

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 758 453**

51 Int. Cl.:

G02B 27/22 (2008.01)

G04G 17/04 (2006.01)

G04G 9/08 (2006.01)

G04G 9/02 (2006.01)

H04N 13/302 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.01.2013 PCT/US2013/024093**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.08.2014 WO14120194**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.01.2013 E 13873634 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019 EP 2951649**

54 Título: **Reloj de pulsera 3D multivista**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.05.2020

73 Titular/es:

**LEIA INC. (100.0%)
2440 Sand Hill Road, Suite 100
Menlo Park, CA 94025, US**

72 Inventor/es:

**TAFF, BRIAN M.;
FATTAL, DAVID A. y
BEAUSOLEIL, RAYMOND G.**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 758 453 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

Reloj de pulsera 3D multivista

5 REFERENCIA CRUZADA A APLICACIONES RELACIONADAS

[0001] Esta solicitud está relacionada con la solicitud de patente PCT nº de serie PCT/US2012/035573 (Nº de expediente 82963238), titulado "Directional Pixel for Use in a Display Screen", presentada el 27 de abril de 2012, solicitud de patente PCT nº de serie PCT/US2012/040305 (Nº de expediente 83011348), titulado "Directional Backlight", presentada el día 31 mayo 2012, solicitud de patente PCT nº de serie PCT/US2012/040607 (Nº de expediente 82963242), titulado "Directional Backlight with a Modulation Layer", presentada el 1 de junio 2012, y la solicitud de patente PCT nº de serie PCT/US2012/058026 (Expediente Nº 82963246), titulado "Directional Waveguide-Based Backlight with Integrated Hybrid Lasers for Use in a Multivista Display Screen", presentada el día 28 Septiembre de 2012, y cedida al cesionario de la presente solicitud.

15 ANTECEDENTES

[0002] Los relojes de pulsera han sido parte de la cultura y vestimenta humanas durante varias décadas, habiéndose vuelto populares en la década de 1920. Los primeros modelos fueron simplemente relojes de bolsillo sostenidos por una correa por necesidad en tiempos de guerra. Los soldados encontraron poco práctico sacar un reloj de sus bolsillos en medio de una batalla y comenzaron a confiar en relojes de pulsera con más frecuencia. A medida que los relojes de pulsera se hicieron populares, sus diseños mejoraron y evolucionaron con el tiempo. Diseños iniciales eran completamente mecánicos. Los modelos de la próxima generación emplearon mecanismos electrónicos con osciladores de cuarzo. Los relojes digitales se convirtieron en un artículo en la década de 1970, y desde entonces, han surgido varios modelos para aumentar la demanda de los consumidores, incluidos los relojes de calculadora, relojes impermeables, relojes de cámara, relojes GPS, etc. Las tendencias actuales de la moda indican que los relojes de pulsera están experimentando un regreso después de perder terreno frente a los teléfonos inteligentes y otros dispositivos.

[0003] El documento US 2004/0257496 A1 se refiere a un reloj de pulsera capaz de ver el tiempo tridimensional en un elemento de visualización de cristal líquido sin un holograma.

[0004] El documento WO 2008/152436 A1 se refiere a un dispositivo con una capa de luz de fondo integrada que utiliza un acoplamiento de difracción de color separado.

35 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0005] La presente solicitud puede ser más completamente apreciada en relación con la siguiente descripción detallada tomada en conjunción con los dibujos adjuntos, en los que caracteres de referencia se refieren a partes similares a lo largo de ella, y en los que:

FIG. 1 ilustra diagramas esquemáticos de relojes de pulsera diseñados de acuerdo con varios ejemplos;
 FIG. 2 ilustra un diagrama esquemático de un reloj de pulsera con una placa posterior direccional de acuerdo con varios ejemplos;
 FIGS. 3A-B ilustran ejemplos de vistas superiores de un plano posterior direccional de acuerdo con la FIG. 2;
 FIGS. 4A-B ilustran otras vistas superiores de ejemplo de una placa posterior direccional de acuerdo con la FIG. 2;
 FIG. 5 ilustra un ejemplo de plano posterior direccional de la FIG. 2 que tiene una forma triangular;
 FIG. 6 ilustra un ejemplo de plano posterior direccional de la FIG. 2 que tiene una forma hexagonal;
 FIG. 7 ilustra un ejemplo de plano posterior direccional de la FIG. 2 que tiene una forma circular; y
 FIG. 8 es un diagrama de flujo para generar una vista de tiempo en 3D con un reloj de pulsera 3D multivista de acuerdo con la presente aplicación.

55 DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0006] Se describe un reloj de pulsera 3D multivista. El reloj de pulsera 3D multivista es capaz de mostrar la hora en 3D, de modo que un usuario puede ver la hora como si flotara en el espacio. El reloj de pulsera emplea un plano posterior direccional único que se utiliza para proporcionar un campo de luz en forma de haces de luz direccionales. Los haces de luz direccionales están dispersos por una pluralidad de píxeles direccionales en el plano posterior direccional. Cada haz de luz direccional se origina a partir de un píxel direccional diferente y tiene una dirección dada y una dispersión angular basada en las características del píxel direccional. Esta direccionalidad puntiaguda permite modular los haces direccionales (es decir, encenderlos, apagarlos o cambiar su brillo) utilizando una pluralidad de moduladores y generar diferentes vistas de tiempo en 3D.

[0007] Un primer aspecto de la presente invención se refiere a un reloj de pulsera de múltiples vistas 3D como se define en la reivindicación 1.

[0008] Un segundo aspecto de la presente invención se refiere a un método para generar una vista temporal 3D en un reloj de pulsera 3D multivista como se define en la reivindicación 12.

5 **[0009]** Las realizaciones preferidas de la presente invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

10 **[0010]** En la presente invención, los píxeles direccionales están dispuestos en un plano posterior direccional que está iluminado por una pluralidad de haces de luz planos de entrada. Los píxeles direccionales reciben los haces de luz planos de entrada y dispersan una fracción de ellos en haces de luz direccionales. Se coloca una capa de obturador encima de los píxeles direccionales para modular los haces de luz direccionales, según se desee. La capa de obturador puede incluir una pluralidad de moduladores con direccionamiento de matriz activa (p. ej., células de pantalla de cristal líquido ("LCD"), MEMS, fluidos, magnéticos, electroforéticos, etc.), con cada modulador modulando un único haz de luz direccional desde un solo píxel direccional o un conjunto de haces de luz direccionales desde un conjunto de píxeles direccionales. La capa del obturador permite generar vistas de tiempo en 3D, con cada vista proporcionada por un conjunto de haces de luz direccionales. Las vistas de tiempo 3D pueden estar en un solo color o en múltiples colores, según se desee.

20 **[0011]** En un aspecto de la presente invención, los píxeles direccionales en el plano posterior direccional han modelado ranuras sustancialmente paralelas dispuestas en o encima de la placa posterior direccional. El plano posterior direccional puede ser, p. ej., una losa de material transparente que guía los haces de luz planos de entrada hacia los píxeles direccionales, como, p. ej., nitruro de silicio ("SiN"), vidrio o cuarzo, plástico, óxido de estaño indio ("ITO"), entre otros. Las rejillas estampadas pueden consistir en ranuras grabadas directamente o hechas de material depositado en la parte superior del plano posterior direccional (p. ej., cualquier material que pueda depositarse y grabarse o despegarse, incluidos los dieléctricos o el metal). Las ranuras también pueden estar inclinadas.

25 **[0012]** Como se describe en más detalle a continuación, cada píxel direccional puede ser especificado por una longitud de rejilla (es decir, la dimensión a lo largo del eje de propagación de los haces de luz planos de entrada), una anchura de rejilla (es decir, la dimensión a través del eje de propagación de los haces de luz planos de entrada), una orientación de ranura, un paso y un ciclo de trabajo. Cada píxel direccional puede emitir un haz de luz direccional con una dirección que está determinada por la orientación de la ranura y el paso de rejilla y con una extensión angular que está determinada por la longitud y el ancho de la rejilla. Al usar un ciclo de trabajo de o alrededor del 50%, el segundo coeficiente de Fourier de las rejillas estampadas desaparece, evitando así la dispersión de la luz en direcciones adicionales no deseadas. Esto asegura que solo un rayo de luz direccional emerge de cada píxel direccional, independientemente de su ángulo de salida.

