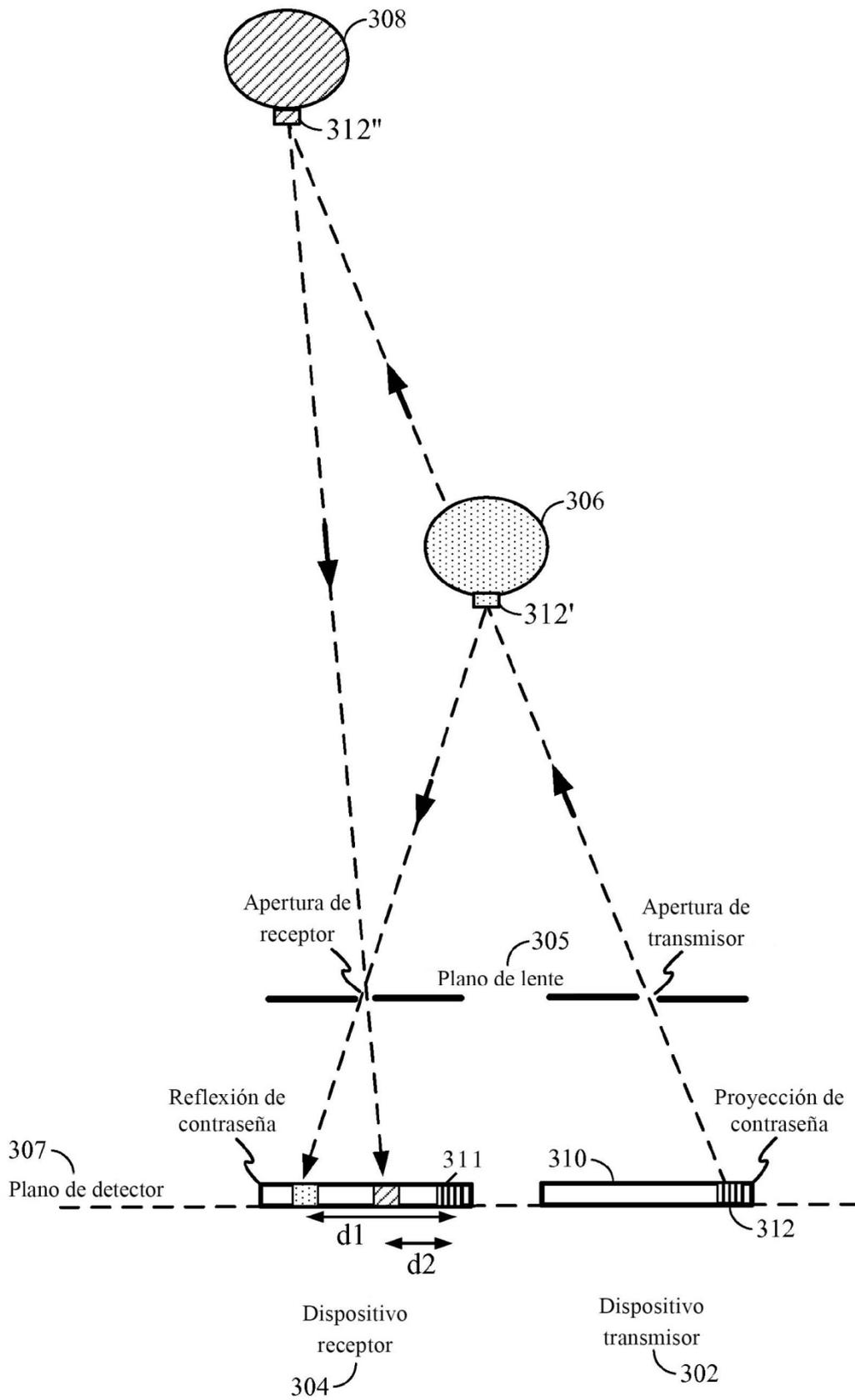


FIG. 3

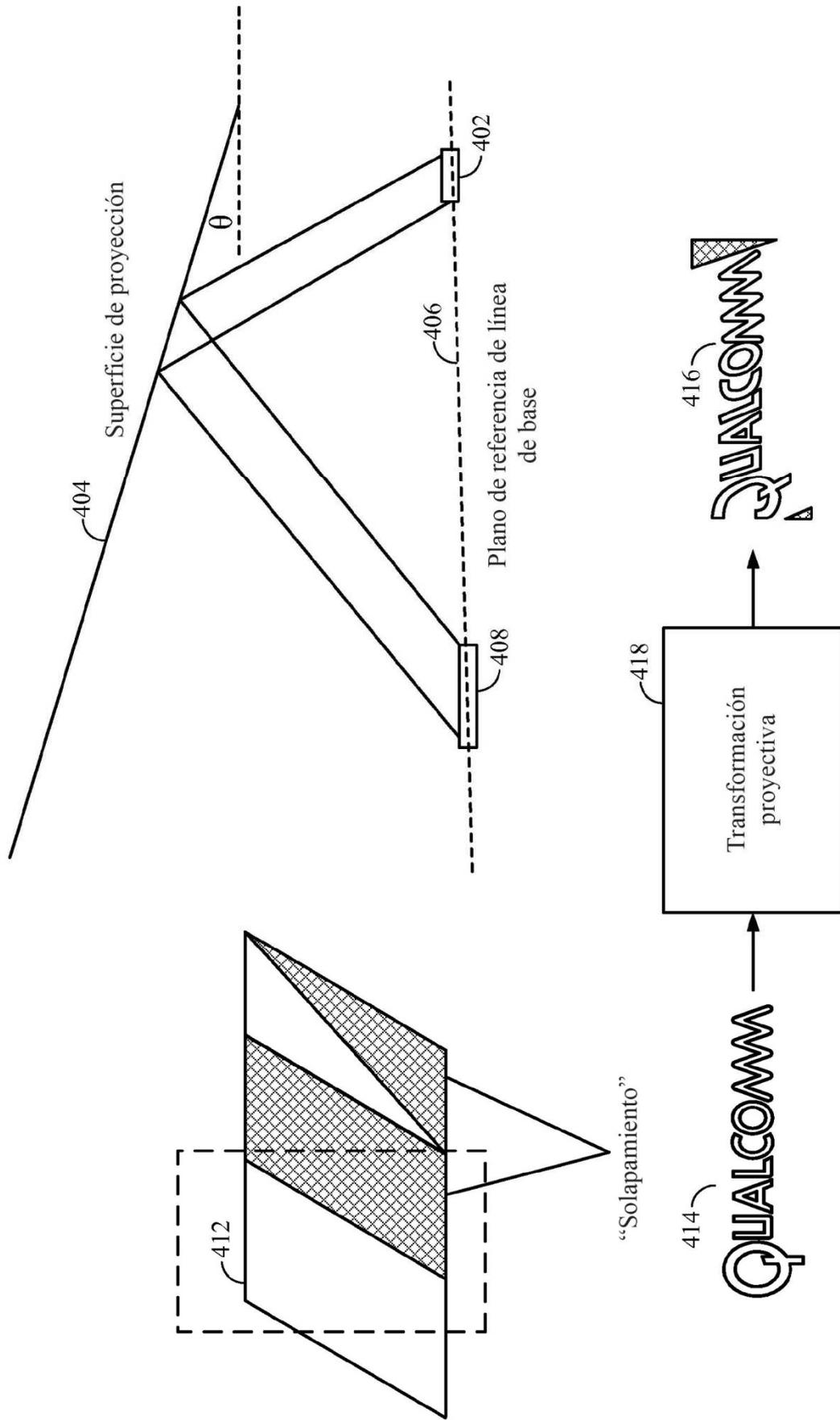


FIG. 4

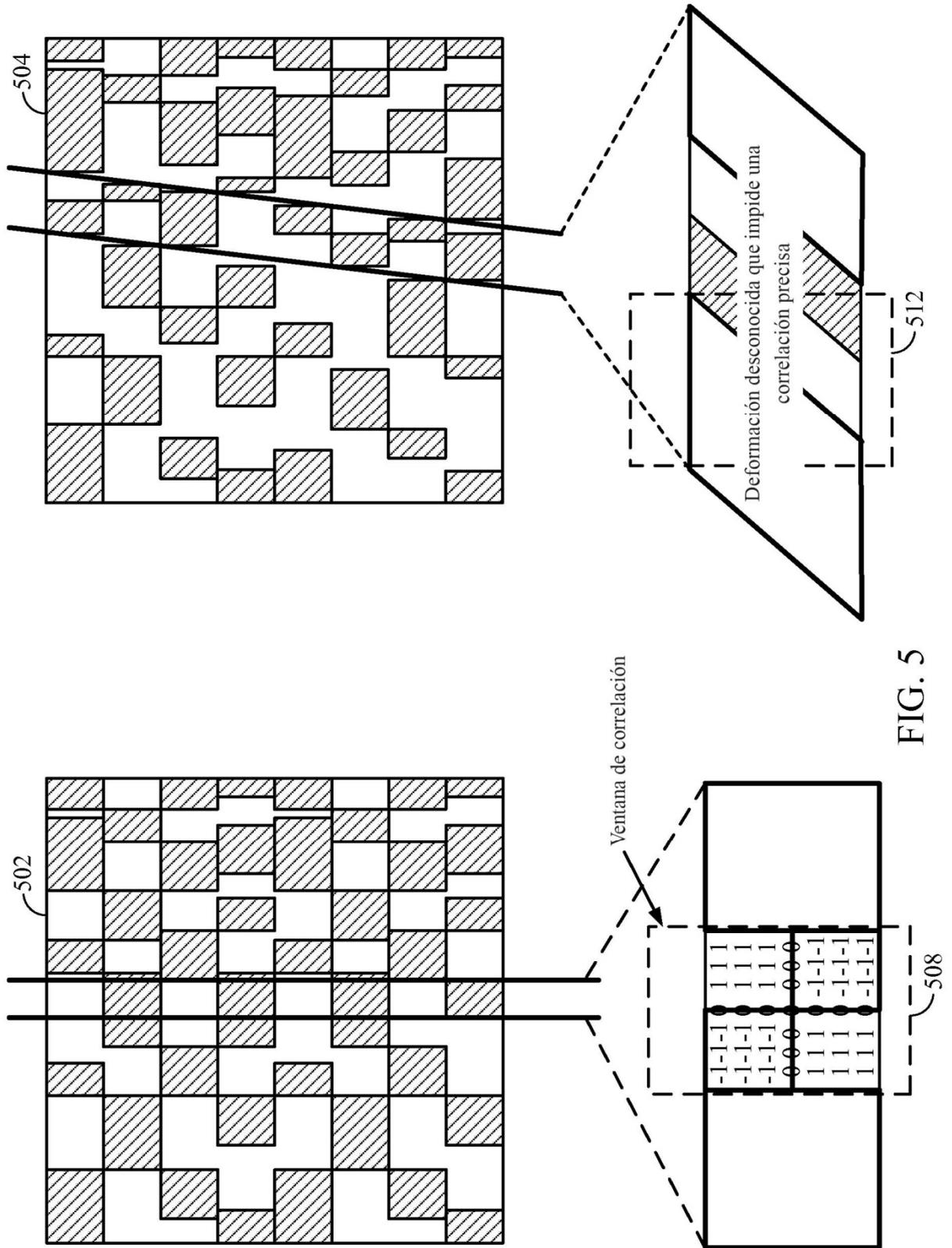
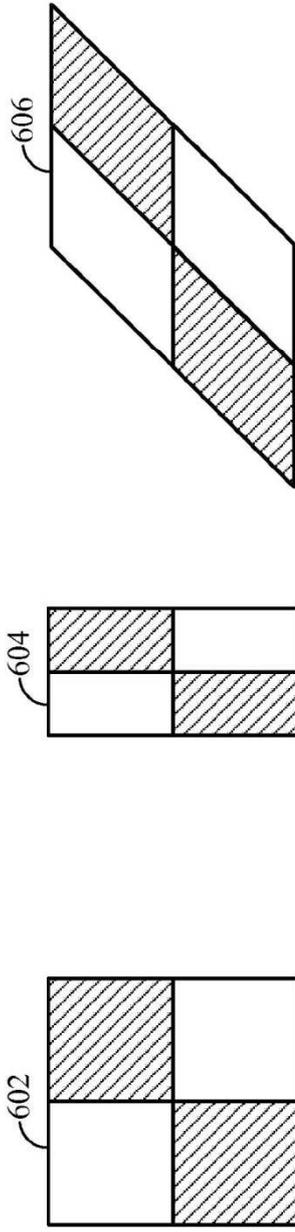


