

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 955 592**

51 Int. Cl.:

<b>G06T 15/00</b>	(2011.01)
<b>G02B 27/06</b>	(2006.01)
<b>G02B 3/00</b>	(2006.01)
<b>G02B 3/06</b>	(2006.01)
<b>B29D 11/00</b>	(2006.01)
<b>G02B 30/27</b>	(2010.01)
<b>G02B 30/29</b>	(2010.01)
<b>H04N 13/307</b>	(2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.05.2015 PCT/US2015/030376**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **26.11.2015 WO15179175**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2015 E 15795987 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.08.2023 EP 3146509**

54 Título: **Lentes inclinadas entrelazadas con conjuntos de lentes dispuestos linealmente**

30 Prioridad:

**20.05.2014 US 201414282271**

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

**04.12.2023**

73 Titular/es:

**LUMENCO INC. (100.0%)  
3600 South Huron Street  
Englewood, Colorado 80110, US**

72 Inventor/es:

**SOTO, HECTOR ANDRES PORRAS y  
RAYMOND, MARK A.**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 955 592 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

Lentes inclinadas entrelazadas con conjuntos de lentes dispuestos linealmente

## Antecedentes

## 1. Campo de la Descripción

- 5 Esta descripción se refiere por lo general a métodos de entrelazado de imágenes para su uso en la impresión de imágenes visibles a través de una matriz de lentes lenticulares o una hoja de lente, y, más particularmente, a métodos de entrelazado para proporcionar una mayor cantidad de información (p. ej., imágenes o cuadros entrelazados) debajo de cada lenticula para facilitar el uso de hijas de lentes más finas.

## 2. Antecedentes relevantes

- 10 Se pueden producir gráficos o presentaciones visuales elaboradas mediante el uso de hojas de conjuntos de lentes lenticulares, ya que estos conjuntos de lentes se pueden combinar con imágenes entrelazadas impresas para proporcionar imágenes tridimensionales (3D) y animadas. Por ejemplo, el material para lentes lenticulares se usa en la industria del embalaje para crear material promocional con gráficos atractivos y normalmente implica producir una hoja de material de lentes lenticulares y unir adhesivamente el material de lentes lenticulares a un objeto producido por separado para su exhibición. La producción de lentes lenticulares es bien conocida y se describe en detalle en varias patentes estadounidenses, incluyendo la patente estadounidense n.º 5.967.032 de Bravenec *et al.* y la patente estadounidense n.º 6.781.761 de Raymond.

- 20 En general, el proceso de producción incluye la selección de segmentos de imágenes visuales para crear un efecto visual deseado, dividir cada segmento en un número predefinido de fracciones o elementos (como de 10 a 30 o más fracciones por segmento) y entrelazar los segmentos y sus fracciones (es decir, planificar la disposición de las numerosas imágenes). A continuación se fabrican lentes lenticulares u hojas de lentes según el número de fracciones o se puede realizar el entrelazado para adaptar las hojas de lentes, p. ej., para adaptarse a lenticulas o lentes por pulgada (LPI) particulares de la hoja de lente. Las lentes lenticulares por lo general incluyen una banda transparente que tiene un lado o capa plana y un lado con crestas y ranuras ópticas formadas por lenticulas lineales o alargadas (es decir, lentes) dispuestas una al lado de la otra con las lenticulas o crestas ópticas extendiéndose paralelas entre sí a lo largo de la longitud de la banda transparente. Para proporcionar efectos visuales únicos, se aplica o imprime tinta (p. ej., tinta de cuatro colores) directamente sobre el lado plano de la banda transparente para formar una fina capa de tinta (o se aplica una imagen impresa con adhesivo a la parte posterior o al lado plano de la banda transparente), que es después visible a través de la banda transparente de crestas ópticas.

- 30 Cada lenticula o lente de la capa lenticular se empareja o asigna a un conjunto o número de fracciones o elementos de imagen entrelazados. Por lo general, sólo una de las fracciones es visible a través de la lenticula a la vez según la posición de la lenticula con respecto al ojo del espectador. Dicho de otra forma, el efecto de animación, 3D u otro se logra moviendo la lenticula o la posición del espectador para ver secuencialmente cada una de las fracciones de imagen entrelazadas debajo de la lenticula y permitir que un espectador vea cada segmento de la imagen combinando las fracciones vistas desde todas las lenticulas.