35 **[0013]** Como se describe adicionalmente en más detalle a continuación, un plano posterior direccional puede ser diseñado con píxeles direccionales que tienen una cierta longitud de rejilla, un ancho de rejilla, una orientación de ranura, un terreno de juego y un ciclo de trabajo que se seleccionan para producir una vista de tiempo 3D determinada. La vista de tiempo en 3D se genera a partir de los haces de luz direccionales emitidos por los píxeles direccionales y modulados por la capa del obturador, con haces de luz direccionales modulados a partir de un conjunto de píxeles direccionales que generan una vista de tiempo dada.

40 **[0014]** Se aprecia que, en la siguiente descripción, numerosos detalles específicos se exponen para proporcionar un minucioso entendimiento de las formas de realización. Sin embargo, se aprecia que las realizaciones se pueden practicar sin limitación a estos detalles específicos. En otros casos, los métodos y estructuras bien conocidas pueden no describirse en detalle para evitar oscurecer innecesariamente la descripción de las realizaciones. Además, las realizaciones pueden usarse en combinación entre sí.

50 **[0015]** Con referencia ahora a la FIG. 1, se describen diagramas esquemáticos de relojes de pulsera diseñados de acuerdo con varios ejemplos. El reloj de pulsera 100 es un reloj 3D de múltiples vistas que muestra la hora en una pantalla circular con números colocados alrededor de la pantalla. El reloj de pulsera 105 es un reloj 3D de múltiples vistas que muestra la hora en una pantalla rectangular con dígitos numéricos que indican la hora. Ambos relojes de pulsera 100-105 muestran el tiempo en vistas de tiempo en 3D, de modo que un usuario puede ver el tiempo como si flotara en el espacio. Dependiendo de la posición de los ojos del usuario, el usuario puede percibir una vista de tiempo diferente; que es, el usuario visualiza el tiempo de una manera natural y real al igual que el cerebro percibe la información visual en 3D en el mundo real.

60 **[0016]** Se aprecia que los puntos de vista de tiempo mostrados en relojes de pulsera 100 y 105 pueden ser de uno solo o múltiples colores como desee. También se aprecia que las vistas de tiempo en 3D pueden tener diferentes formas, tener diferentes efectos e incluir otras imágenes además del tiempo. Por ejemplo, las vistas de tiempo en 3D pueden estar sombreadas, delineadas, estampadas, etc. Las pantallas del reloj de pulsera pueden ser rectangulares, circulares, poligonales o de cualquier otra forma que pueda estar diseñada para un reloj de pulsera. Las vistas de hora también pueden incluir un logotipo para el reloj de pulsera, imágenes de fondo y otras imágenes para complementar la hora que se muestra. Como se describe a continuación, las vistas de tiempo en 3D se generan con un plano posterior direccional único capaz de generar haces de luz direccionales que son modulados por una capa de obturación de acuerdo con el tiempo que se mostrará en la vista de tiempo en 3D (p. ej., 8:13, 22:34 pm, etc.).

[0017] Con referencia ahora a la FIG. 2, se describe un diagrama esquemático de un reloj de pulsera con una placa posterior direccional de acuerdo con varios ejemplos. El reloj de pulsera 200 incluye una placa posterior direccional 205 que recibe un conjunto de haces de luz planos de entrada 210 desde una pluralidad de fuentes de luz. La pluralidad de fuentes de luz puede incluir, p. ej., una o más fuentes de luz de ancho de banda estrecho con un ancho de banda espectral de aproximadamente 30 nm o menos, tales como diodos emisores de luz ("LED"), láseres (p. ej., láseres híbridos) o cualquier otra fuente de luz utilizada para proporcionar iluminación en un reloj de pulsera. Los haces de luz planos de entrada 210 se propagan en sustancialmente el mismo plano que el plano posterior direccional 205, que está diseñado para ser sustancialmente plano.

[0018] El plano posterior direccional 205 puede consistir en una losa de un material transparente (p. ej., SiN, vidrio o cuarzo, plástico, de ITO, etc.) que tiene una pluralidad de píxeles direccionales 215a-d dispuestos en o sobre la parte superior de la placa posterior direccional 205. Los píxeles direccionales 215a-d dispersan una fracción de los haces de luz planos de entrada 210 en haces de luz direccionales 220a-d. En varios ejemplos, cada píxel direccional 215a-d tiene rejillas estampadas de surcos sustancialmente paralelos, p. ej., surcos 225a para el píxel direccional 215a. El grosor de las ranuras de rejilla puede ser sustancialmente el mismo para todas las ranuras dando como resultado un diseño sustancialmente plano. Las ranuras se pueden grabar en el plano posterior direccional o estar hechas de material depositado en la parte superior del plano posterior direccional 205 (p. ej., cualquier material que se pueda depositar y grabar o despegar, incluidos los dieléctricos o el metal).

[0019] Cada rayo de luz direccional 220a-d tiene una dirección dada y una diseminación angular que se determina por el modelado de rejilla que forma el correspondiente píxel direccional 215a-d. En particular, la dirección de cada haz de luz direccional 220a-d está determinada por la orientación y el paso de rejilla de las rejillas estampadas. La dispersión angular de cada haz de luz direccional está a su vez determinada por la longitud y el ancho de la rejilla estampada. Por ejemplo, la dirección del haz de luz direccional 215a está determinada por la orientación y el paso de rejilla de las rejillas modeladas 225a.

[0020] Se aprecia que este diseño sustancialmente plano y la formación de haces de luz direccionales 220a-d de haces de luz planares de entrada 210 requiere rejillas que tiene un paso sustancialmente menor que las redes de difracción tradicionales. Por ejemplo, las rejillas de difracción tradicionales dispersan la luz tras la iluminación con haces de luz que se propagan sustancialmente a través del plano de la rejilla. Aquí, las rejillas en cada píxel direccional 215a-d están sustancialmente en el mismo plano que los haces de luz planos de entrada 210 cuando generan los haces de luz direccionales 220a-d.

[0021] Los haces de luz direccionales 220a-d están controlados con precisión por las características de las rejillas en píxeles direccionales 215a-d que incluyen una longitud de rejilla L , una anchura rejilla W , una orientación ranura θ , y un campo de rejilla A . En particular, la rejilla la longitud L de la rejilla 225a controla la dispersión angular $\Delta\theta$ del haz de luz direccional 220a a lo largo del eje de propagación de luz de entrada y el ancho de rejilla W controla la dispersión angular $\Delta\theta$ del haz de luz direccional 220a a través del eje de propagación de luz de entrada, de la siguiente manera:

$$\Delta\theta \approx \frac{4\lambda}{\pi L} \left(\frac{4\lambda}{\pi W} \right) \quad (\text{Eq. 1})$$

donde λ es la longitud de onda del haz de luz direccional 220a. La orientación de la ranura, especificada por el ángulo de orientación de rejilla θ , y el paso o período de rejilla, especificado por A , controlan la dirección del haz de luz direccional 220a.

[0022] La longitud de rejilla L y la anchura de rejilla W pueden variar de tamaño en el intervalo de 0,1 a 200 μm . El ángulo de orientación de la ranura θ y el paso de rejilla A pueden ajustarse para satisfacer una dirección deseada del haz de luz direccional 220a, con, p. ej., el ángulo de orientación de la ranura θ del orden de -40 a $+40$ grados y el paso de rejilla A en el orden de 200-700 nm.

[0023] En diversos ejemplos, una capa de obturación 230 (p. ej., células de LCD) está posicionada por encima de la píxeles direccionales 215a-d para modular los haces de luz direccionales 220a-d dispersados por los píxeles direccionales 215a-d. La modulación de los haces de luz direccionales 220a-d implica controlar su brillo con la capa de obturador 230 (p. ej., encenderlos, apagarlos o cambiar su brillo). Por ejemplo, los moduladores en la capa de obturador 230 pueden usarse para encender los haces luminosos direccionales 220a y 220d y apagar los haces luminosos direccionales 220b y 220c.

[0024] La capacidad de proporcionar modulación para los haces de luz direccionales 220a-d permite a muchas diferentes vistas de tiempo 3D para ser generados, tal como la vista de tiempo 240. Los moduladores son controlados por circuitos de reloj 245, que determina el tiempo que se mostrará en la pulsera de reloj 200 y por lo tanto determina qué haces de luz direccionales 220a-d se encenderán o apagarán para producir la vista de tiempo 240 correspondiente a la hora que se mostrará en el reloj 200 (p. ej., 03:07).

[0025] La capa de obturador 230 puede ser colocada en la parte superior de una capa de separador 235, que puede estar hecha de un material o simplemente consisten de una separación (es decir, aire) entre los píxeles direccionales 215a-d y los moduladores de la capa de obturación 230. La capa espaciadora 235 puede tener un ancho, p. ej., del orden de 0-100 μM .