FIG. 5



Código original Ejemplo A Ejemplo B

FIG. 6

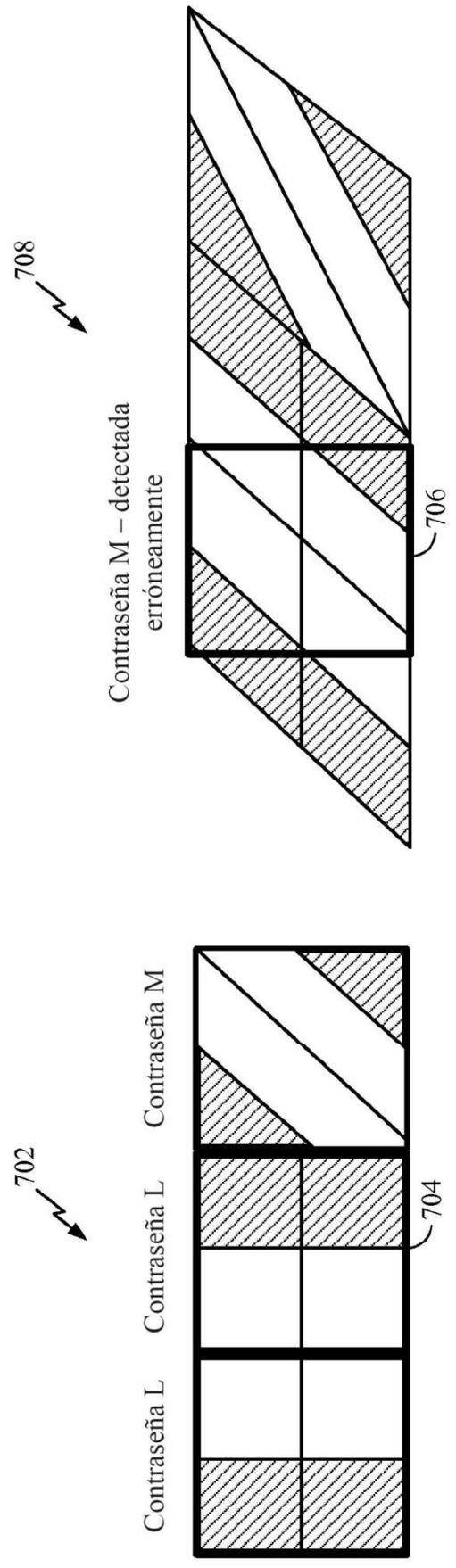


FIG. 7

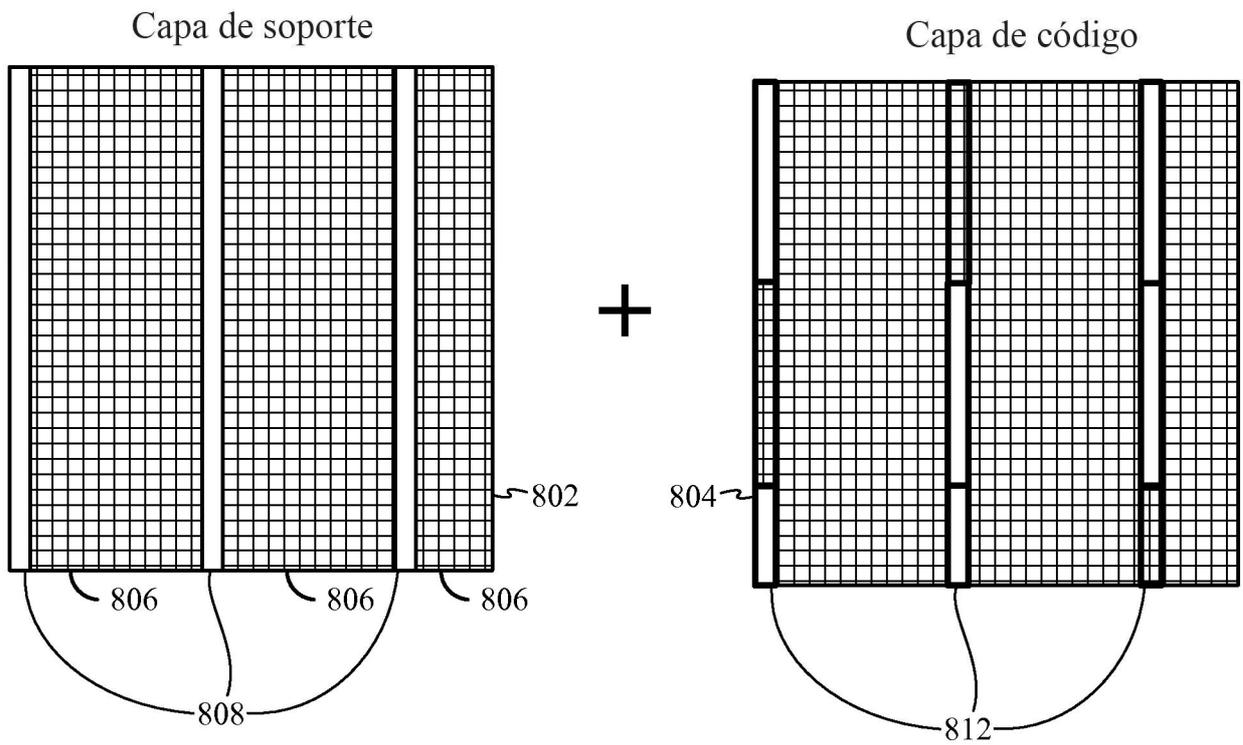


FIG. 8

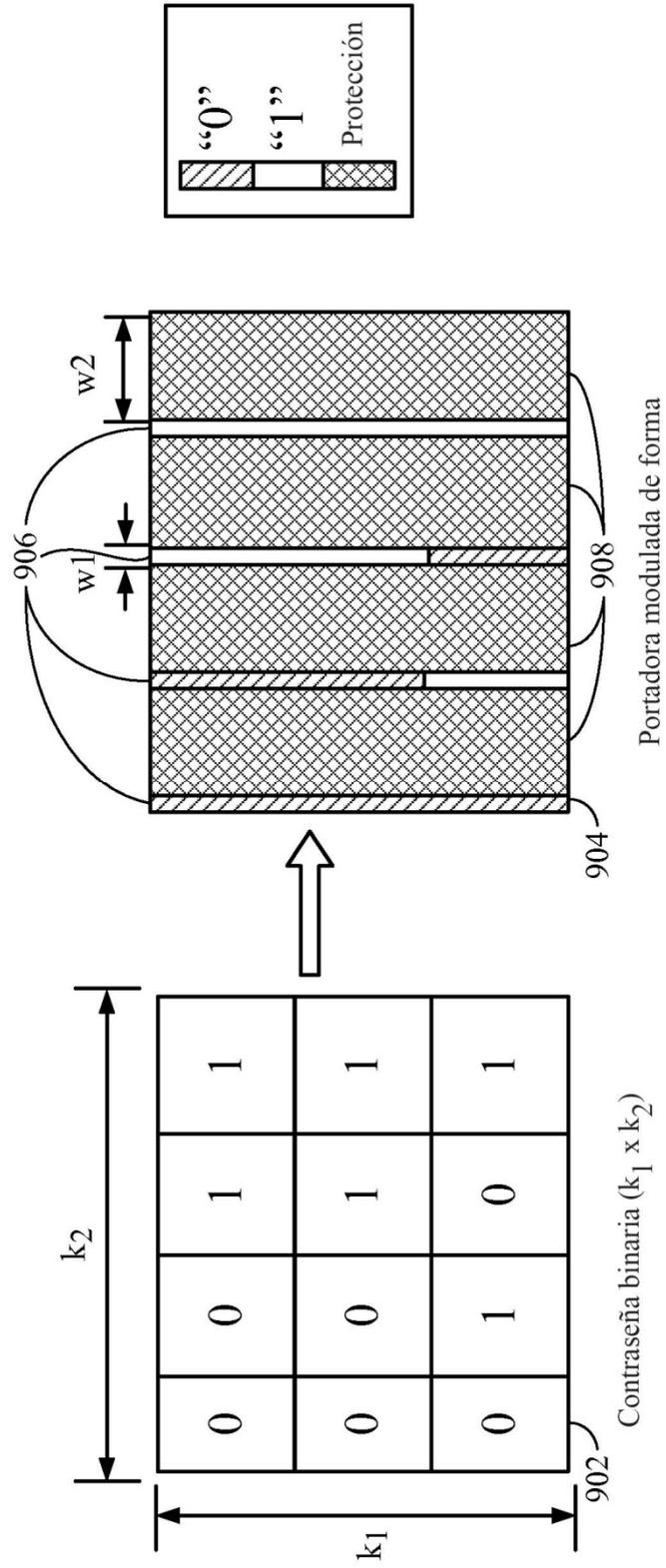


FIG. 9

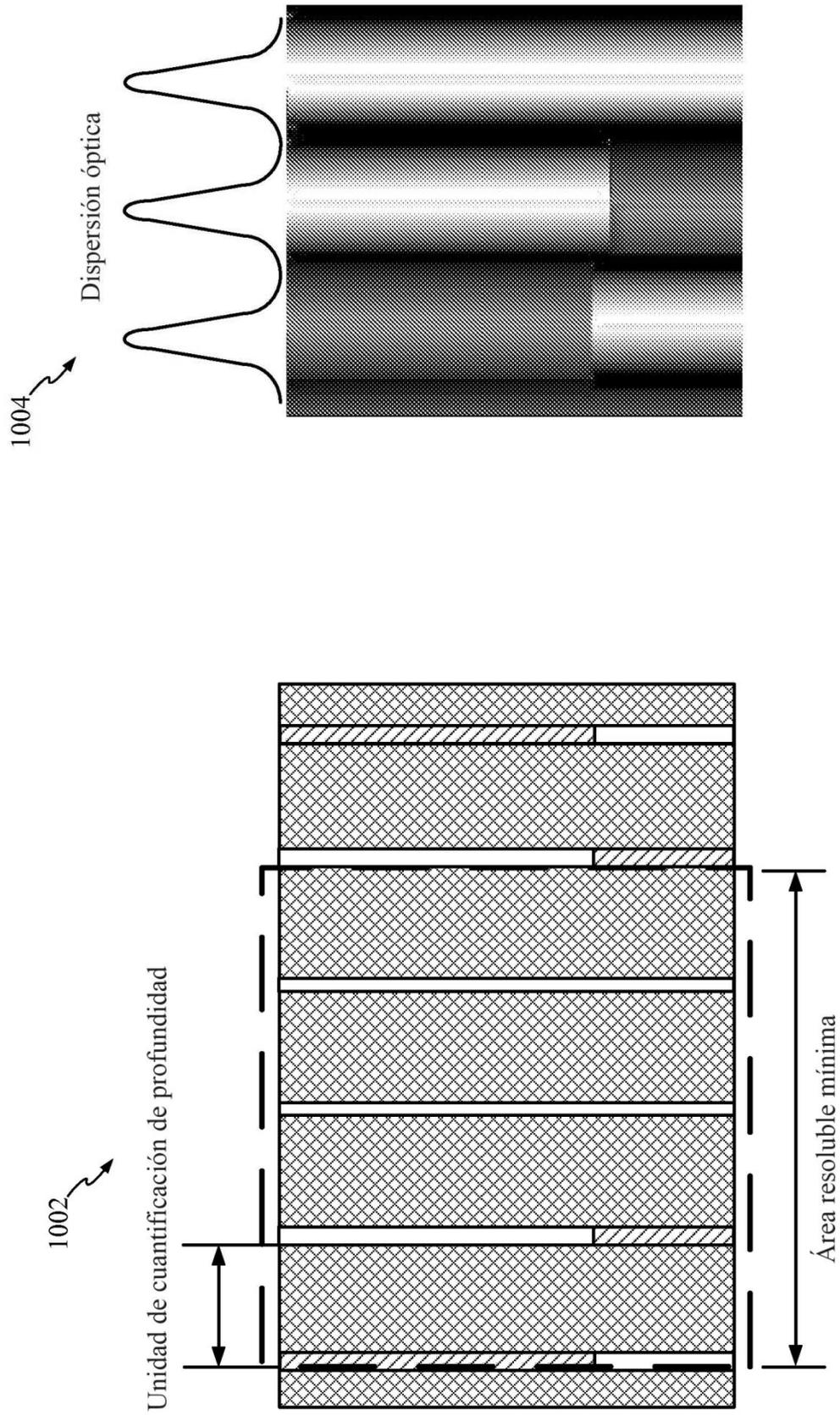