- 40 En la producción de material de lentes lenticulares convencionales, es deseable utilizar la menor cantidad de material posible, es decir, para producir lenticulas o conjuntos de lentes lenticulares eficaces con un material de banda tan fino como sea posible. También es deseable disminuir el espesor de la lente para facilitar la fabricación usando técnicas tales como la impresión en banda que son muy difíciles o poco prácticas con materiales de lentes más gruesos. Se desea un material de lente lenticular fino para ahorrar costes de material y proporcionar un material o sustrato de lente relativamente flexible que pueda aplicarse fácilmente a productos y recipientes de productos, tal como en una etiqueta que se puede adherir a una caja o a una botella como parte de una etiqueta envolvente o en una taza para proporcionar efectos visuales deseables. Para adelgazar los materiales de las lentes lenticulares, toda la estructura debe escalarse adecuadamente hacia abajo en conjunto. Dicho de otra forma, las lenticulas y la imagen entrelazada impresa deben encogerse o hacerse más pequeñas juntas para permitir el mapeo adecuado de las fracciones de imagen en las lenticulas.

- 50 Sin embargo, dicha contracción de las lenticulas ha demostrado ser muy difícil, con limitaciones asociadas con la impresión de las imágenes entrelazadas que a menudo impiden que la capa o banda de lente se haga muy fina. Como se ha indicado anteriormente, todas las fracciones entrelazadas para cada segmento se colocan debajo de una única lenticula, de modo que se deben imprimir numerosas fracciones con muy poco ancho para asignarlas al ancho o paso de las lenticulas. Con conjuntos de lentes más gruesos (es decir, con menor frecuencia o LPI), la impresión se puede lograr más fácilmente y la asignación a las lenticulas de las fracciones de imagen se logra con mayor precisión. Sin embargo, los conjuntos de lentes más gruesos con frecuencias de 10 a 30 LPI tienden a ser muy gruesos porque la física general o las reglas ópticas para enfocar con material lenticular convencional requieren que se proporcione más espesor de lente o más material de lente para lograr un enfoque efectivo. Por ejemplo, un conjunto de lentes lenticulares de 15 LPI con un ángulo de visión bastante común (tal como un ángulo de visión de 22 grados) se puede asignar a una imagen entrelazada que se imprime o se proporciona directamente detrás del conjunto de lentes lenticulares, estando cada una de las lenticulas en el conjunto de lentes asignada a o emparejada con todas las

fracciones de imagen de un segmento emparejado de la imagen entrelazada. Si el conjunto de lentes está formado de acrílico, el conjunto de lentes debería tener un espesor de aproximadamente 9,52 mm (3/8 de pulgada) para permitir que las lenticulas se enfoquen correctamente en las fracciones de imagen emparejadas.

5 Tradicionalmente, la impresión lenticular ha sido un proceso de múltiples etapas que incluye la creación de una imagen lenticular a partir de al menos dos imágenes y su combinación con una lente lenticular. El proceso de impresión lenticular se puede utilizar para crear varios cuadros de animación para un efecto de movimiento, se puede usar para compensar las distintas capas en diferentes incrementos para lograr un efecto 3D, o se puede usar simplemente para mostrar un conjunto de imágenes alternativas que pueden parecer transformarse entre sí. Una vez recopiladas las distintas imágenes, se aplanan en diferentes archivos de cuadro individuales, y, después, los archivos de cuadro se combinan digitalmente en un único archivo final para su uso en la impresión de una imagen entrelazada. El proceso de combinación digital a menudo se denomina "entrelazado".

10 Una vez generado el archivo combinado o entrelazado, se puede usar para imprimir una imagen entrelazada directamente en el lado posterior (o liso/plano) de la hoja de lente lenticular. En otras aplicaciones, la imagen entrelazada se puede imprimir sobre un sustrato (p. ej., un papel sintético o similar), que se lamina después sobre la lente (p. ej., se puede usar un adhesivo transparente para fijar el sustrato con la imagen entrelazada impresa sobre la hoja de lente lenticular). Al imprimir en el lado posterior de la hoja de lente, el registro de las fracciones finas o imágenes alargadas entrelazadas en las lentes es importante durante el proceso litográfico o de serigrafía para evitar o al menos limitar las imágenes fantasma u otros efectos que producen las imágenes deficientes.

15 Con el entrelazado lenticular tradicional, cada imagen se dispone o fracciona en tiras, que se entrelazan después con una o más imágenes dispuestas o fraccionadas de forma similar, p. ej. mediante empalme o entrelazado. El resultado final es que el único ojo de una persona que mira la imagen entrelazada impresa a través del conjunto de lentes lenticulares (o hoja de lente) ve una única imagen completa, mientras que los dos ojos de una persona pueden ver imágenes diferentes (p. ej., imágenes del ojo derecho e izquierdo), lo que proporciona una percepción autoestereoscópica o 3D deseada.