[0026] Se aprecia que el plano posterior direccional 205 se muestra con cuatro píxeles direccionales 215a-d solo para fines de ilustración. Un plano posterior direccional de acuerdo con varios ejemplos puede diseñarse con muchos píxeles direccionales (p. ej., superiores a 100), dependiendo de cómo se use el plano posterior direccional (p. ej., en una pantalla de visualización 3D, en un reloj 3D, en un dispositivo móvil, etc.). También se aprecia que los píxeles direccionales pueden tener cualquier forma, incluyendo, p. ej., un círculo, una elipse, un polígono u otra forma geométrica.

[0027] La atención se dirige ahora a las FIGS. 3A-B, que ilustran vistas superiores de un plano posterior direccional de acuerdo con la FIG. 2. En la FIG. 3A, el reloj de pulsera 300 se muestra con un plano posterior direccional 305 que consiste en una pluralidad de píxeles direccionales poligonales (p. ej., píxel direccional 310) dispuestos en una losa transparente. Cada píxel direccional puede dispersar una porción de los haces de luz planos de entrada 315 en un haz de luz direccional de salida (p. ej., el haz de luz direccional 320). Cada haz de luz direccional es modulado por un modulador, p. ej., la celda 325 de LCD para el haz de luz direccional 320. Los haces de luz direccionales dispersados por todos los píxeles direccionales en el plano posterior direccional 305 y modulados por los moduladores (p. ej., la celda 325 de LCD) pueden representar múltiples vistas de imagen que cuando se combinan forman una vista de tiempo 3D 360.

[0028] De manera similar, en la FIG. 3B, el reloj de pulsera 330 se muestra con un plano posterior direccional 335 que consiste en una pluralidad de píxeles direccionales circulares (p. ej., píxel direccional 340) dispuestos en una losa transparente. Cada píxel direccional puede dispersar una porción de los haces de luz planos de entrada 345 en un haz de luz direccional de salida (p. ej., haz de luz direccional 350). Cada haz de luz direccional está modulado por un modulador, p. ej., la celda LCD 355 para el haz de luz direccional 350. Los haces de luz direccionales dispersados por todos los píxeles direccionales en el plano posterior direccional 335 y modulados por los moduladores (p. ej., la celda de LCD 355) puede representar múltiples vistas de imágenes que cuando se combinan forman una vista de tiempo 3D 365.

[0029] En diversos ejemplos, un solo modulador puede usarse para modular un conjunto de haces de luz direccionales de un conjunto de píxeles direccionales. Es decir, un modulador dado puede colocarse sobre un conjunto de píxeles direccionales en lugar de tener un único modulador por píxel direccional como se muestra en las FIGS. 3A-B.

[0030] Con referencia ahora a las FIGS. 4A-B, vistas superiores de un plano posterior direccional según la FIG. 2 se describen. En la FIG. 4A, el reloj de pulsera 400 se muestra con un plano posterior direccional 405 que consiste en una pluralidad de píxeles direccionales poligonales (p. ej., el píxel direccional 410a) dispuestos en una losa transparente. Cada píxel direccional puede dispersar una porción de los haces de luz planos de entrada 415 en un haz de luz direccional de salida (p. ej., el haz de luz direccional 420a). Un conjunto de haces de luz direccionales (p. ej., haces de luz direccionales 420a-d dispersados por píxeles direccionales 410a-d) es modulado por un modulador (p. ej., la celda LCD 425a para modular los haces de luz direccionales 420a-d). Por ejemplo, la celda LCD 425a se usa para encender los píxeles direccionales 410a-d mientras que la celda LCD 425d se usa para apagar los píxeles direccionales 430a-d. Los haces de luz direccionales dispersos por todos los píxeles direccionales en el plano posterior direccional 405 y modulados por las celdas LCD 425a-d pueden representar múltiples vistas que cuando se combinan forman una vista de tiempo 3D 475.

[0031] De manera similar, en la FIG. 4B, el reloj de pulsera 440 se muestra con un plano posterior direccional 445 que consiste en una pluralidad de píxeles direccionales circulares (p. ej., píxel direccional 450a) dispuestos en una losa transparente. Cada píxel direccional puede dispersar una porción de los haces de luz planos de entrada 455 en un haz de luz direccional de salida (p. ej., haz de luz direccional 460a). Un conjunto de haces de luz direccionales (p. ej., haces de luz direccionales dispersados por píxeles direccionales 450a-d) es modulado por un modulador (p. ej., la celda LCD 470a para modular los haces de luz direccionales 460a-d). Por ejemplo, la celda LCD 470a se usa para encender los píxeles direccionales 450a-d, mientras que la celda LCD 470d se usa para apagar los píxeles direccionales 465a-d. Los haces de luz direccionales dispersos por todos los píxeles direccionales en el plano posterior direccional 445 y modulados por moduladores tales como las células LCD 470a-d pueden representar múltiples vistas que cuando se combinan forman una vista de tiempo 3D 480.

[0032] Se aprecia que un plano posterior direccional puede diseñarse para tener diferentes formas, tales como, p. ej., una forma triangular (como se muestra en la FIG. 5), una forma hexagonal (como se muestra en la FIG. 6) o una forma circular (como se muestra en la FIG. 7). En la FIG. 5, el plano posterior direccional 505 recibe haces de luz planos de entrada desde tres direcciones espaciales diferentes, p. ej., haces de luz planos de entrada 510-520. Esta configuración puede usarse cuando los haces de luz planos de entrada representan luz de diferentes colores, p. ej., con los haces de luz planos de entrada 510 que representan un color rojo, los haces de luz planos de entrada 515 que representan un color verde y los haces de luz planos de entrada 520 que representan un color azul. Cada uno de los

haces de luz planos de entrada 510-520 está dispuesto en un lado del plano posterior direccional triangular 505 para enfocar su luz en un conjunto de píxeles direccionales. Por ejemplo, los haces de luz planos de entrada 510 se dispersan en haces de luz direccionales mediante un conjunto de píxeles direccionales 525-535. Este subconjunto de píxeles direccionales 525-535 también puede recibir luz de los haces de luz planos de entrada 515-520. Sin embargo, por diseño esta luz no se dispersa en la zona de visualización prevista del reloj 500.

[0033] Por ejemplo, supongamos que haces de luz planos de entrada 510 están dispersos por un subconjunto Ga de píxeles direccionales 525-535 en una zona de visualización diana. La zona de visualización prevista puede especificarse mediante un ángulo de rayo máximo θ_{\max} medido desde un plano posterior normal a direccional 504. Los haces de luz planos de entrada 510 también pueden estar dispersos por un subconjunto de píxeles direccionales Gb 540-550, sin embargo, esos rayos no deseados están fuera la zona de visualización prevista siempre que:

$$\sin \theta_{\max} \leq \frac{\lambda_A + \lambda_B}{\lambda_A \lambda_B} \sqrt{\left(\frac{n_{\text{eff}}^A}{\lambda_A}\right)^2 + \left(\frac{n_{\text{eff}}^B}{\lambda_B}\right)^2 - \left(\frac{n_{\text{eff}}^A}{\lambda_A}\right)\left(\frac{n_{\text{eff}}^B}{\lambda_B}\right)} \quad (\text{Eq. 2})$$

donde λ_A es la longitud de onda de los haces de luz planos de entrada 510, n_{eff}^A es el índice efectivo de propagación horizontal de los haces de luz planos de entrada 510 en el plano posterior direccional 505, λ_B es la longitud de onda de los haces de luz planos de entrada 520 (se dispersará por los píxeles direccionales 540-550), y n_{eff}^B es el índice efectivo de propagación horizontal de los haces de luz planos de entrada 520 en el plano posterior direccional 505. En caso de que los índices efectivos y las longitudes de onda sean sustancialmente iguales, la Ecuación 2 se reduce a:

$$\sin \theta_{\max} \leq \frac{n_{\text{eff}}}{2} \quad (\text{Eq. 3})$$

Para un plano posterior direccional de índice de refracción n superior a 2 con haces de luz planos de entrada que se propagan cerca del ángulo de pastoreo, se ve que la zona de visualización prevista de la pantalla puede extenderse a todo el espacio ($n_{\text{eff}} \geq 2$ y $\sin \theta_{\max} \sim 1$). Para un plano posterior direccional de menor índice, como el vidrio (p. ej., $n = 1,46$), la zona de visualización prevista está limitada a aproximadamente $\theta_{\max} < \arcsin(n/2)$ ($\pm 45^\circ$ para vidrio).