FIG. 10

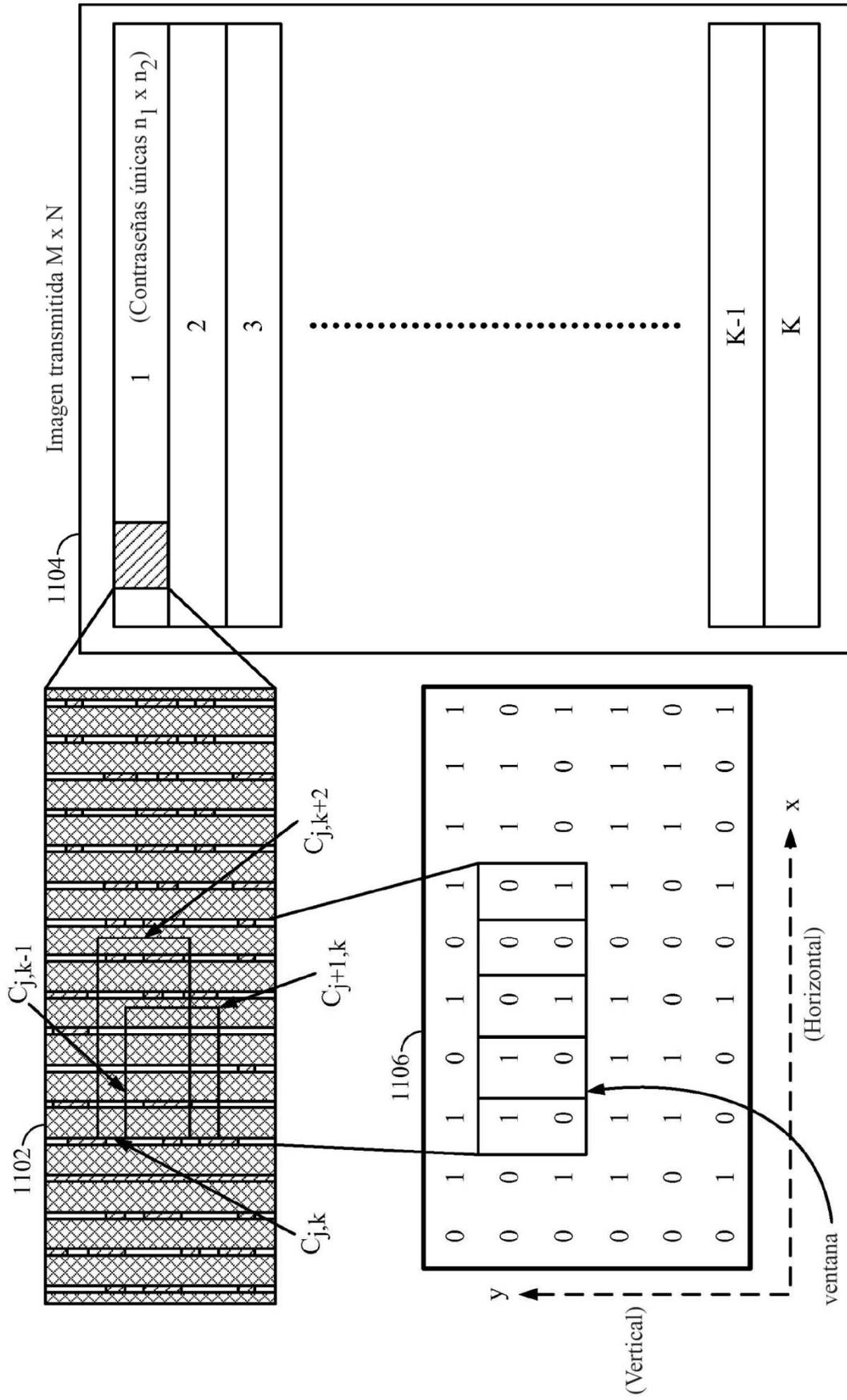


FIG. 11A

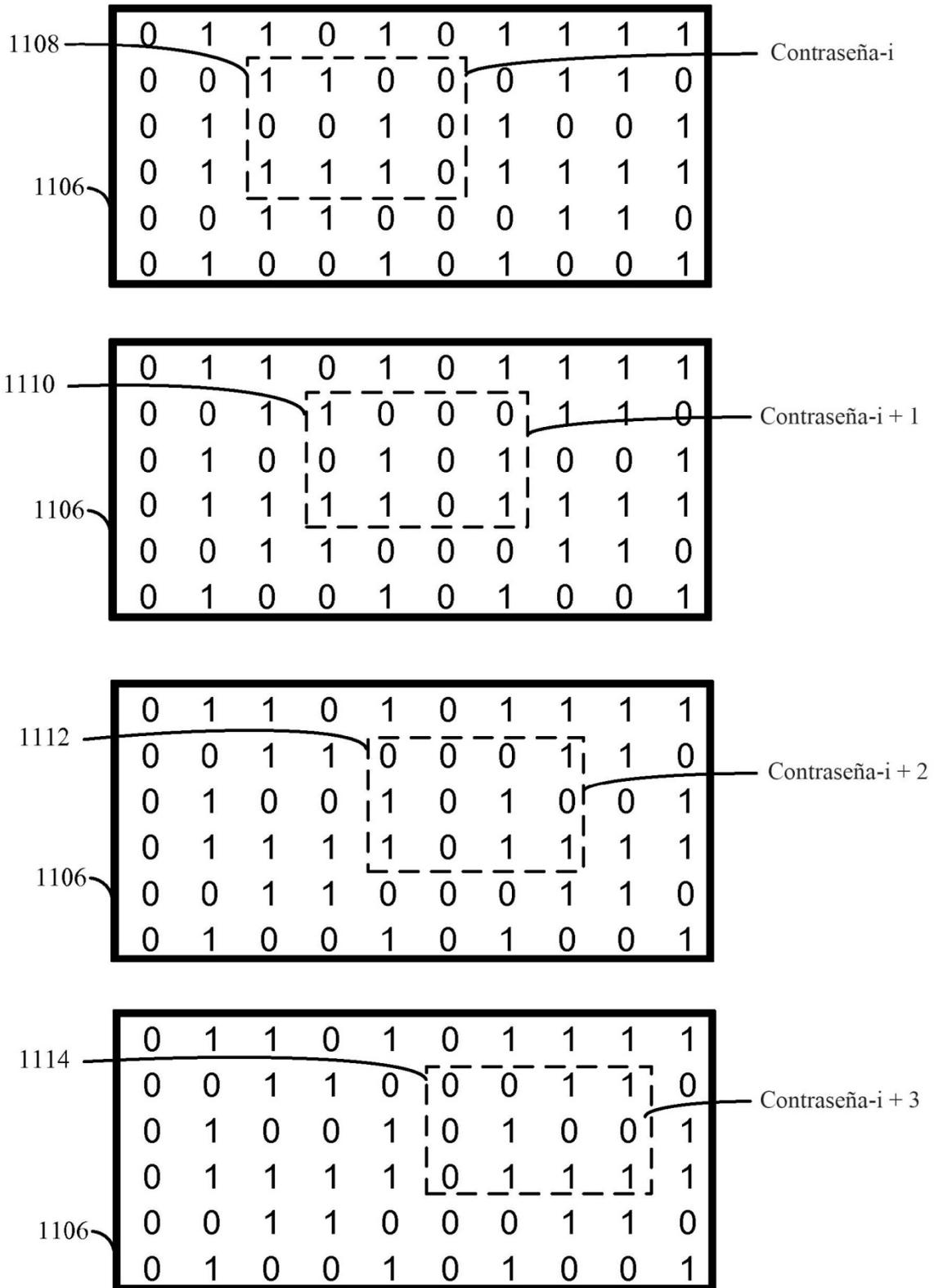


FIG. 11B

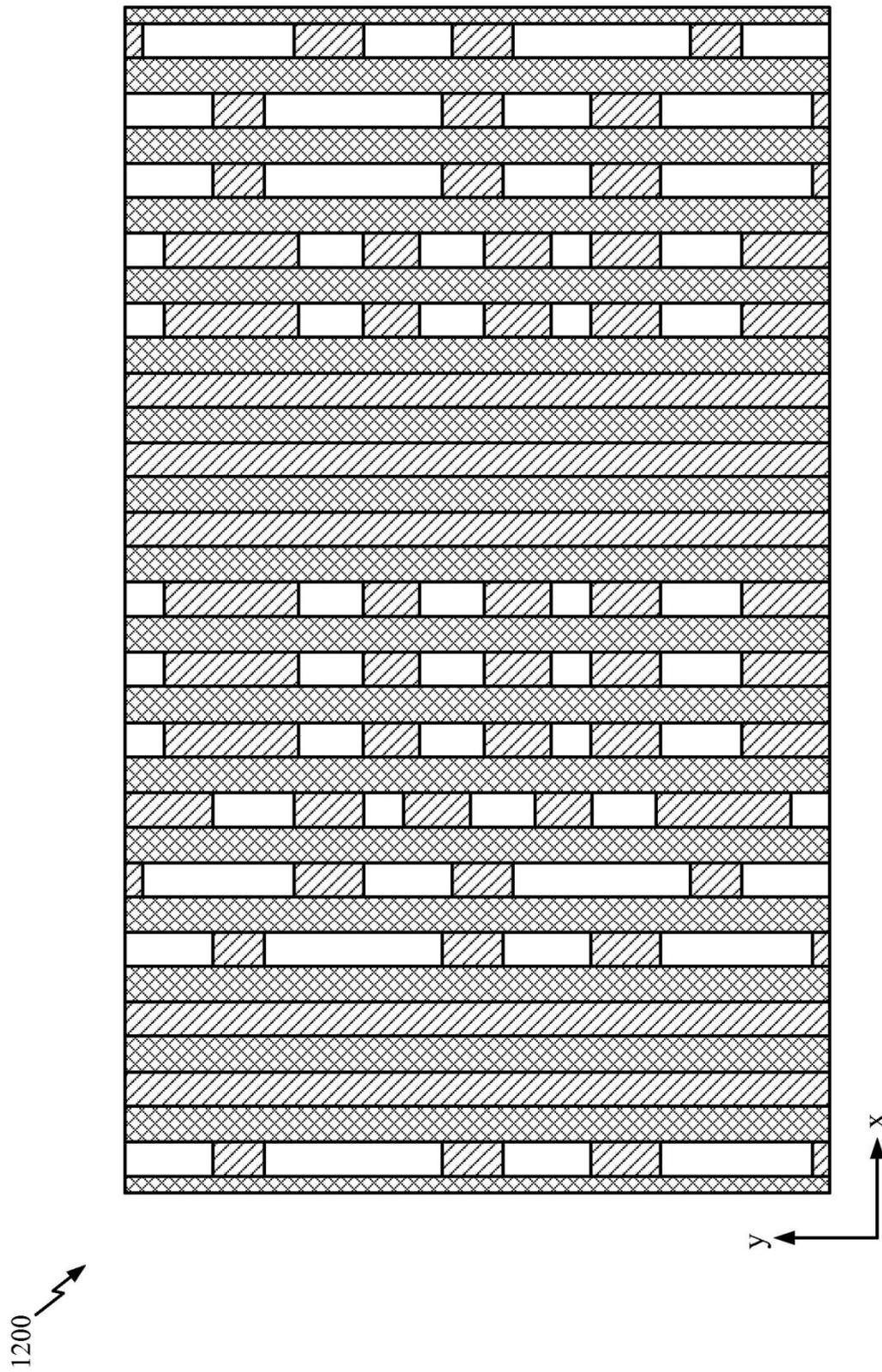


FIG. 12

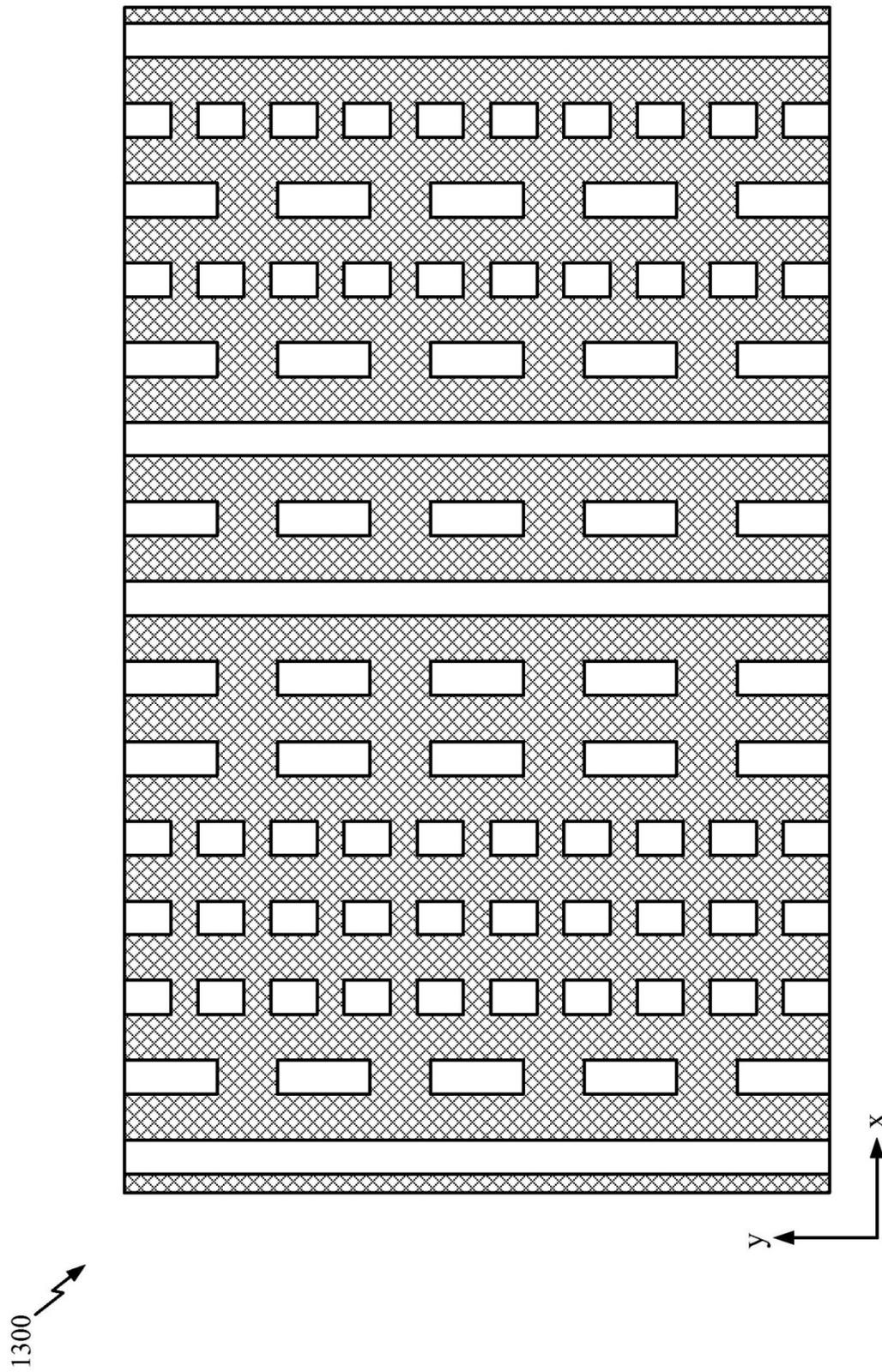


FIG. 13

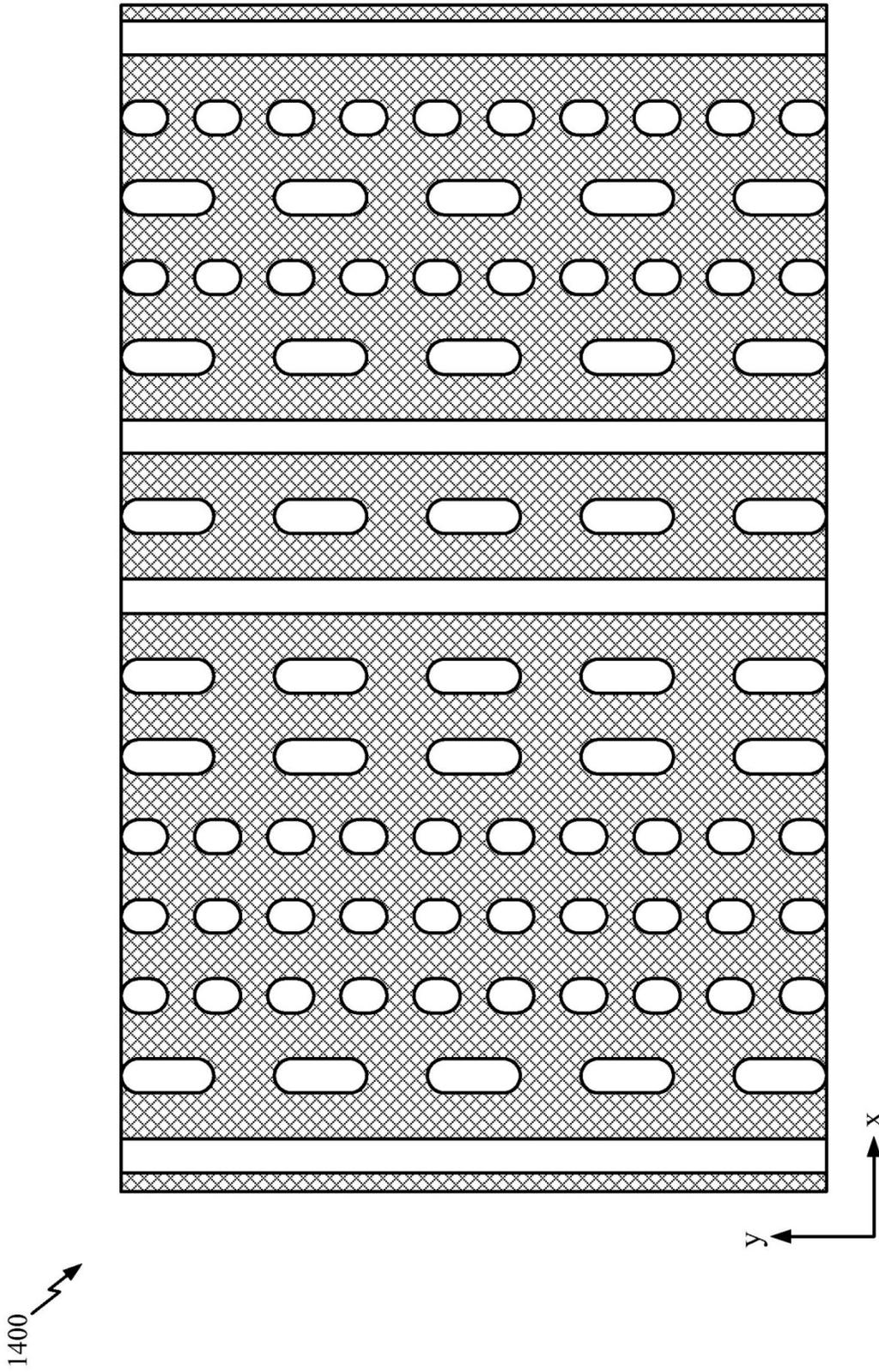