20 El proceso de crear tiras de información a partir de gráficos o imágenes y mezclarlas después en una sola imagen para su impresión debajo de una hoja de lente puede resultar problemático. Un problema importante es que existe una limitación en la cantidad de información (p. ej., píxeles) que se pueden colocar debajo de cada lenticula o lente alargada en la hoja de lente. Por ejemplo, una lente o lenticula tiene un tamaño particular (p. ej., un ancho establecido por el LPI de la hoja de lente o conjunto de lentes), y la impresora usada para proporcionar la imagen entrelazada impresa puede tener una resolución particular (p. ej., puntos por pulgada (DPI)). Por ende, estas limitaciones o parámetros de un producto o conjunto lenticular (p. ej., un sello de seguridad o hilo de seguridad para un billete de banco o moneda) definen el número máximo de cuadros o imágenes que se pueden entrelazar e imprimir después en una hoja de lente mediante la ecuación: Número máximo de cuadros = DPI/LPI.

25 La Figura 1 ilustra una vista en sección transversal (o vista de extremo) de un dispositivo o conjunto lenticular 100 muy simple que es útil para analizar estas limitaciones asociadas con la impresión y el entrelazado lenticular tradicionales. Como se muestra, el conjunto 100 incluye una única lenticula o lente alargada 110 con un lado plano o base 112 con un ancho particular,  $L_w$  (tamaño de lenticula según lo definido por el LPI de una hoja que incluye lente/lenticula 110). Una capa de tinta o imagen entrelazada impresa 120 se proporciona directamente sobre el lado posterior o base 112 de la lenticula 110, y, en este ejemplo, la imagen entrelazada 120 incluye cinco fracciones de imagen 124 (p. ej., porciones largas, finas de cinco imágenes/cuadros diferentes) que se extenderían a lo largo de la lenticula 110 de manera paralela (paralelas entre sí y al eje longitudinal de la lenticula/lente 110).

30 En el conjunto o dispositivo 100, el tamaño de la lente,  $L_w$ , y el tamaño de píxel es tal que la lente 110 sólo puede funcionar bien con un máximo de cinco entrelazados o fracciones de imagen 124 (p. ej., cinco píxeles y cada píxel está asociado con uno de los cinco cuadros/imágenes entrelazadas). Se muestra que están exactamente alineados con la lente 110 pero pueden, en la práctica, estar algo desplazados sin dejar de ser paralelos al eje longitudinal de la lente 110 y aún lograr una imagen deseable cuando se ve a través de la lente 110. El entrelazado es ortogonal porque los cinco píxeles se extienden ortogonalmente a través de la lente 110 con respecto a sus ejes longitudinales (p. ej., las fracciones alargadas de la imagen se extienden paralelas al eje longitudinal de la lente 110 de manera que los píxeles uno al lado del otro asociados con estas fracciones/entrelazados se extienden a lo largo del ancho de la lente,  $L_w$ ).

35 Sin embargo, para conseguir un efecto 3D con hojas lenticulares, el número mínimo de cuadros necesarios es seis o más imágenes/cuadros. Esto significa, por ejemplo, que para un dispositivo de salida de 1200 DPI (p. ej., impresora) las lentes lenticulares deben tener un ancho asociado con 200 LPI o más (donde  $LPI=DPI/\text{Número de cuadros}$  o, en este caso,  $200 LPI = 1200 DPI/6 \text{ cuadros}$ ). Esta relación entre la resolución del dispositivo de salida, el número de cuadros necesarios para producir 3D y el tamaño de la lente crean una restricción significativa para desarrollar lenticulas más finas y los correspondientes productos lenticulares más finos (tales como hilos de seguridad o sellos para monedas o billetes de banco). Sin embargo, debe entenderse que la limitación no es la capacidad de fabricar hojas de lentes más finas porque se pueden producir fácilmente hojas de lentes que son muy finas con la tecnología actualmente disponible. En su lugar, la restricción o el desafío de proporcionar hojas de lentes finas proviene de la alta resolución que se requeriría y, por lo tanto, la limitación del número de cuadros que se puede imprimir sobre o debajo

de lentes de menor tamaño (p. ej., lentes con anchos más pequeños o  $L_w$ ).