[0034] Se aprecia que cada rayo de luz direccional puede ser modulada por un modulador, tal como, p. ej., LCD celular 555. Dado que el control direccional y angular precisa de haces de luz direccionales se puede conseguir con cada direccional píxel en el plano posterior direccional 505 y los haces de luz direccionales pueden ser modulados por moduladores tales como celdas LCD, el plano posterior direccional 405 puede diseñarse para generar muchas vistas diferentes de imágenes en 3D.

[0035] Se apreciará además que el plano posterior direccional 505 se muestra en la FIG. 5 puede conformarse en un diseño más compacto al darse cuenta de que las extremidades de la losa triangular se pueden cortar para formar una forma hexagonal, como se muestra en la FIG. 6. El plano posterior direccional 605 recibe haces de luz planos de entrada desde tres direcciones espaciales diferentes, p. ej., haces de luz planos de entrada 610-620. Cada uno de los haces de luz planos de entrada 610-620 está dispuesto en lados alternos del plano posterior direccional hexagonal 605 para enfocar su luz en un subconjunto de píxeles direccionales (p. ej., píxeles direccionales 625-635). En varios ejemplos, el plano posterior direccional hexagonal 605 tiene una longitud lateral que puede variar del orden de 10-30 mm, con un tamaño de píxel direccional del orden de 10-30 μm .

[0036] Se aprecia que el reloj de pulsera 600 se muestra con múltiples configuraciones de moduladores. Por ejemplo, se puede usar un modulador único para modular los haces de luz direccionales a partir de un conjunto de píxeles direccionales, p. ej., la celda LCD 640 para los píxeles direccionales 625-635, o se puede usar un modulador único para modular un solo píxel direccional, p. ej., la celda LCD 655 para el píxel direccional 660. Un experto en la materia aprecia que cualquier configuración de moduladores para usar con píxeles direccionales puede usarse para modular haces de luz direccionales dispersados por los píxeles direccionales. Se utiliza un circuito de reloj (no mostrado) para controlar los moduladores en una capa de obturador. Un experto en la materia también aprecia que cualquier configuración de capa de obturador puede usarse para modular haces de luz direccionales.

[0037] También se apreciará que el plano posterior direccional para su uso con haces de luz planos de entrada de color puede tener cualquier forma geométrica, además de una forma triangular (Fig. 5) o hexagonal (Fig. 6), siempre que la luz de tres colores primarios se trae de tres direcciones diferentes. Por ejemplo, el plano posterior direccional puede ser un polígono, un círculo, una elipse u otra forma capaz de recibir luz desde tres direcciones diferentes. Con referencia ahora a la FIG. 7, se describe un plano posterior direccional que tiene una forma circular. El plano posterior direccional 705 en el reloj de pulsera 700 recibe haces de luz planos de entrada 710-720 desde tres direcciones diferentes. Cada píxel direccional tiene una forma circular, p. ej., el píxel direccional 720, y dispersa un rayo de luz direccional que es modulado por un modulador, p. ej., la celda LCD 725. Cada celda LCD tiene una forma rectangular y el plano posterior circular direccional 705 está diseñado para acomodar las celdas LCD rectangulares para los píxeles direccionales circulares (o para píxeles direccionales poligonales si se desea).

5 [0038] Un diagrama de flujo para generar una vista de tiempo 3D con un reloj de pulsera 3D multivista de acuerdo con la presente aplicación se ilustra en la FIG. 8. El reloj de pulsera 3D multivista genera vistas de tiempo en 3D con un plano posterior direccional y un controlador de capa de obturador mediante circuitos de reloj como se describe anteriormente. Primero, la circuitería del reloj determina la hora a mostrar (800). La luz de una pluralidad de fuentes de luz de ancho de banda estrecho se introduce en el plano posterior direccional en forma de haces de luz planos de entrada (805). La circuitería del reloj controla entonces una capa de obturador para modular un conjunto de píxeles direccionales en un plano posterior direccional de acuerdo con el tiempo que se mostrará (810). Por último, se genera una vista de tiempo en 3D a partir de los haces de luz direccionales modulados que están dispersos por los píxeles direccionales en el plano posterior direccional (815).

15 [0039] Ventajosamente, el reloj de pulsera de múltiples vistas 3D permite una vista de tiempo 3D para ser generada de manera que un usuario ve el tiempo como si flotara en el espacio. Los haces de luz direccionales generados por los píxeles direccionales se pueden modular para producir cualquier efecto deseado en las vistas de tiempo generadas.

20 [0040] Se aprecia que se proporciona la descripción anterior de las realizaciones descritas para permitir que cualquier persona experta en la técnica hacer o usar la presente descripción. Varias modificaciones a estas realizaciones serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en este documento pueden aplicarse a otras realizaciones sin apartarse del espíritu o alcance de la divulgación.

[0041] El alcance de la invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un reloj de pulsera 3D multivista (100; 105; 200; 330; 400; 440) que comprende:

5 circuitos de reloj (245) para determinar una hora;
 una pluralidad de fuentes de luz para generar una pluralidad de haces de luz planos de entrada (210);
 un plano posterior direccional (205) que tiene una pluralidad de píxeles direccionales (215a-215d) para
 dispersar la pluralidad de haces luminosos planos de entrada en una pluralidad de haces luminosos
 10 direccionales (220a-220d), en donde cada píxel direccional en la pluralidad de píxeles direccionales
 comprende rejillas estampadas con una pluralidad de surcos paralelos (225a), cada haz de luz direccional
 tiene una dirección y dispersión angular controlada por las características de un píxel direccional en la
 pluralidad de píxeles direccionales, en donde las características de un píxel direccional comprenden una
 longitud de rejilla, un ancho de rejilla, una orientación de rejilla, un paso de rejilla y un ciclo de trabajo y en
 15 donde los haces de luz direccionales representan múltiples vistas de imagen; y
 una capa de obturador (230) para recibir el tiempo de los circuitos del reloj y modular la pluralidad de haces
 de luz direccionales para generar una vista de tiempo en 3D (240).

2. El reloj de pulsera 3D multivista de la reivindicación 1, que comprende además una capa espaciadora (235) colocada
 20 sobre el plano direccional (205).

3. El reloj de pulsera 3D multivista de la reivindicación 2, en donde la capa de obturador (230) se coloca por encima
 de la capa espaciadora (235).

4. El reloj de pulsera 3D multivista de la reivindicación 1, en donde el plano posterior direccional (205) es plano.

5. El reloj de pulsera 3D multivista de la reivindicación 1, en donde el tono y la orientación de un píxel direccional
 25 controlan la dirección de un haz de luz direccional dispersado por el píxel direccional.

6. El reloj de pulsera 3D multivista de la reivindicación 1, en donde la longitud y el ancho de un píxel direccional
 30 controlan la extensión angular de un haz de luz direccional dispersado por un píxel direccional.

7. El reloj de pulsera 3D multivista de la reivindicación 1, en donde la capa de obturador (230) comprende una
 pluralidad de moduladores.

8. El reloj de pulsera 3D multivista de la reivindicación 1, en donde el plano posterior direccional (205) comprende una
 35 losa poligonal de material transparente.

9. El reloj de pulsera 3D multivista de la reivindicación 1, en donde el plano posterior direccional (205) comprende una
 40 losa circular de material transparente.

10. El reloj de pulsera 3D multivista de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de píxeles direccionales (215a-215d)
 comprende una pluralidad de píxeles direccionales poligonales.

11. El reloj de pulsera 3D multivista de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de píxeles direccionales (215a-215d)
 45 comprende una pluralidad de píxeles direccionales circulares.

12. Un método para generar una vista de tiempo en 3D (40) en un reloj de pulsera multivista en 3D (100; 105; 200;
 330; 400; 440), comprendiendo el método:

50 determinar el tiempo que debe mostrar el reloj de pulsera;
 iluminar un plano posterior direccional (205) usando una pluralidad de haces de luz planos de entrada (210)
 desde una pluralidad de fuentes de luz en el reloj de pulsera; recibir los haces de luz planos de entrada (210)
 en una pluralidad de píxeles direccionales (215a-215d) dispuestos en el plano posterior direccional (205) y
 dispersar una fracción de los haces de luz de entrada (210) para generar una pluralidad de haces de luz
 55 direccionales (220a-220d) en donde los haces de luz direccionales representan múltiples vistas de imagen;
 modulando la pluralidad de haces de luz direccionales usando una capa de obturador (230) controlada de
 acuerdo con el tiempo determinado para proporcionar una vista de tiempo 3D (40) del tiempo determinado
 usando los haces de luz direccionales modulados.