FIG. 14

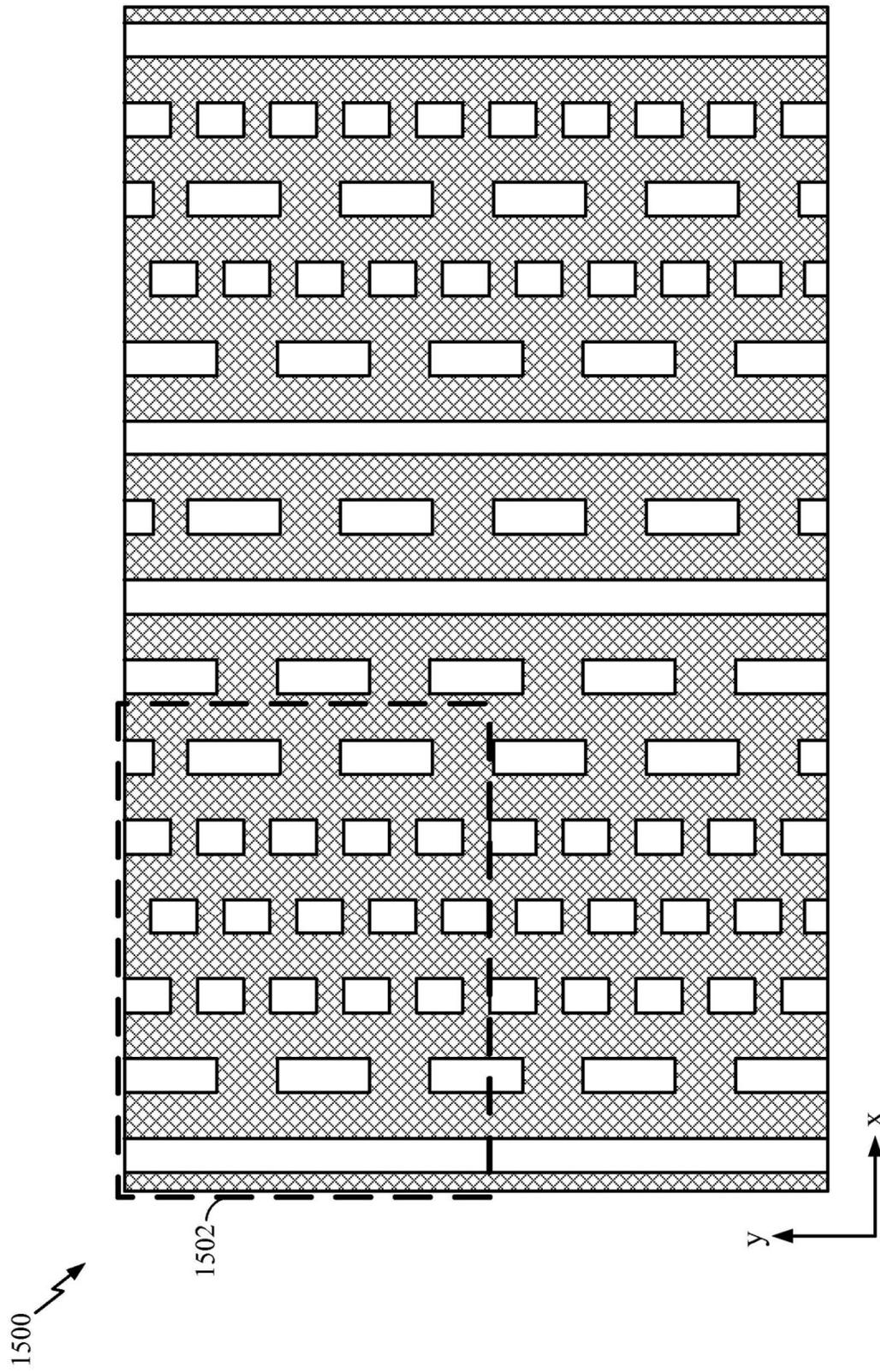


FIG. 15

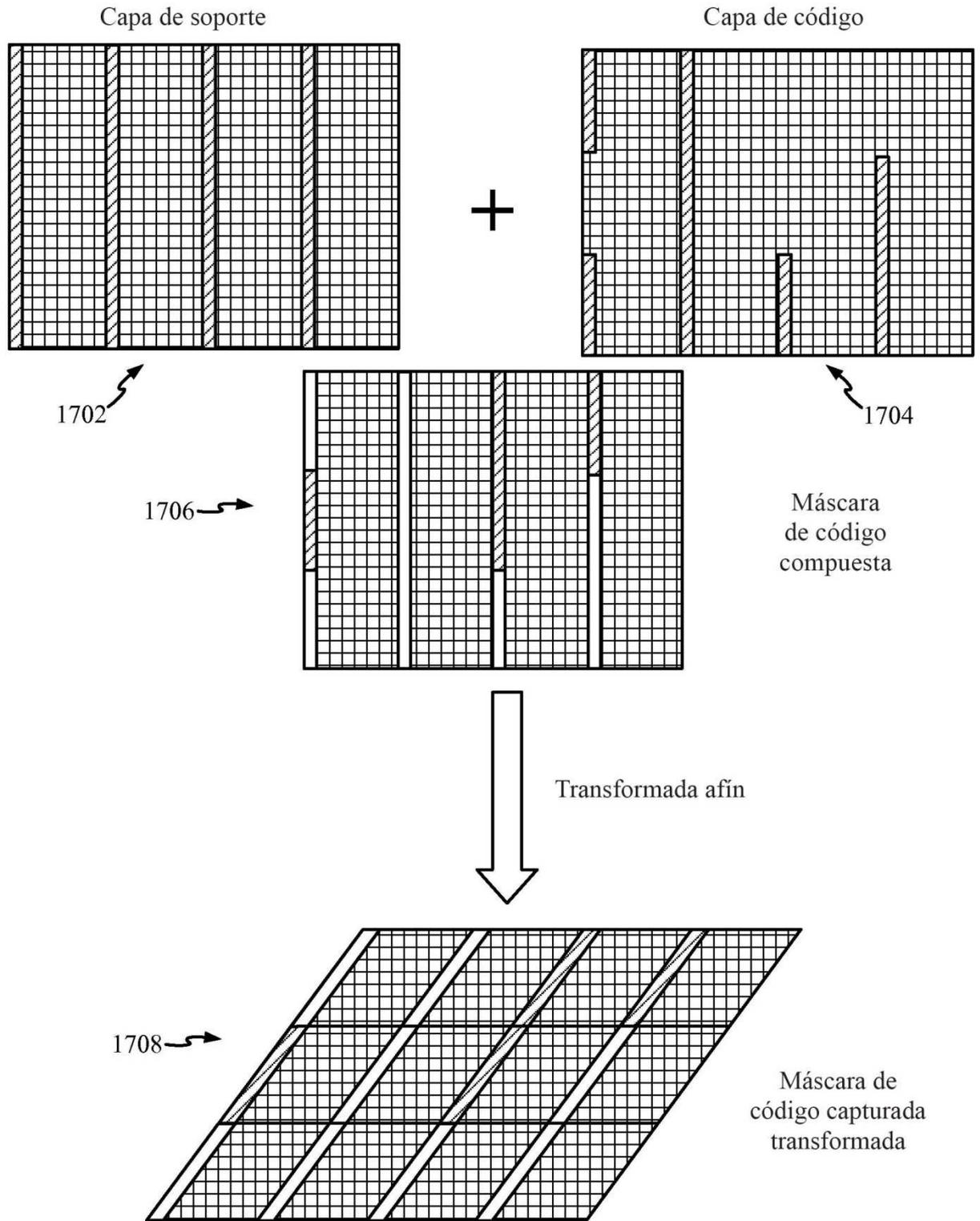


FIG. 17

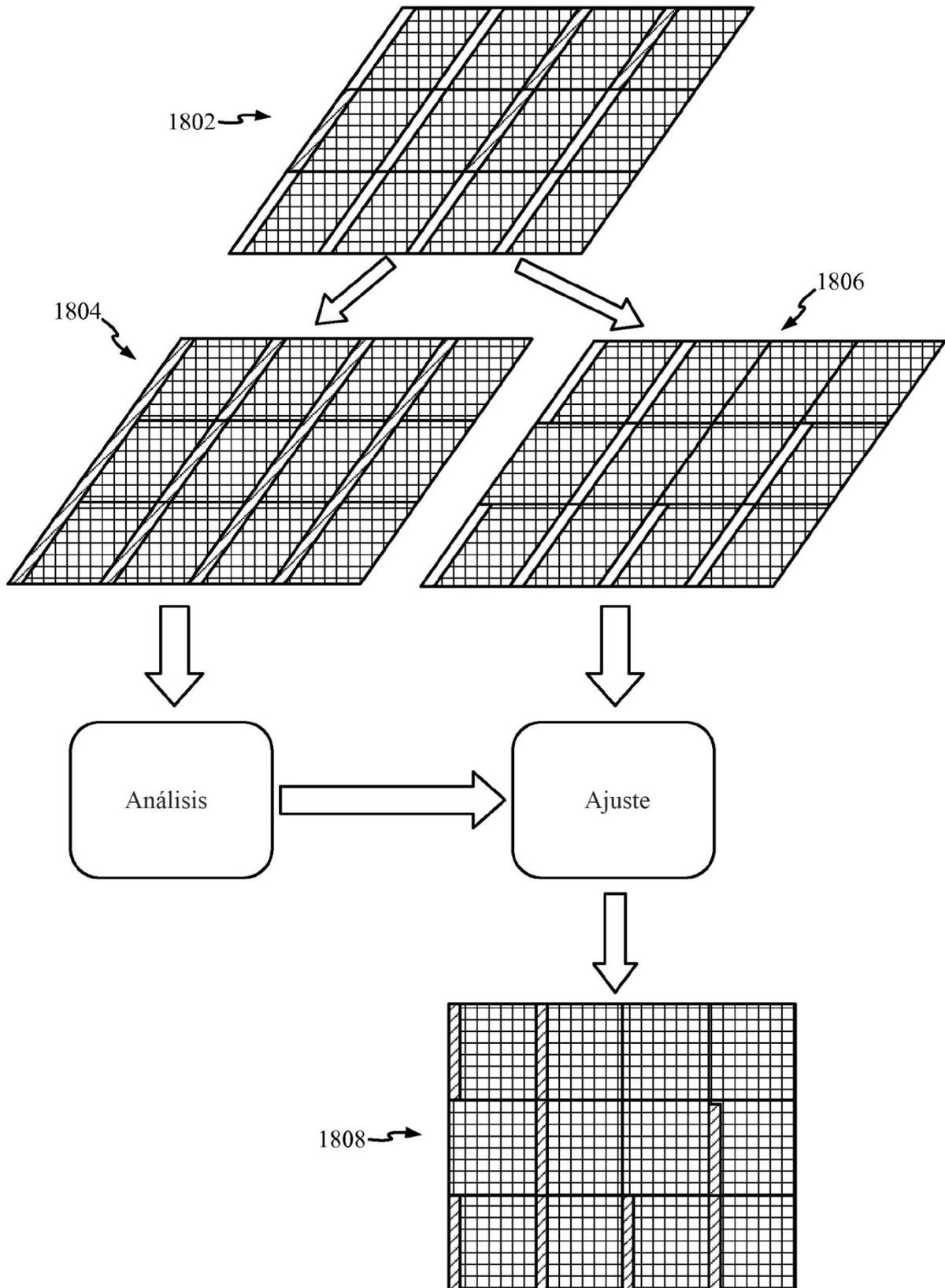


FIG. 18

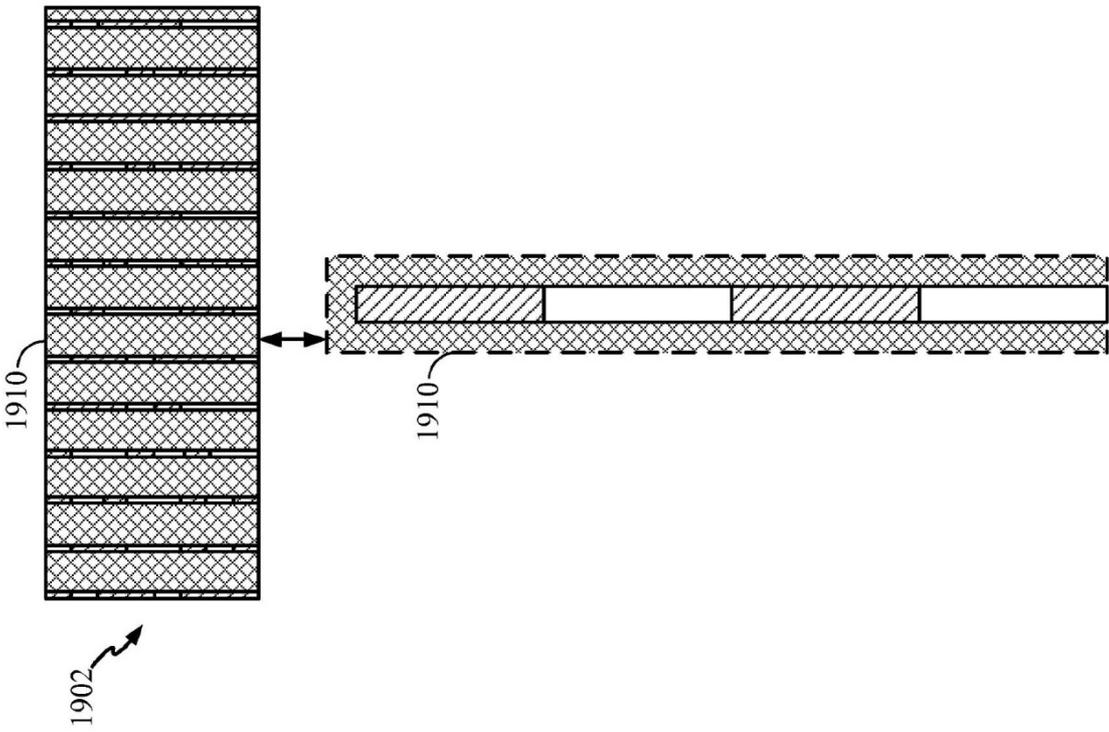
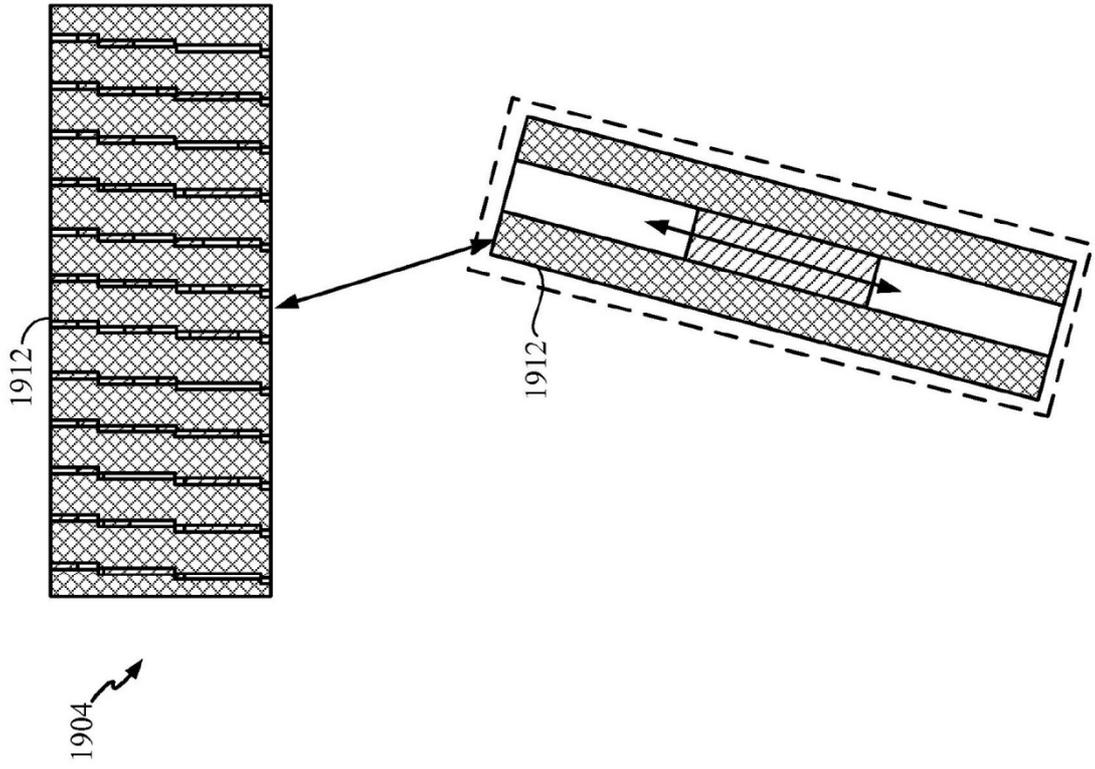