La Figura 2 ilustra una vista en perspectiva superior de un producto o conjunto lenticular 200 que puede usar entrelazado convencional o tradicional. Como se muestra, el conjunto 200 incluye una hoja de lente o conjunto de lentes 210 que puede estar formado de un espesor de plástico u otro material transparente. En un lado superior o expuesto, la hoja de lente 210 está ranurada o conformada para proporcionar una serie de lenticulas o lentes alargadas 214 que se extienden de manera paralela de un extremo al otro de la hoja 210. Como es común, las lenticulas 214 se extienden "verticalmente" en el conjunto u hoja 210 o con sus ejes longitudinales ortogonales a los bordes superior e inferior 211, 213 de la hoja 210 (o siendo paralelos a los bordes laterales izquierdo y derecho). Cada lenticula o lente 214 tiene un tamaño o ancho,  $L_w$ , que está definido por el LPI de la hoja de lente 210.

En el conjunto lenticular 200, una capa de tinta 220 se imprime directamente sobre un lado posterior plano o un lado inferior 216 de la hoja de lente 210 (o puede proporcionarse sobre un sustrato que está laminado sobre la hoja de lente 210). La capa de tinta 220 se imprime para proporcionar un número de imágenes o fracciones 224 entrelazadas debajo de cada lenticula 214 para proporcionar un efecto 3D. Como se muestra, la imagen entrelazada de la capa de tinta 220 tiene cinco fracciones 224 asociadas con cinco cuadros diferentes debajo de cada lenticula 214, estando previstas diferentes fracciones del mismo cuadro debajo de diferentes lenticulas 214 en la hoja 210. En este caso, el archivo de imagen para la capa de tinta impresa 220 se creó con cinco píxeles para que coincida con el tamaño,  $L_w$ , de cada lente 214.

Los dispositivos lenticulares pueden usar también lentes o lenticulas que se proporcionan en una hoja o conjunto con una disposición angular, p. ej., no paralelo ni ortogonal a los bordes de la hoja/conjunto. La Figura 3 ilustra un dispositivo o conjunto lenticular de lente inclinada convencional 300 en el que una lente u hoja lenticular 310 se combina con una imagen entrelazada proporcionada en una capa de tinta 320. La hoja de lente 310 incluye un número de lenticulas o lentes 314 en un lado superior o expuesto, y las lenticulas 314 se extienden paralelas entre sí pero, en esta hoja de lente 310, las lenticulas 314 no están dispuestas vertical ni horizontalmente. Dicho de otra forma, las lenticulas o lentes 314 están "inclinadas" con sus ejes longitudinales,  $Eje_{Largo}$ , como se muestra en 315 dispuestos para que cada uno esté en un ángulo particular,  $\theta$ , con respecto a un borde lateral 311 de la hoja de lente 310, con el ángulo inclinado,  $\theta$ , siendo inferior a 90 grados (no ortogonal) tal como de 20 a 60 grados o similares. De nuevo, cada lente 310 tiene un tamaño o ancho,  $L_w$ , establecido por el LPI de la hoja 310 que puede limitar el número de fracciones de imagen que pueden colocarse debajo de cada una de las lentes 314 con técnicas de entrelazado convencionales.

El conjunto lenticular 300 incluye además una capa de tinta 320 que proporciona una imagen entrelazada impresa con un número (aquí cinco) de fracciones 324 proporcionadas debajo de cada lente 314. Dicho de otra forma, en lugar de tener los entrelazados o fracciones 324 provistos de tiras "verticales" que se empalman entre sí, la capa de tinta 320 proporciona a la imagen tiras inclinadas 324 que coinciden con el ángulo inclinado,  $\theta$ , de las lentes 314. Por ende, el entrelazado para hojas de lentes inclinadas tales como la hoja 310 ha implicado tradicionalmente disponer las fracciones alargadas de una serie de imágenes para que se extiendan paralelas entre sí y también al eje longitudinal,  $Eje_{Largo}$ , como se muestra en 315 de las lentes 314. Por ende, el entrelazado del dispositivo 300 nuevamente es para hacer coincidir el tamaño de las lentes 314 con cinco píxeles dispuestos ortogonalmente al eje longitudinal,  $Eje_{Largo}$  (p. ej., para extenderse a lo ancho,  $L_w$ , de la lente 314). Como puede verse, el uso de lentes inclinadas no aumenta la cantidad de información proporcionada bajo el conjunto de lentes cuando se usa el entrelazado tradicional para generar la imagen entrelazada.