13. El método de la reivindicación 12, en donde cada haz de luz direccional (220a-220d) tiene una dirección y una
 60 dispersión angular controlada por las características de una rejilla estampada de un píxel direccional en una pluralidad
 de píxeles direccionales en el plano posterior direccional.

65

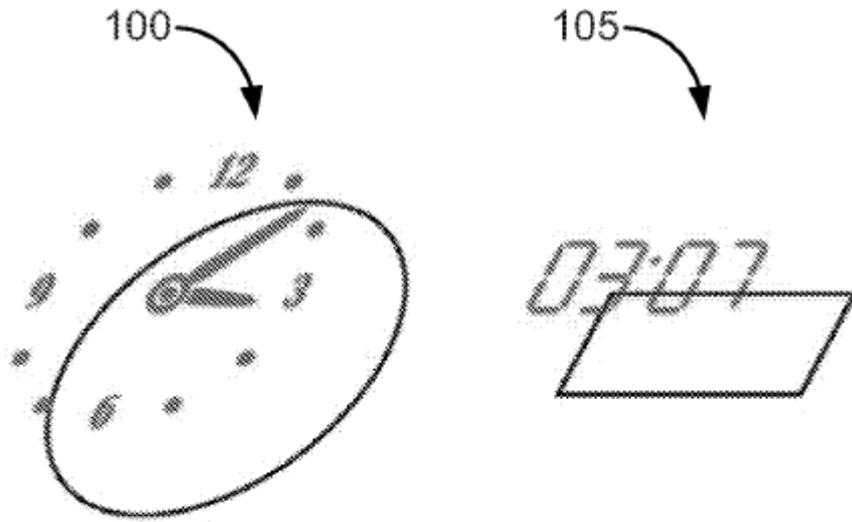


FIG. 1

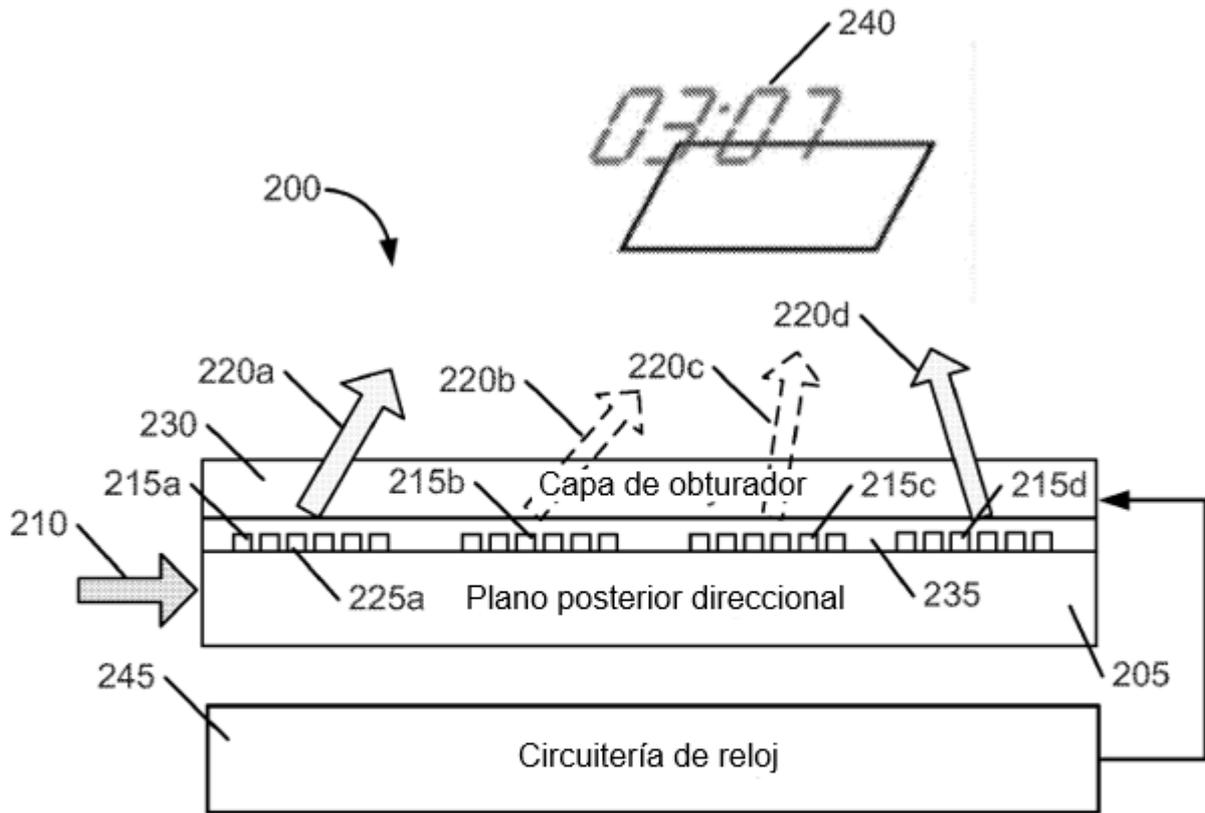


FIG. 2