FIG. 19

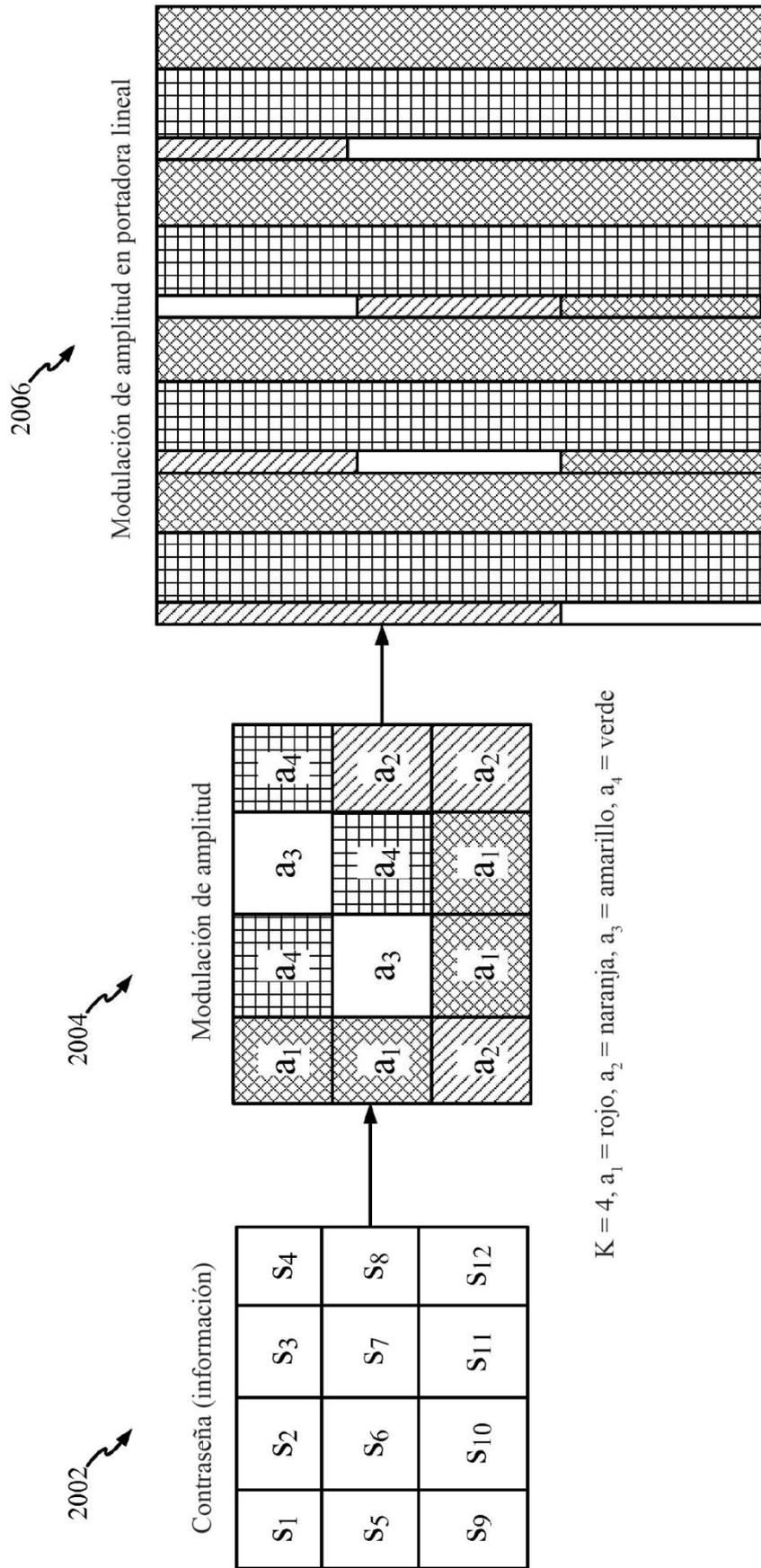


FIG. 20

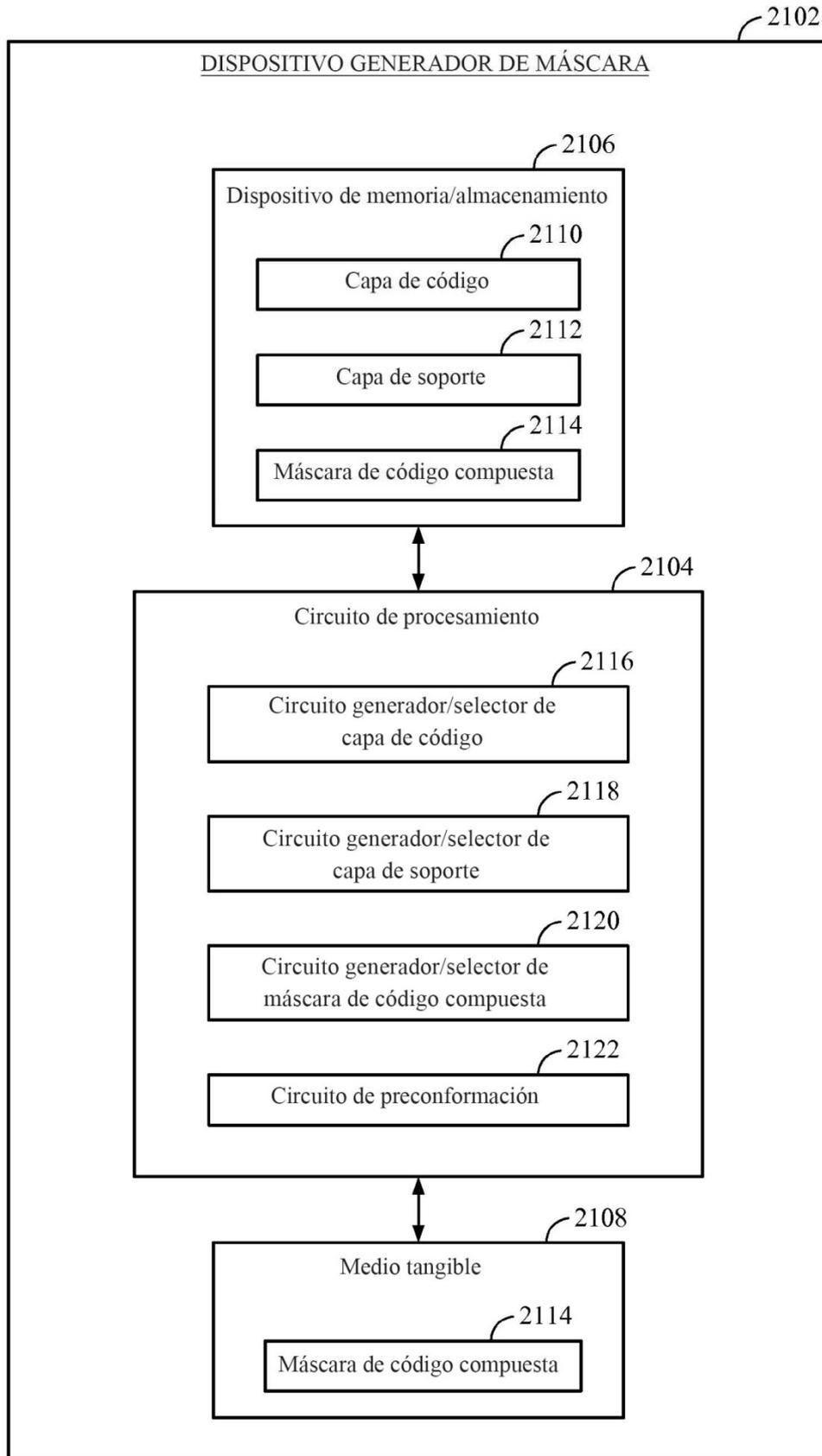


FIG. 21

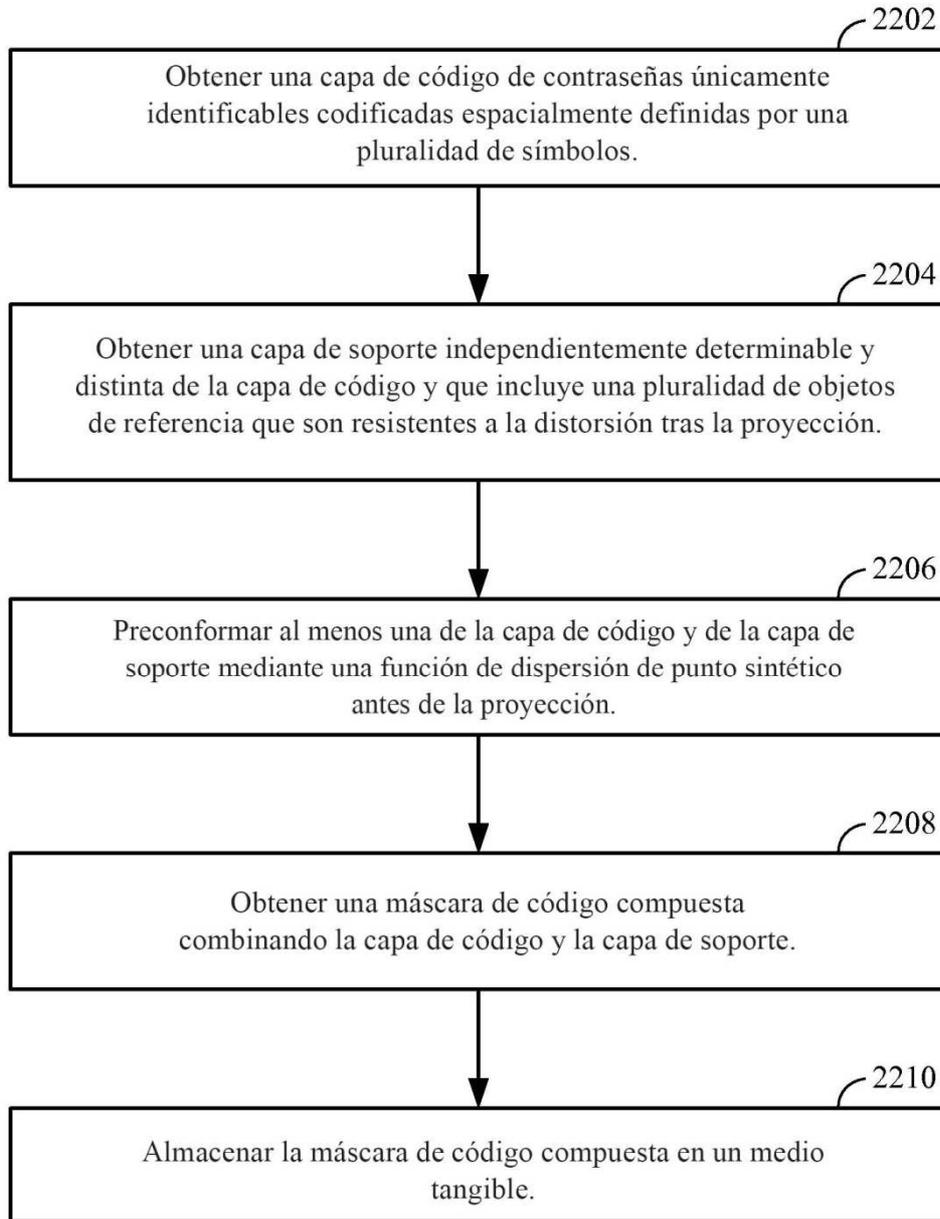


FIG. 22

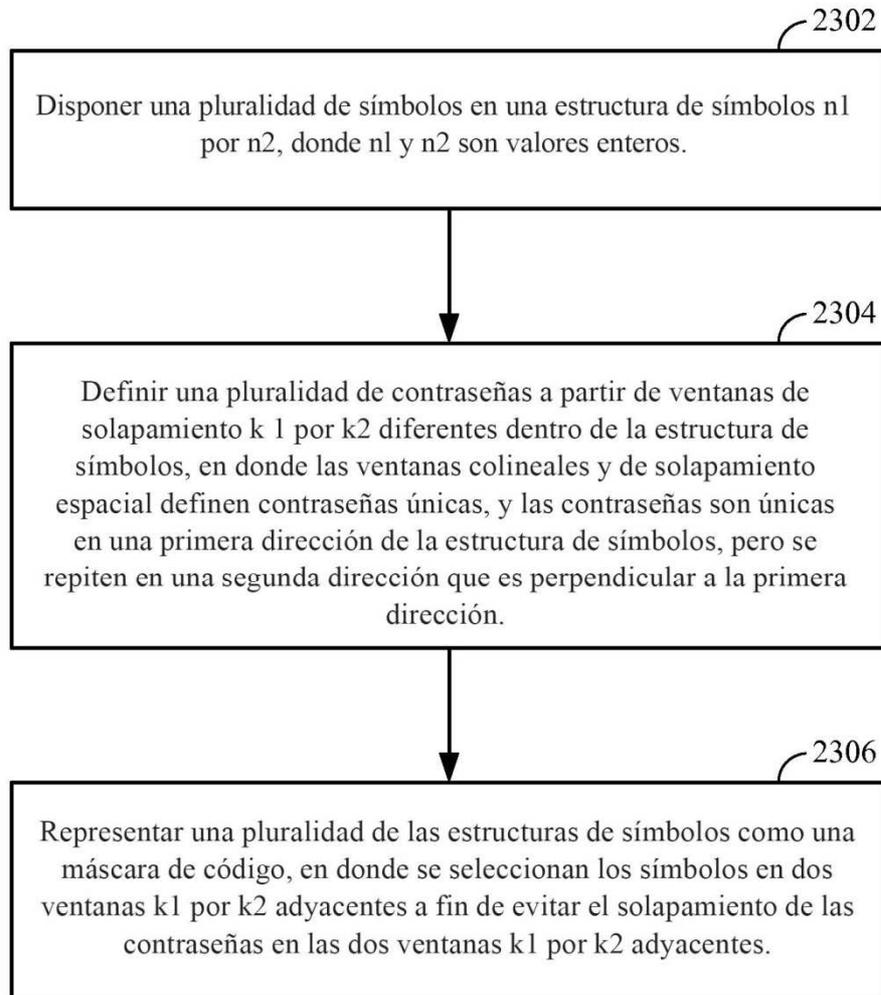


FIG. 23