Sigue existiendo la necesidad de métodos para proporcionar una imagen entrelazada (es decir, métodos de entrelazado) que permiten proporcionar información adicional debajo de las lentes o lenticulas de una hoja de material lenticular (o una hoja de lente). Preferiblemente, dichos métodos de entrelazado serían útiles con dispositivos de salida existentes y por construir (p. ej., impresoras) para permitir que los productos lenticulares reciban imágenes deseables (p. ej., imágenes en 3D) con espesores mucho más bajos de material lenticular u hojas de lentes, p. ej., para soportar el uso de conjuntos o elementos lenticulares como hilos de seguridad, sellos y similares en billetes de banco, moneda y otros artículos. Los documentos de patente US 2012/0287447 A1, JP 2006 163278 A y la patente europea EP 2 597 504 A2 son representativos de la técnica disponible.

### Compendio

Los inventores han reconocido que las lentes más finas y, por lo tanto, material lenticular más fino se podrían usar para mostrar imágenes en 3D y de otro tipo imprimiendo más información debajo de cada lente o lenticula. Para este fin, se ha desarrollado un método de entrelazado para su uso con lenticulas en ángulo o lentes inclinadas que difiere del entrelazado tradicional, en parte, utilizando entrelazado no ortogonal. Si bien dicho método de entrelazado no se reivindica en sí, la reivindicación 1 se refiere a la aplicación de dicho método a un producto óptico que comprende una hoja de lente transparente que tiene, en un primer lado, una pluralidad de conjuntos de lentes dispuestos linealmente uno al lado del otro con cada uno de los conjuntos en un ángulo inclinado en un intervalo de 10 a 46 grados desde un eje vertical u horizontal.

El entrelazado de imágenes en un archivo de imagen combinado (o archivo de impresión entrelazado para controlar un dispositivo de salida o una impresora) implica organizar un conjunto de píxeles en una línea o columna que es transversal pero no ortogonal al eje longitudinal de una lente inclinada o lenticula inclinada. Cada uno de estos píxeles

está asociado a un cuadro/imagen diferente, p. ej., normalmente se utilizan 6 o más cuadros en cada imagen entrelazada, siendo uno de ellos visible a través de la lente o lentícula a la vez por parte del espectador. El nuevo método de entrelazado de lentes inclinadas no implica fragmentar cada cuadro y unir después estas fracciones. En su lugar, los píxeles individuales de cada cuadro se combinan dentro de un archivo de impresión digital en un patrón único para proporcionar el entrelazado no ortogonal descrito en la presente memoria (p. ej., el nuevo entrelazado puede considerarse "entrelazado matricial" o "entrelazado con desplazamiento angular").

Al utilizar entrelazado no ortogonal o entrelazado matricial para crear un archivo de impresión que se utiliza para controlar un dispositivo/impresora de salida, se puede presentar una cantidad significativamente mayor de información debajo de cada lente inclinada o lentícula inclinada. Por ejemplo, el ejemplo de entrelazado tradicional proporcionado en la Figura 3 pudo proporcionar cinco píxeles debajo de cada lentícula, mientras que el nuevo proceso de entrelazado puede proporcionar de 10 a 14 píxeles debajo de la lentícula del mismo tamaño.

Más particularmente, se proporciona un método para generar un archivo de impresión entrelazado para su uso en la impresión sobre o para una hoja de lente con lenticulas inclinadas. El método incluye proporcionar archivos digitales para un conjunto de cuadros para entrelazar e introducir un ángulo inclinado para las lenticulas de la hoja de lente. El método incluye además entrelazar los cuadros para formar un archivo de impresión entrelazado colocando un número de píxeles de cada uno de los cuadros en el archivo de impresión basándose en un patrón de ubicaciones de píxeles proporcionado en una matriz de píxeles predefinida. La matriz de píxeles está configurada para asignar la pluralidad de píxeles a las lenticulas de la hoja de lente basándose en el ángulo inclinado. Para este fin, el entrelazado de los cuadros no es ortogonal a un eje longitudinal de cada una de las lenticulas (es decir, no directamente a lo ancho de cada lente como en el entrelazado tradicional de lentes inclinadas).