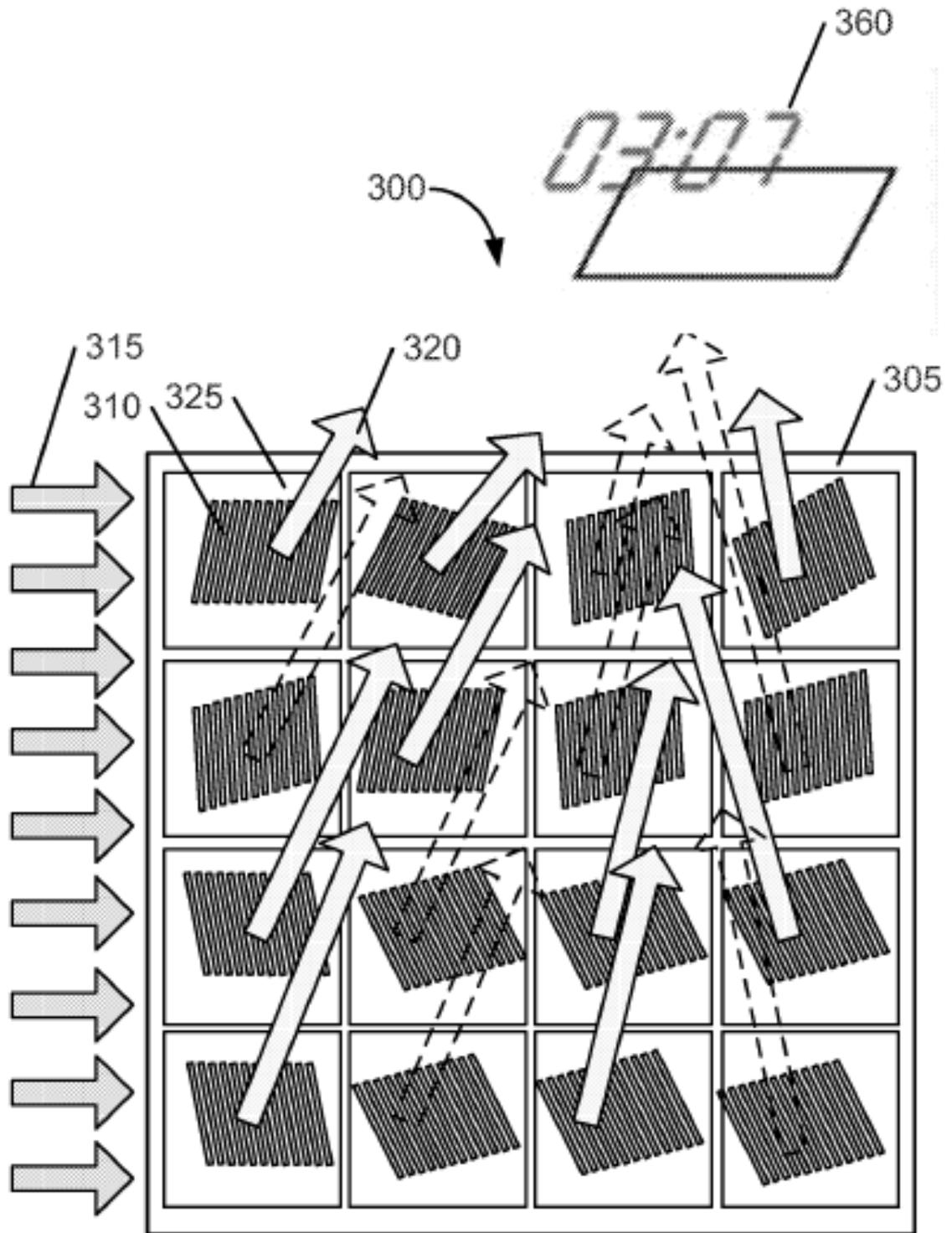


FIG. 3A

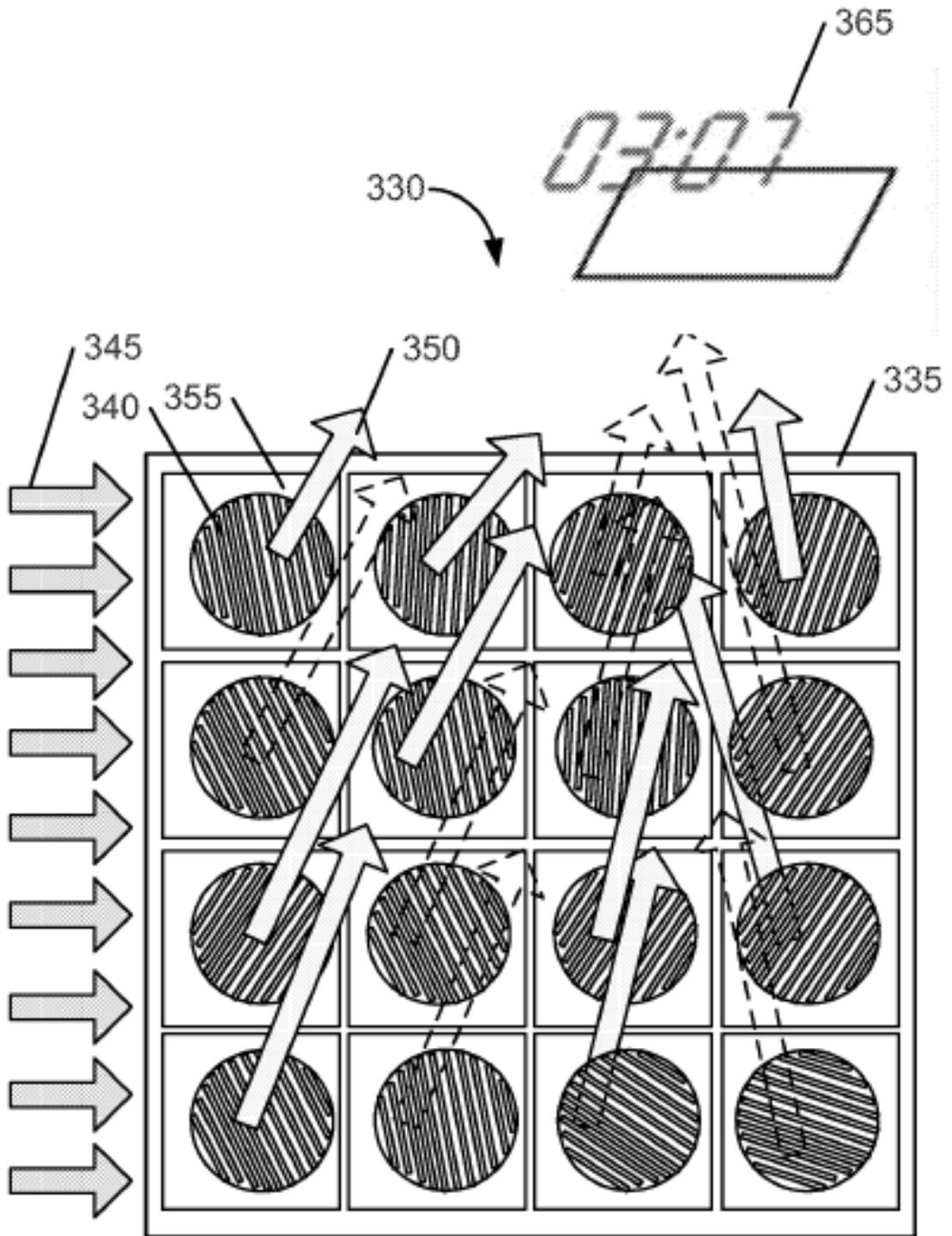


FIG. 3B

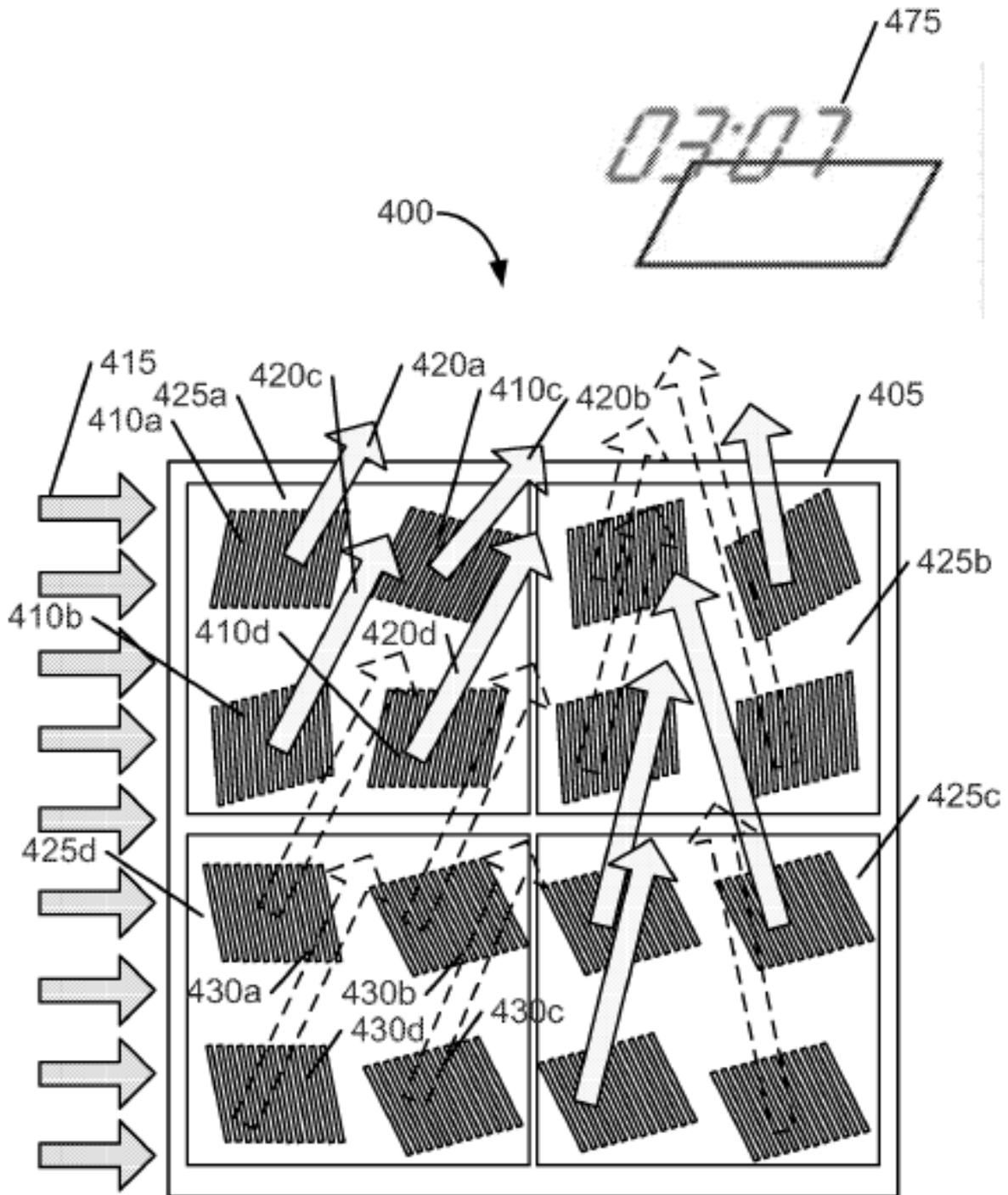


FIG. 4A

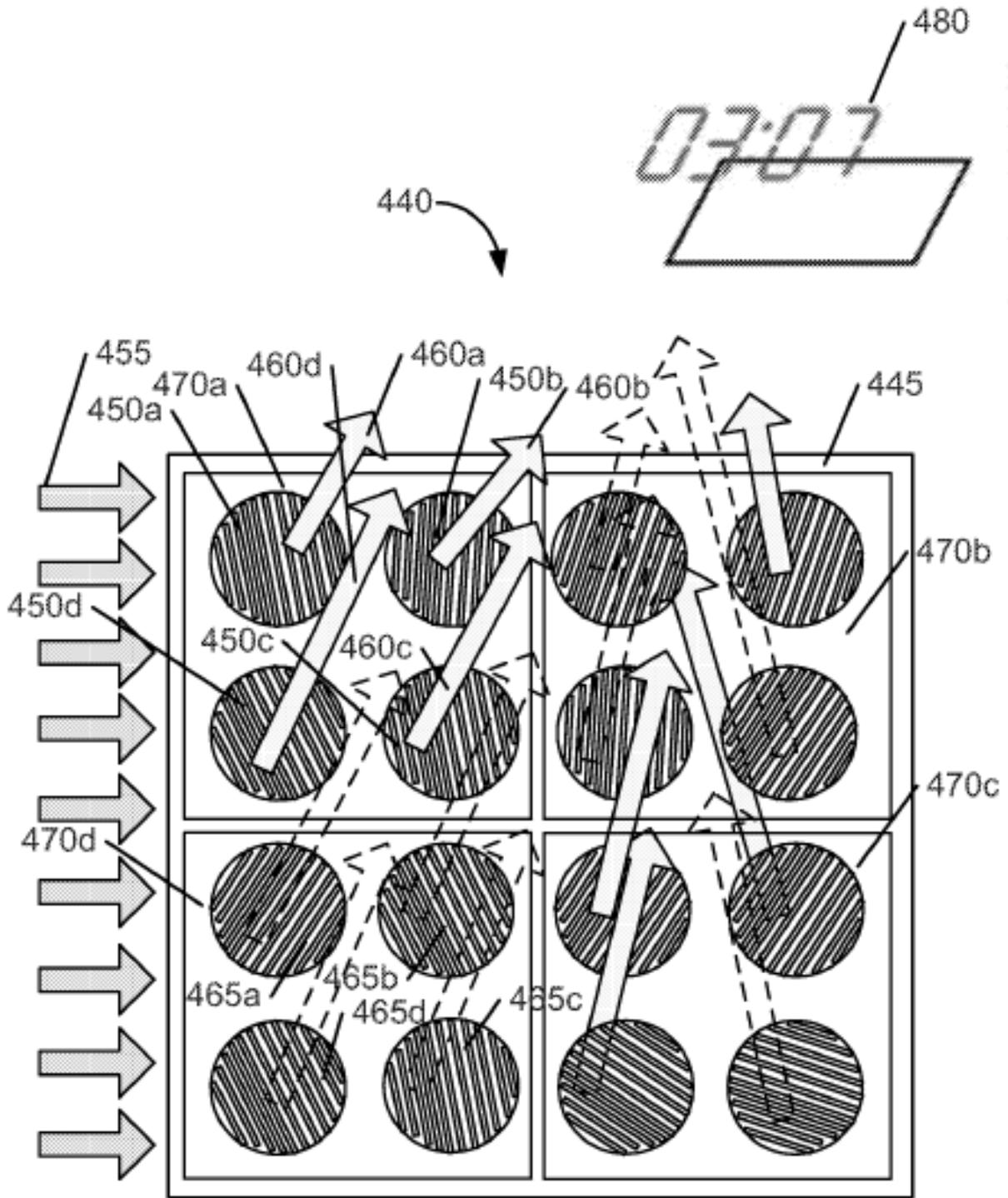


FIG. 4B