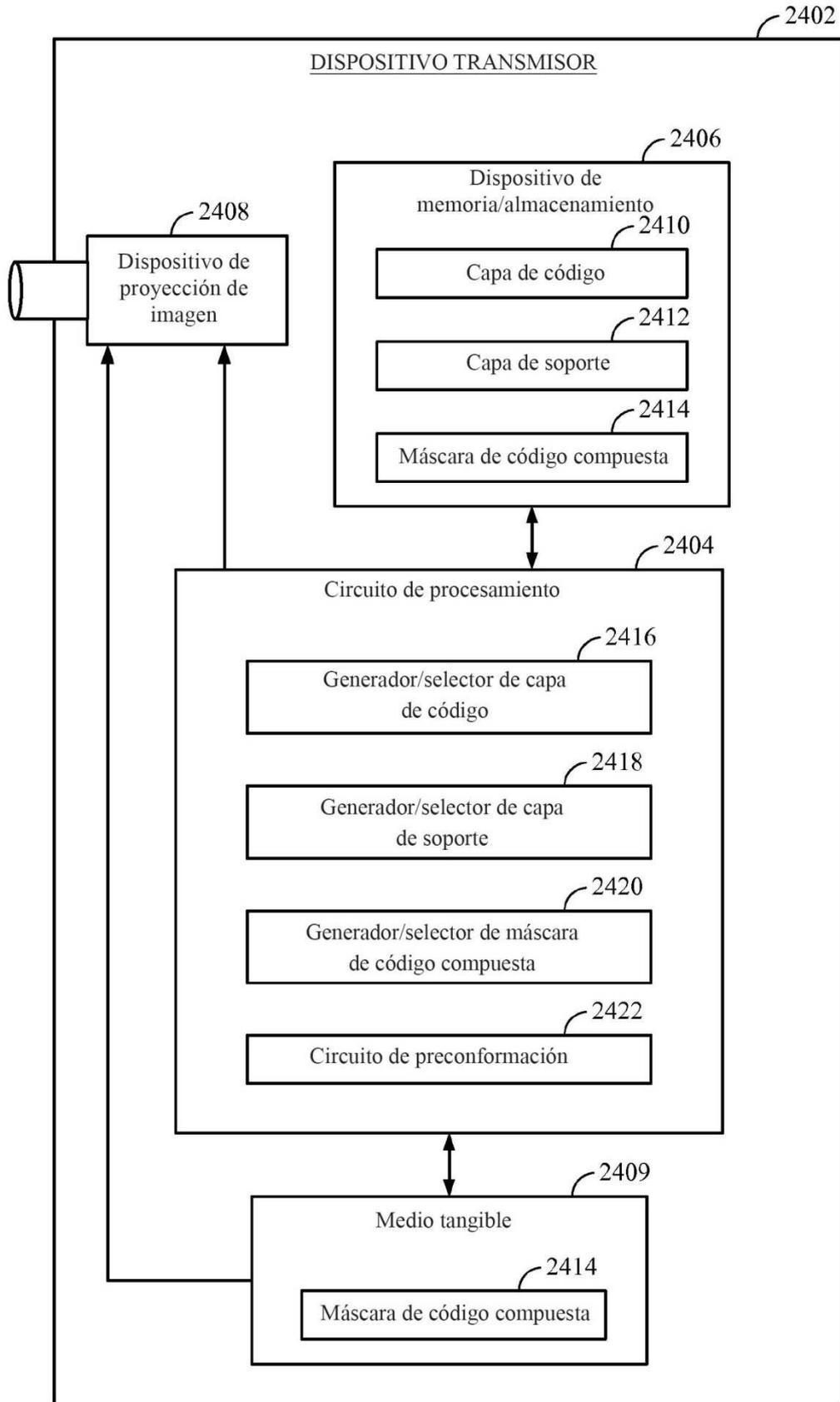


FIG. 24

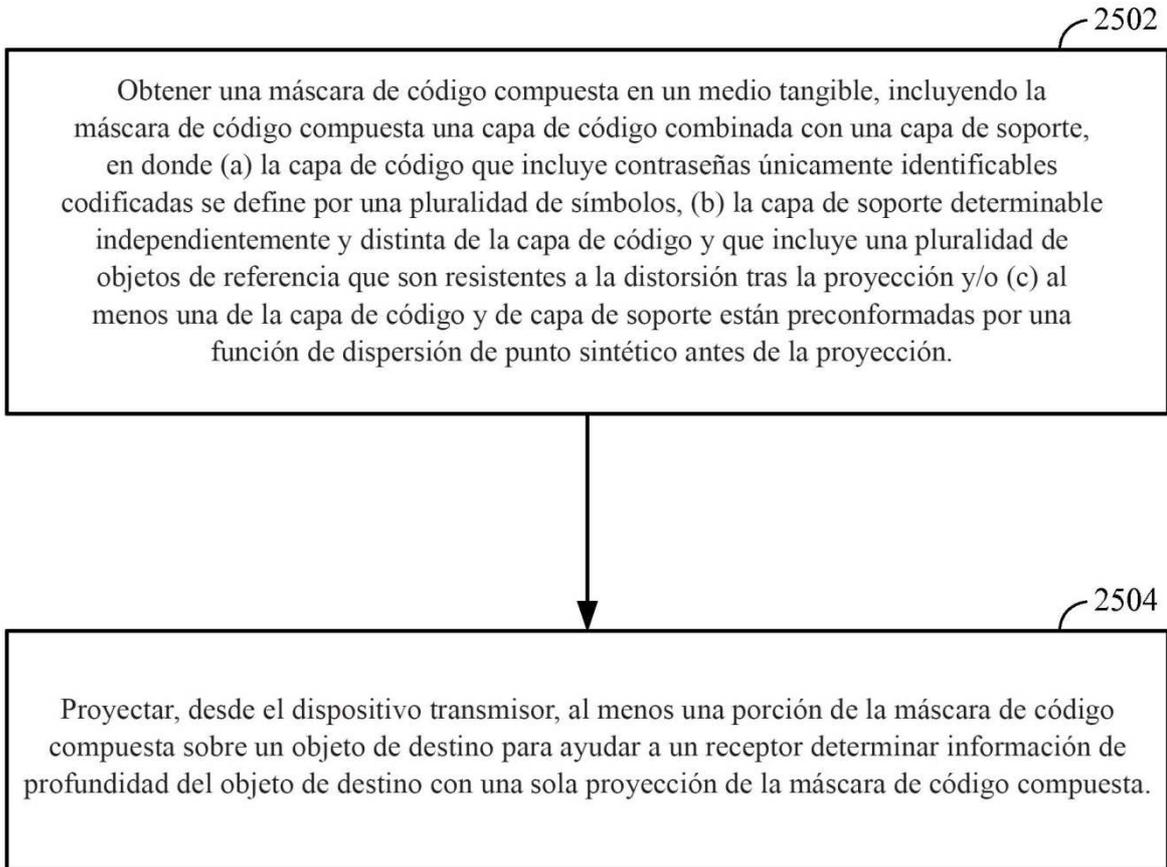


FIG. 25

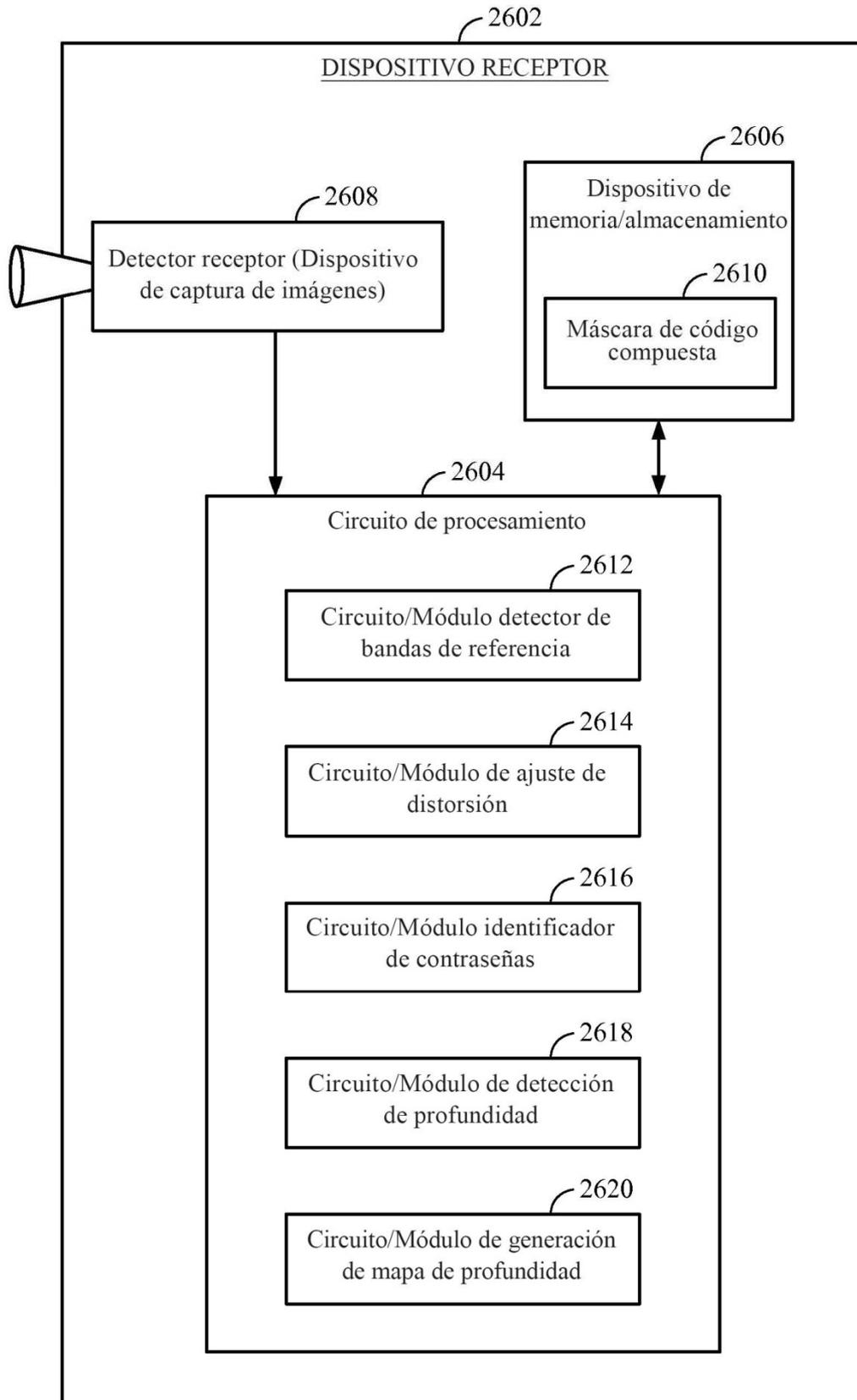


FIG. 26

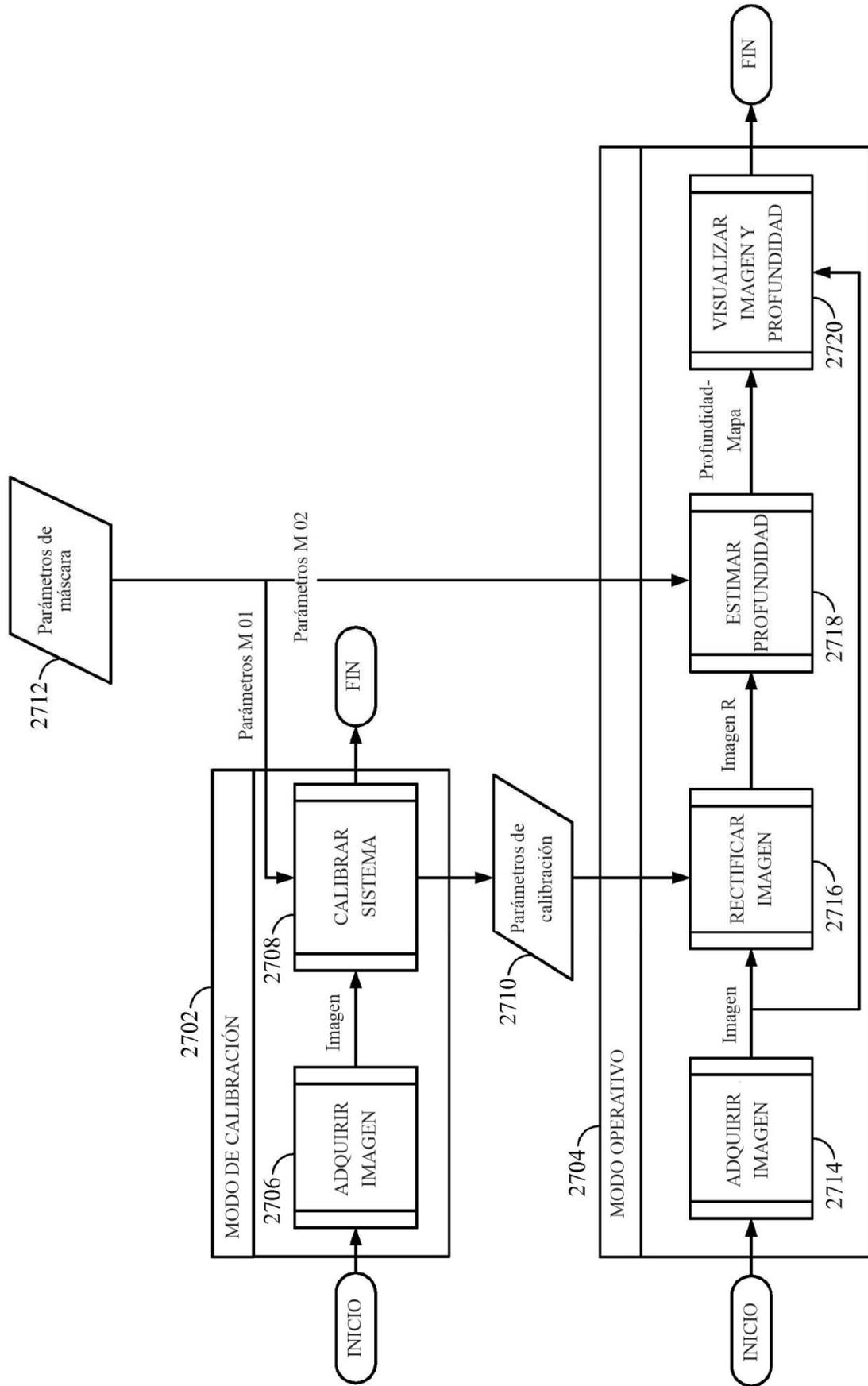


FIG. 27