En algunas implementaciones del método, cada conjunto de píxeles entrelazados asociados con el conjunto de cuadros está alineado en una columna o en una fila de la matriz de píxeles (p. ej., el entrelazado se realiza a lo largo de una línea/columna vertical (o una línea/fila horizontal) mientras las lentes están inclinadas desde la vertical (o desde la horizontal)). La matriz de píxeles puede estar formada por un número de conjuntos separados de píxeles de cada uno de los cuadros, estando las ubicaciones de los píxeles para cada uno de los conjuntos separados dispuestas linealmente en un ángulo de desplazamiento de aproximadamente el ángulo inclinado. En tales casos, el ángulo de inclinación puede estar en el intervalo de 14 a 15 grados, en el intervalo de 18 a 19 grados, en el intervalo de 26 a 27 grados, o en el intervalo de 44 a 46 grados. El número de cuadros en el conjunto de cuadros puede variar con algunos ejemplos entrelazando 6 cuadros, 9 cuadros o 16 cuadros para crear el efecto deseado (p. ej., imágenes en 3D visibles a través de una hoja de lente). En estos casos, la matriz de píxeles comprende una matriz repetida de 6 por 6 píxeles, una matriz de 9 por 9 píxeles o una matriz de 16 por 16 píxeles.

Según otro aspecto de la presente descripción, que no entra dentro del alcance de las reivindicaciones, se proporciona un producto lenticular que incluye una hoja de lente transparente y una imagen o capa de tinta. La hoja de lente incluye un primer lado que tiene una pluralidad de lentes alargadas una al lado de otra, cada una en un ángulo en el intervalo de 10 a 46 grados desde un eje vertical u horizontal de la hoja de lente. La capa de tinta está próxima a un segundo lado de la hoja de lente opuesto al primer lado (p. ej., se imprime en este lado plano o se lamina en el lado con adhesivo transparente). La capa de tinta incluye píxeles de una pluralidad de imágenes digitales, estando los píxeles dispuestos en un patrón de ubicaciones de píxeles que proporcionan un entrelazado no ortogonal de las imágenes digitales con respecto a cada una de las lentes alargadas. El patrón de ubicaciones de píxeles se puede adaptar para alinear un número de píxeles de cada una de las imágenes digitales para que estén paralelos a un eje longitudinal de una adyacente de las lentes alargadas de manera que los píxeles de sólo una imagen digital se vean a la vez a través de las lentes de la hoja de lente.

En algunos casos, la hoja de lente tiene un espesor en el intervalo de 10 a 2500 micrómetros y las lentes alargadas se proporcionan en el primer lado a 75 a 1500 LPI (que define el ancho o tamaño de cada lente). La pluralidad de imágenes digitales puede incluir un número de imágenes seleccionadas del intervalo de 6 imágenes a 16 imágenes, y, además, el entrelazado no ortogonal puede proporcionarse mediante conjuntos de píxeles iguales en número al número de imágenes que incluyen al menos un píxel de cada una de la pluralidad de imágenes digitales. Puede resultar útil que los conjuntos de píxeles que proporcionan el entrelazado no ortogonal estén alineados en una fila o en una columna del patrón de ubicaciones de píxeles.

En implementaciones particulares del producto lenticular, el ángulo de las lentes alargadas es de 14,04 grados, 18,435 grados, 26,57 grados o 45 grados. La pluralidad de imágenes digitales se puede seleccionar de manera que la pluralidad de píxeles en la capa de tinta produzca una imagen 3D cuando se ve a través de las lentes alargadas de la hoja de lente. Se puede proporcionar un adhesivo transparente para unir la capa de tinta que está impresa sobre un sustrato a la hoja de lente o para unir la hoja de lente y la capa de tinta a un sustrato. El producto lenticular puede ser casi cualquier objeto tal como un trozo de papel o moneda de polímero (o billete de banco) con un hilo o sello de seguridad (p. ej., una imagen 3D es visible con el hilo de seguridad o sello usando lentes inclinadas combinado con el entrelazado aquí enseñado).

Según otro aspecto más de la presente invención, que no entra dentro del alcance de las reivindicaciones, se proporciona un método para fabricar un producto lenticular. El método incluye proporcionar una matriz de píxeles que define una pluralidad de ubicaciones de píxeles para píxeles de un número de imágenes. Las ubicaciones de los

5 píxeles están adaptadas para posicionar los píxeles asociados con cada una de las imágenes en una línea paralela a los ejes longitudinales de las lenticulas proporcionadas en un ángulo inclinado en una hoja de lente. Las ubicaciones de los píxeles de la matriz están adaptadas además para entrelazar conjuntos de píxeles asociados con imágenes diferentes a lo largo de una línea entrelazada que es transversal y no ortogonal a los ejes longitudinales de las lenticulas.