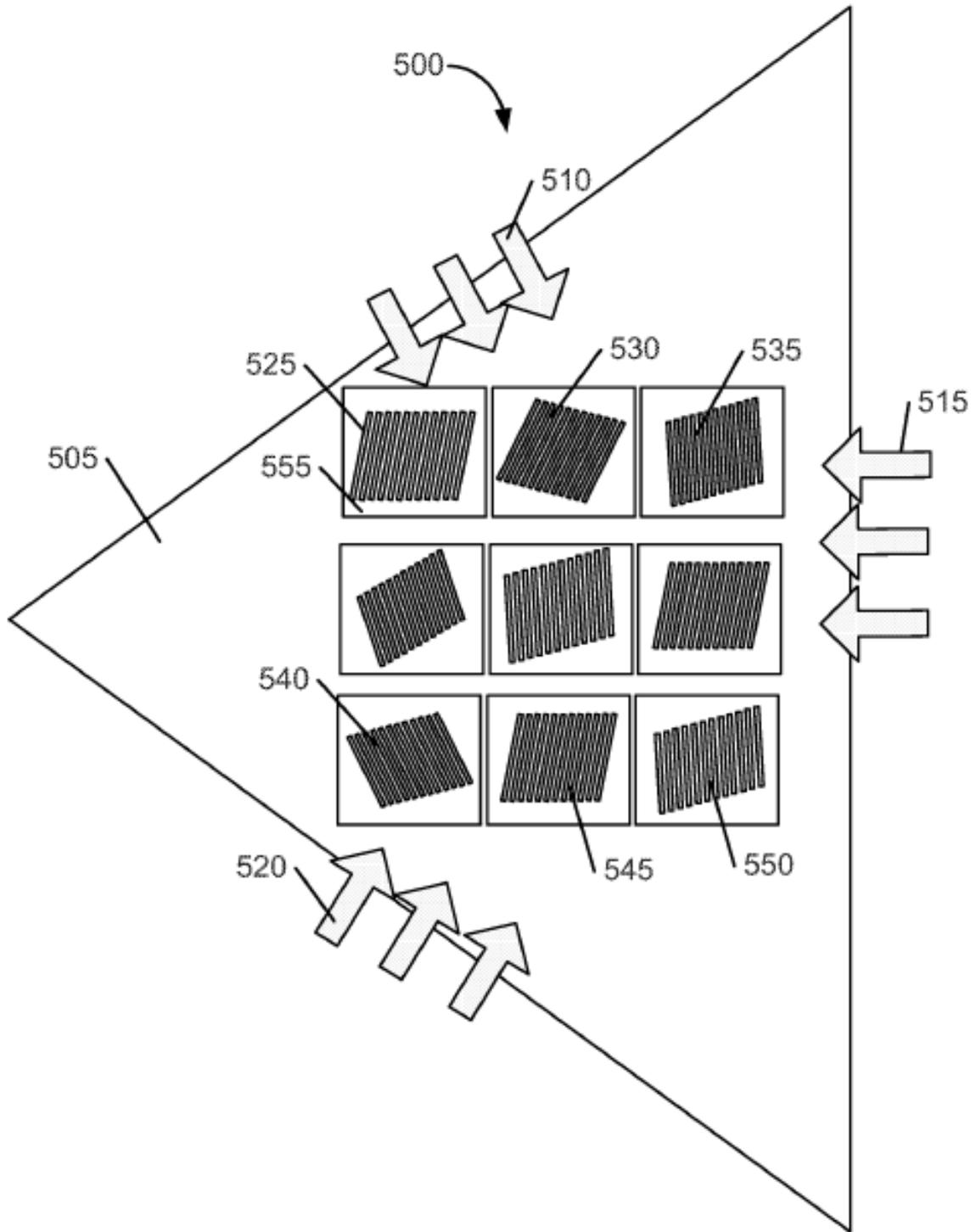


FIG. 5

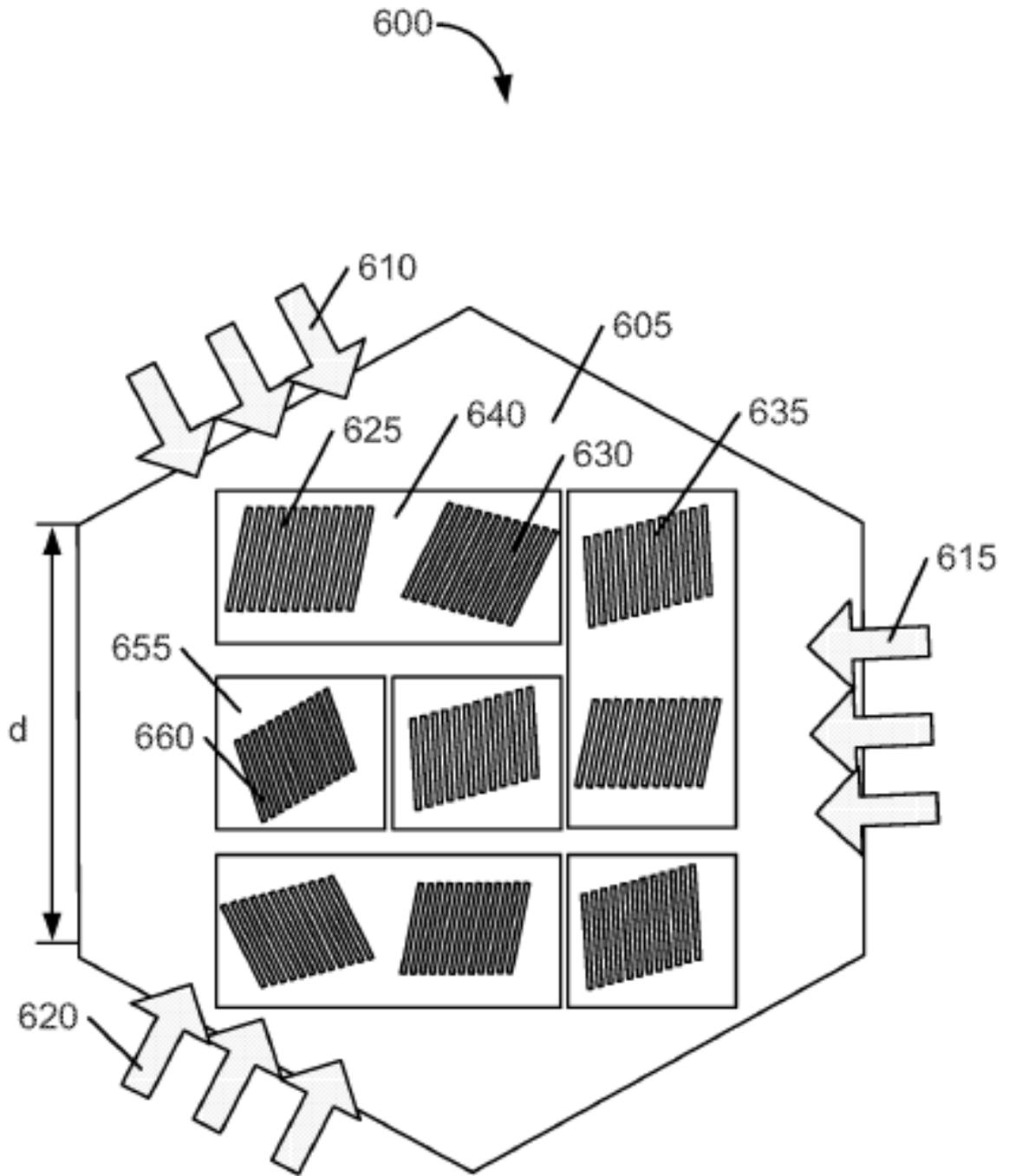


FIG. 6

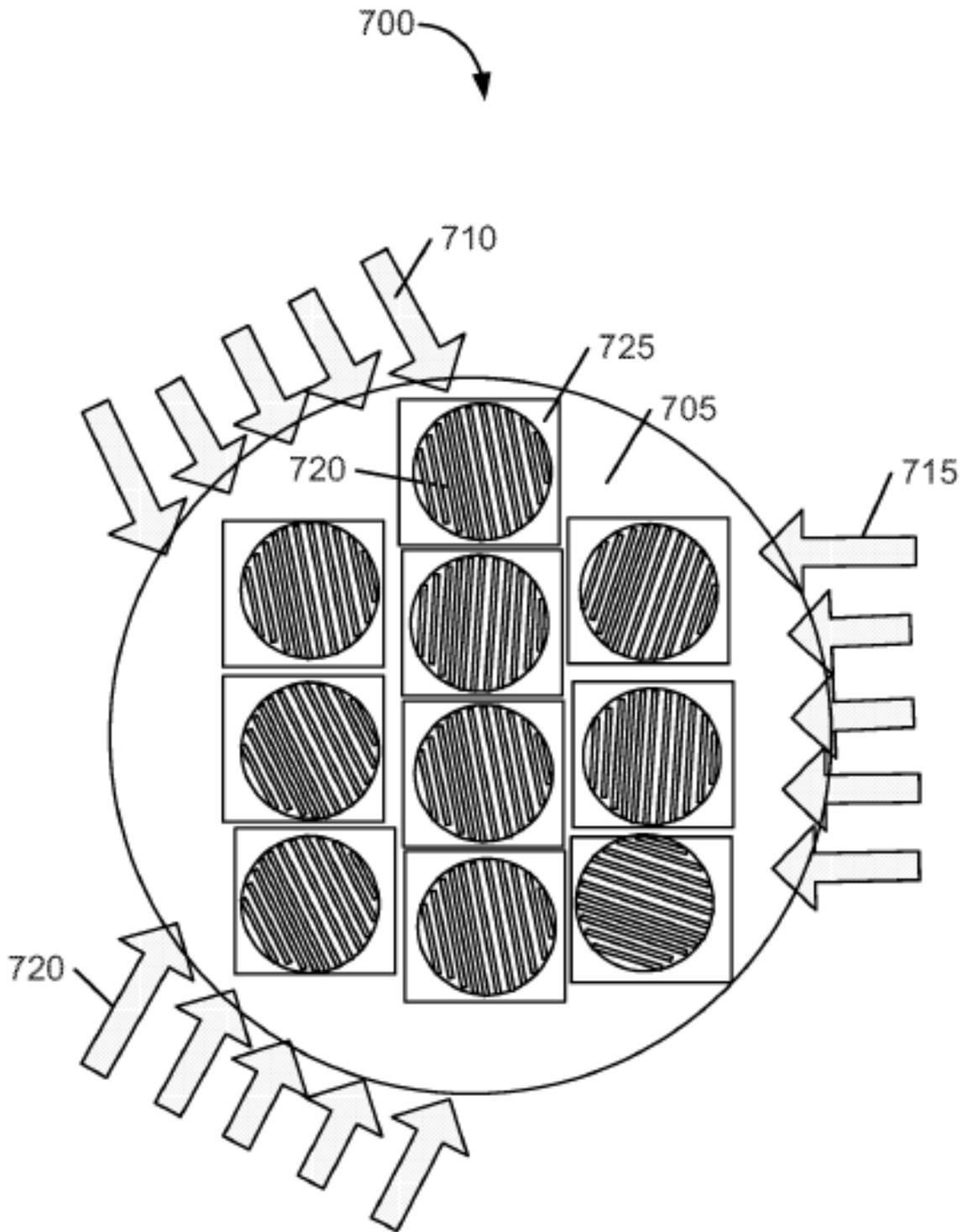


FIG. 7

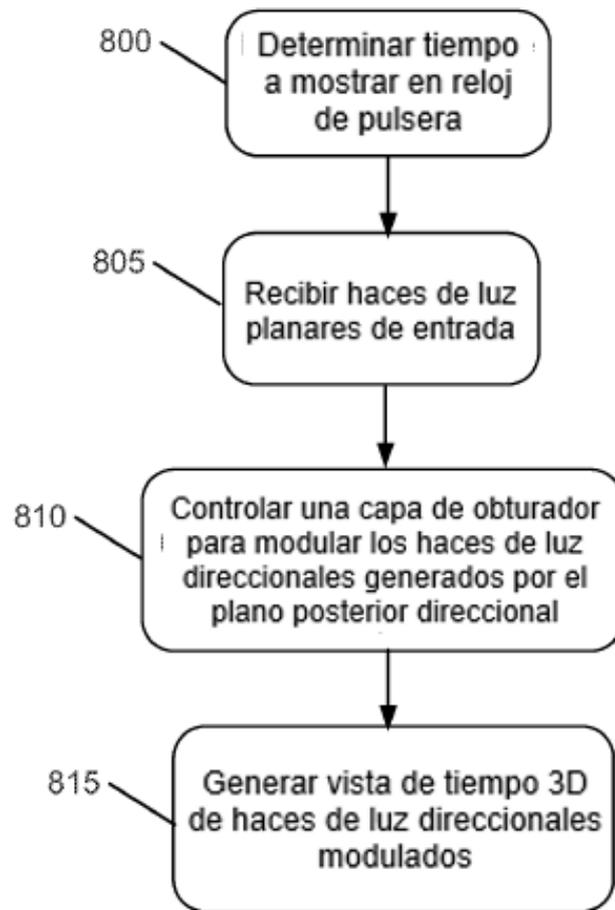


FIG. 8