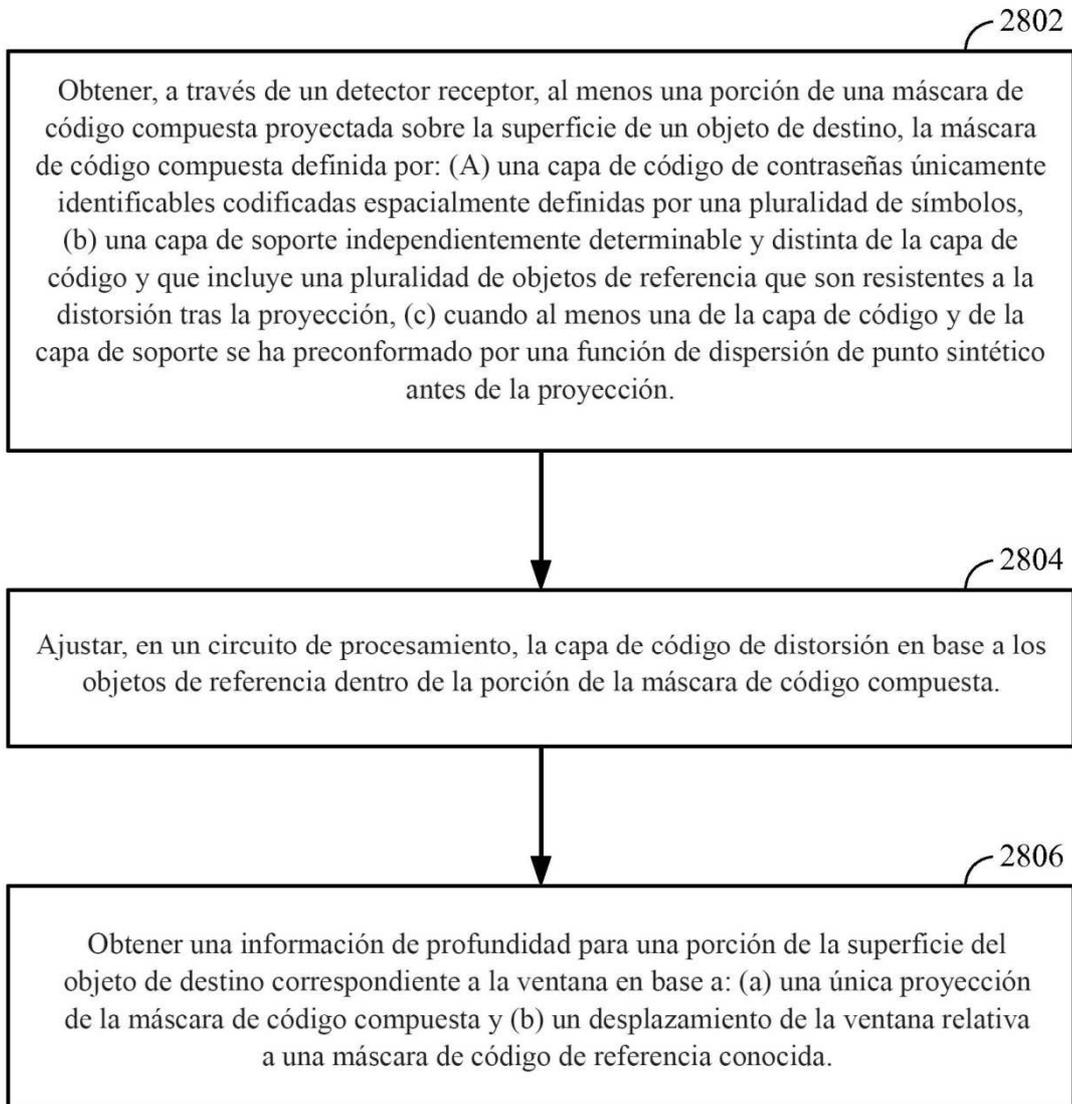


FIG. 28

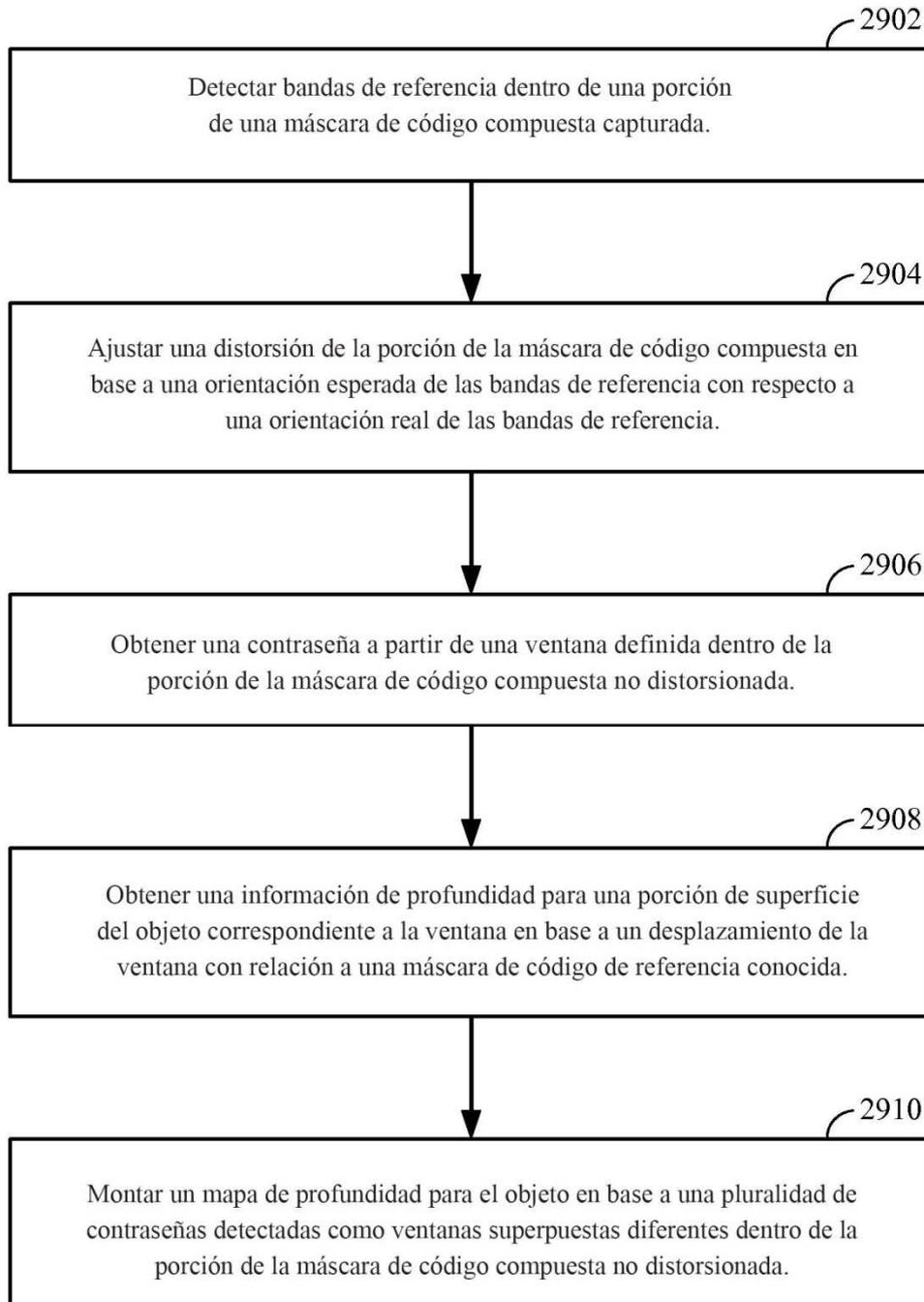


FIG. 29

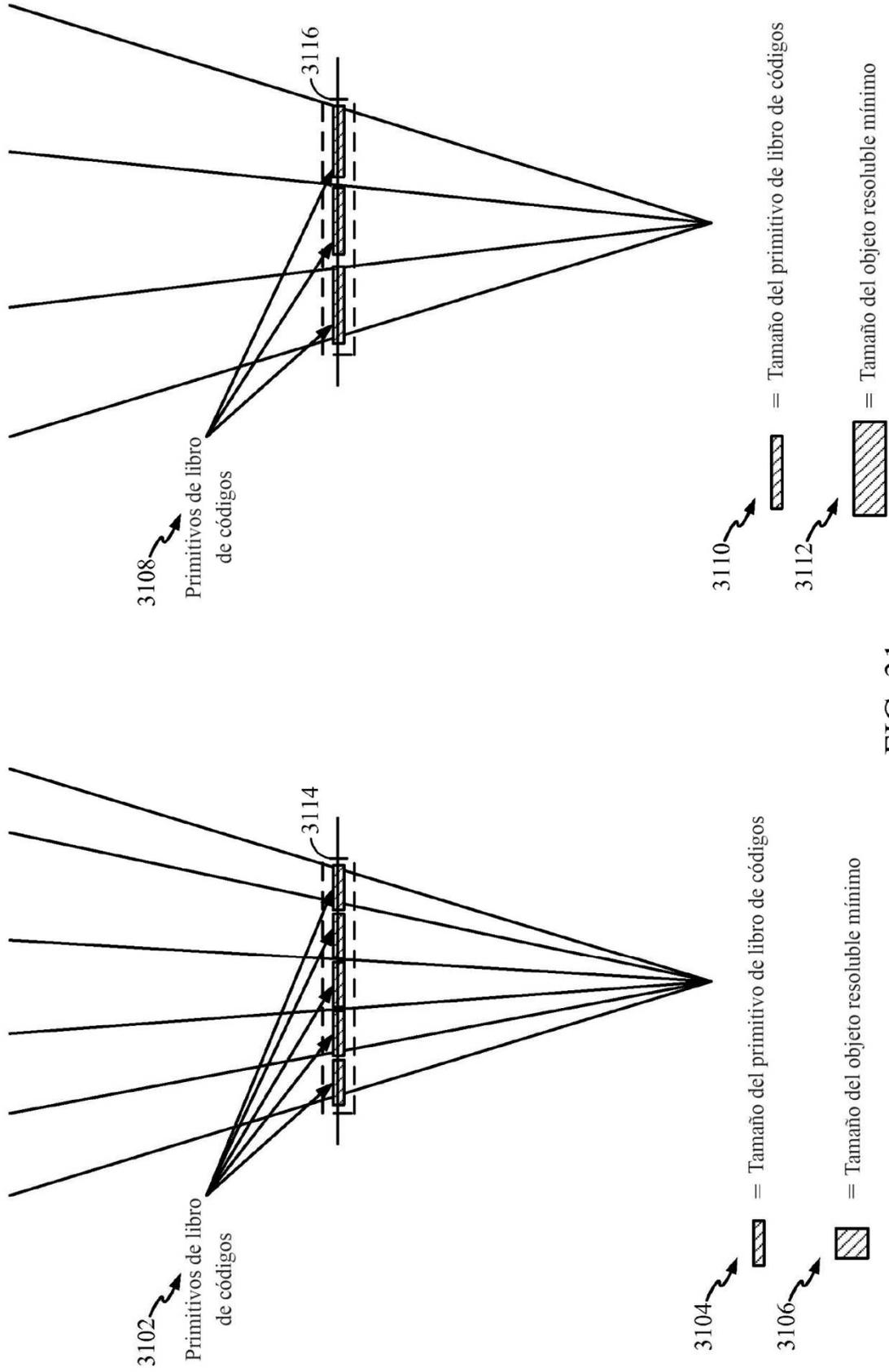


FIG. 31

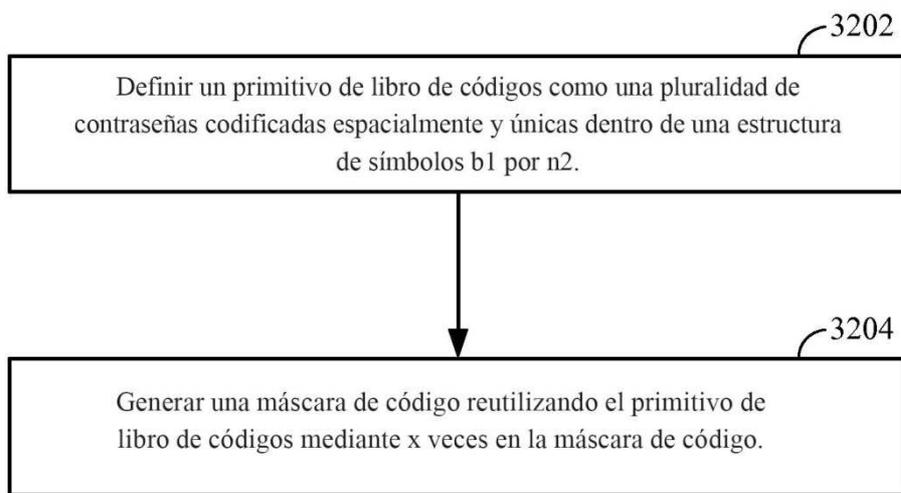


FIG. 32