10 El método incluye además generar un archivo de impresión digital entrelazando las imágenes según la matriz de píxeles colocando los píxeles de las imágenes en las ubicaciones de píxeles identificadas en la matriz de píxeles. Después, con el archivo de impresión digital, el método incluye operar un dispositivo de salida para imprimir una imagen entrelazada sobre un lado posterior plano de la hoja de lente o sobre un sustrato para su posterior aplicación al lado posterior de la hoja de lente. En algunos ejemplos preferidos, el ángulo de inclinación es de 14,04 grados, 18,435 grados, 26,57 grados o 45 grados. En estas y otras realizaciones, las lenticulas se pueden proporcionar sobre la hoja de lente a un LPI de al menos 75 LPI, y la hoja de lente puede tener un espesor de 10 a 2500 micrómetros.

Según un aspecto adicional de la presente descripción, se proporciona un producto óptico según la reivindicación 1.

15 En algunas realizaciones preferidas, cada una de las lentes dispuestas linealmente tiene una base redonda mientras que en otros cada una de las lentes dispuestas linealmente tiene una base hexagonal o una base cuadrada. En algunos casos, la hoja de lente tiene un espesor en el intervalo de 10 a 2500 micrómetros y los conjuntos de lentes dispuestos linealmente se proporcionan en el primer lado a 75 a 1500 LPI. Además, cada una de las lentes dispuestas linealmente tiene un parámetro de tamaño que coincide con un LPI de los conjuntos de lentes dispuestos linealmente (p. ej., se puede elegir el ancho de una lente cuadrada o hexagonal o el diámetro de una lente redonda para que coincida con el LPI (p. ej., un ancho correspondiente de una lenticula proporcionada en dicho LPI)).

20 En muchos casos, la pluralidad de imágenes digitales incluye un número de imágenes seleccionadas del intervalo de 5 imágenes a 16 imágenes, y el entrelazado no ortogonal se proporciona mediante conjuntos de píxeles iguales en número al número de imágenes que incluyen al menos un píxel de cada una de la pluralidad de imágenes digitales. En estos casos, los conjuntos de píxeles que proporcionan el entrelazado no ortogonal están alineados en una fila o en una columna del patrón de ubicaciones de píxeles. Además, a veces es útil que el ángulo de inclinación esté dentro de un intervalo de 14 a 15 grados, un intervalo de 18 a 19 grados, un intervalo de 26 a 27 grados, o un intervalo de 44 a 46 o más específicamente para que el ángulo de inclinación sea de 14,04 grados, 18,435 grados, 26,57 grados o 45 grados.

### Breve descripción de los dibujos

30 la Figura 1 es una sección transversal de un dispositivo o conjunto lenticular simple que ilustra el entrelazado convencional;

la Figura 2 ilustra una vista en perspectiva desde arriba de un dispositivo o producto lenticular convencional;

la Figura 3 ilustra una vista en perspectiva superior similar a la Figura 2 que muestra un segundo dispositivo o producto lenticular convencional que utiliza lentes inclinadas con entrelazado ortogonal convencional;

35 la Figura 4 es un diagrama que ilustra el uso de un nuevo entrelazado no ortogonal (entrelazado matricial) para aprovechar una mayor cantidad de espacio de impresión bajo una lente inclinada o una lenticula inclinada, que se utiliza en combinación con los conjuntos de lentes dispuestos linealmente según las Figuras 14-16 y la reivindicación 1;

40 la Figura 5 es un diagrama de entrelazado tradicional y un ejemplo de entrelazado matricial o no ortogonal como se enseña en la presente memoria, ambos se utilizan con lentes inclinadas;

las Figuras 6 a 9 ilustran cada una un diagrama de una etapa ilustrativa de entrelazado no ortogonal que puede usarse para generar un mapa de píxeles para crear un archivo de impresión digital;

45 la Figura 10 ilustra un mapa de píxeles o una matriz de píxeles dispuestos en un patrón útil para entrelazar nueve cuadros o imágenes para proporcionar la configuración no ortogonal de 18,435 grados analizada con referencia a la Figura 7;

las Figuras 11A-11C ilustran, esquemáticamente, vistas de extremo de productos o conjuntos lenticulares que pueden fabricarse usando el entrelazado no ortogonal o entrelazado matricial enseñado en la presente memoria;