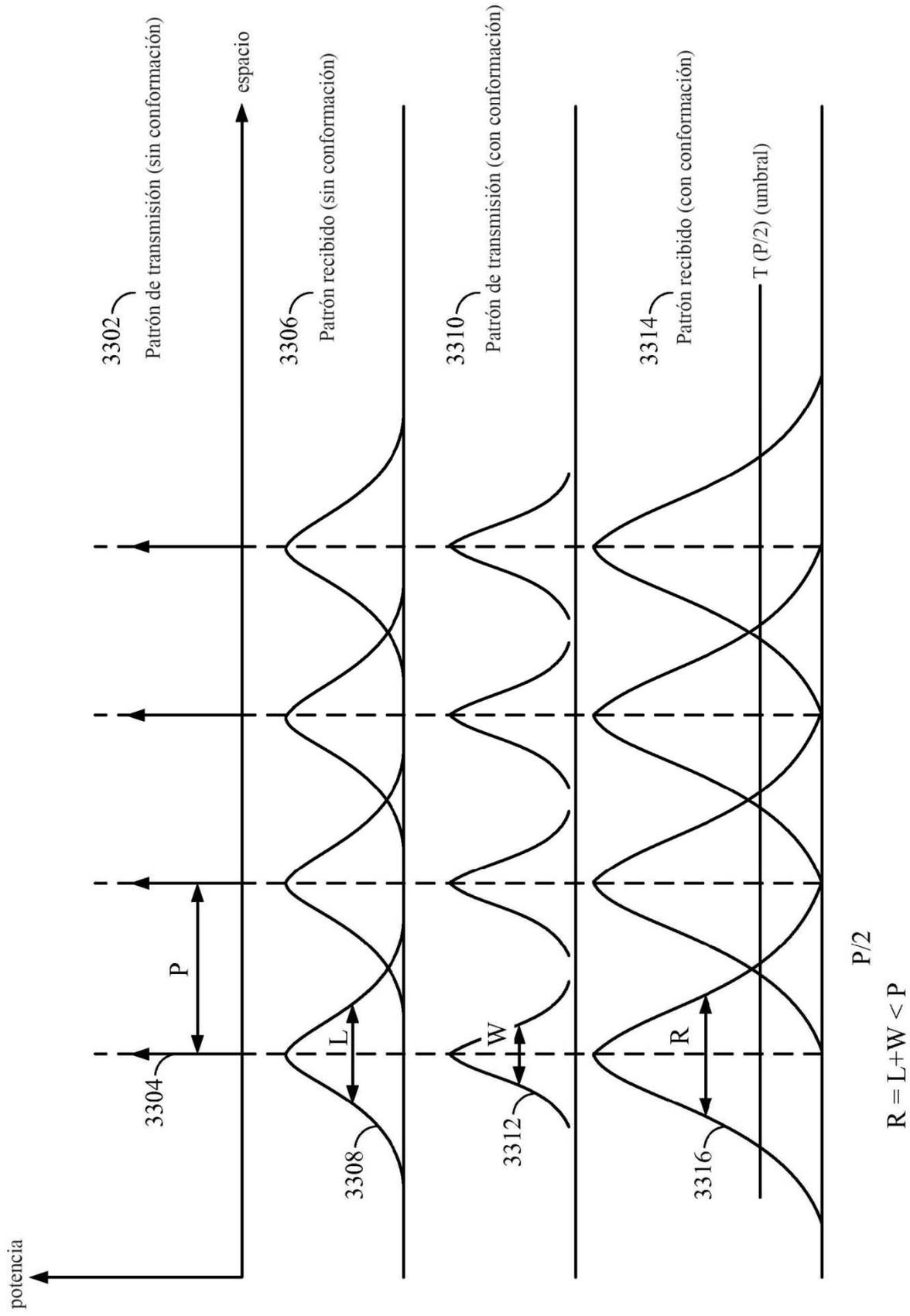


FIG. 33

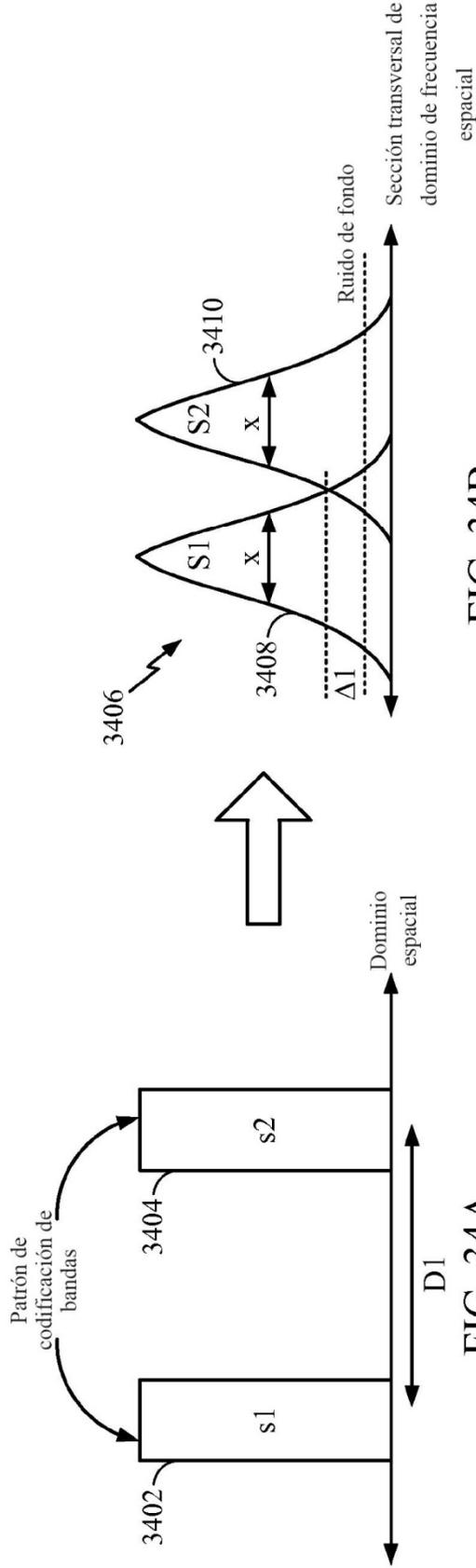


FIG. 34B

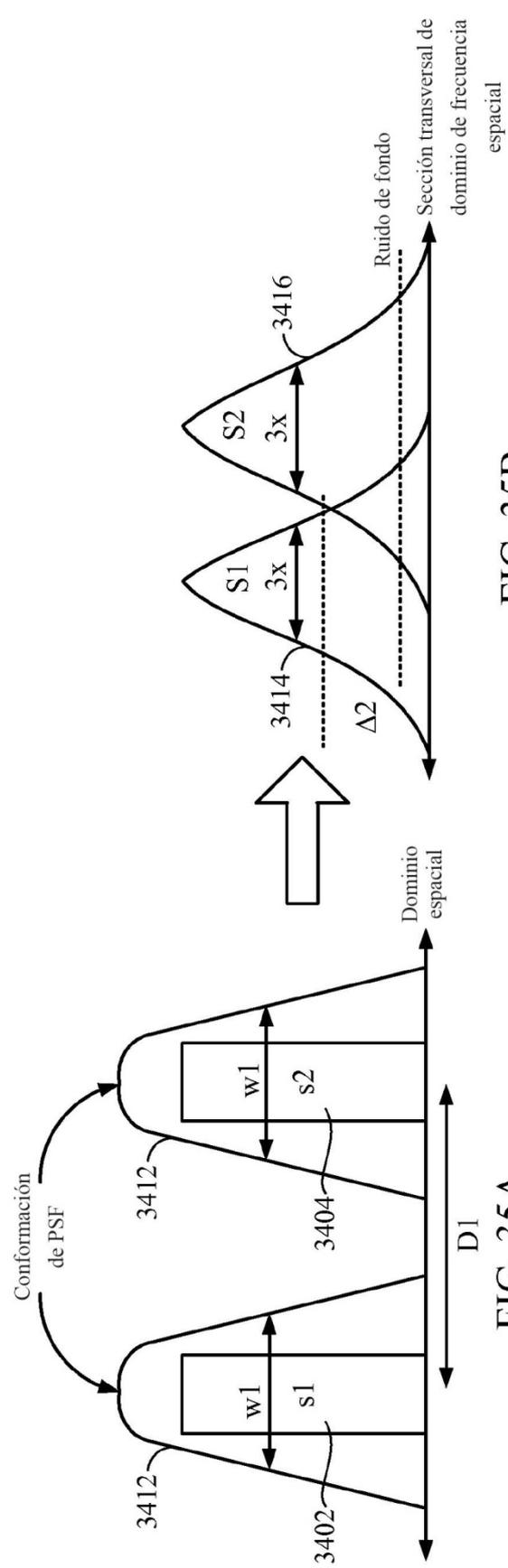


FIG. 35B

FIG. 34A

FIG. 35A

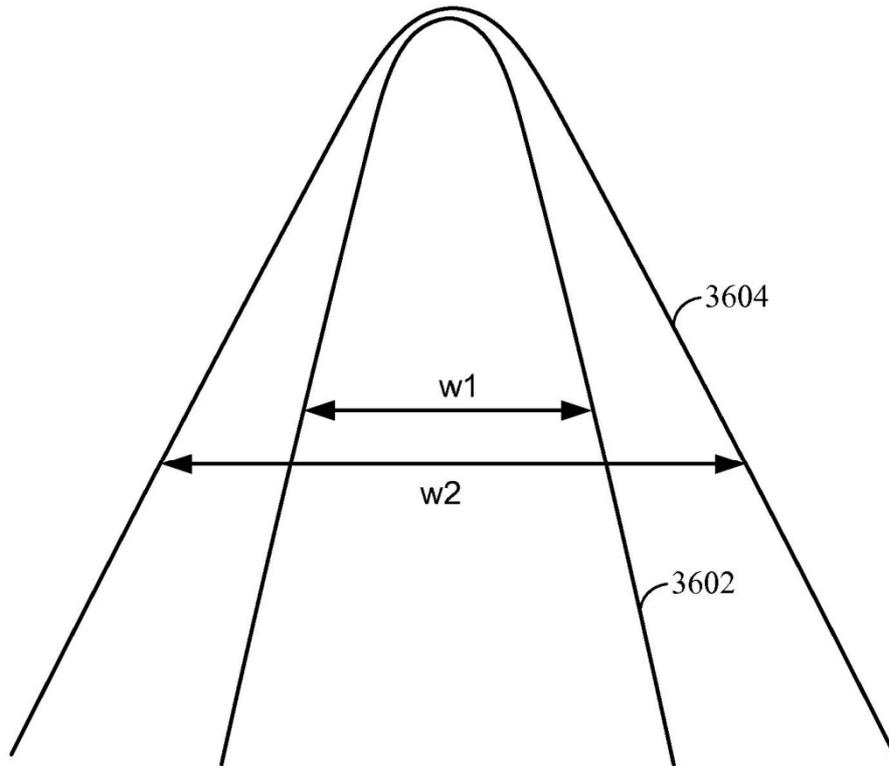


FIG. 36