50 la Figura 12 ilustra un diagrama de flujo de un método para fabricar un conjunto de producto lenticular que combina material de lente inclinada con una imagen impresa según el entrelazado no tradicional enseñado en la presente memoria;

la Figura 13 ilustra un diagrama de bloques funcional de un sistema para imprimir una imagen entrelazada no ortogonalmente para su uso con lenticulas inclinadas (p. ej., con material lenticular con lentes inclinadas, o con los conjuntos de lentes dispuestos linealmente según las Figuras 14-16 y la reivindicación 1);

la Figura 14 ilustra un producto óptico, que cae dentro del alcance de las reivindicaciones, con una hoja de lente que tiene lentes con bases de forma redonda (o lentes redondas) dispuestas en conjuntos lineales dispuestos en ángulos inclinados para su uso con una imagen o capa de tinta impresa usando un mapa de píxeles o una matriz de píxeles (tal como el mapa de píxeles de la Figura 10);

5 la Figura 15 ilustra un producto óptico, que cae dentro del alcance de las reivindicaciones, similar al que se muestra en la Figura 14, con una hoja de lente que tiene lentes con bases de forma hexagonal (o lentes hexagonales); y

la Figura 16 ilustra un producto óptico, que cae dentro del alcance de las reivindicaciones, similar al que se muestra en la Figura 14, con una hoja de lente que tiene lentes con bases de forma cuadrada (o lentes cuadradas).

### Descripción detallada

10 Brevemente, la presente descripción está dirigida a un método para entrelazado lenticular para su uso con hojas de lentes o material lenticular que tiene lenticulas inclinadas o lentes inclinadas (entrelazado de lentes inclinadas, entrelazado de matrices y entrelazado no ortogonal, indistintamente). El entrelazado difiere del entrelazado tradicional porque no implica simplemente proporcionar porciones de una imagen (o píxeles asociados con cada una) ortogonal o directamente a lo ancho de la lente (o con porciones dispuestas en paralelo en un ángulo que coincida con la lente).  
 15 En su lugar, cada cuadro o imagen se considera en primer lugar como un conjunto de píxeles, y los píxeles de cada cuadro o imagen se organizan en una matriz o patrón de tal manera que un conjunto de píxeles formado por un píxel de cada cuadro se dispone transversal pero no ortogonalmente debajo de la lenticula. De este modo, se puede proporcionar un número mucho mayor de píxeles para una resolución de dispositivo de salida (DPI) particular bajo una lenticula para una visualización selectiva. Como resultado, el entrelazado no ortogonal admite el uso de una hoja de  
 20 lente más fina para lograr una imagen particular o admite imágenes de mucha mejor calidad para ser vistas con un espesor de hoja de lente predefinido.

En la Figura 3, la imagen proporcionada en la capa de impresión 320 con entrelazados/fracciones 324 es básicamente la misma que la imagen proporcionada con la capa de impresión 220 en la Figura 2. Particularmente, los entrelazados/fracciones 324 están dispuestos con el mismo ángulo que las lentes 314, y la cantidad de información o cuadros está limitada también por la misma relación entre las lentes, DPI y resolución. Para romper esta relación (es decir, cuadros multiplicados por LPI es igual a DPI) que limita la cantidad de información o, en este caso, píxeles que se pueden imprimir debajo de las lentes, los inventores han reconocido que sería útil utilizar una matriz de píxeles (o mapa de píxeles) completamente diferente para entrelazar las imágenes/cuadros bajo la lente inclinada.

La Figura 4 proporciona un diagrama de una única lente inclinada o lenticula inclinada 400 para la que puede ser deseable generar un archivo de impresión para su uso en la impresión de una imagen entrelazada. Se muestra que la lenticula 400 está en ángulo (no simplemente vertical u horizontal sobre una superficie de una hoja de lente) con su eje longitudinal, Eje<sub>Largo</sub>, como se muestra en 405 estando en un ángulo desplazado o inclinado,  $\theta$ , con respecto a la vertical (u horizontal) como se muestra en 407 (p. ej., un lado de una hoja de lente o similar). El entrelazado tradicional se proporcionaría con la lente inclinada 400 disponiendo fracciones paralelos al eje 405 de la lente 400, lo que proporcionaría un número de píxeles ortogonalmente a través de la lente 400 o para llenar la dimensión,  $L_w$  (p. ej., el ancho o tamaño de la lente 400 como se define por su LPI). En cambio, el entrelazado no ortogonal de la presente descripción requiere proporcionar un número de píxeles entrelazados transversales al eje longitudinal 405 pero no ortogonalmente, es decir, a lo largo de la línea 420 que tiene una longitud o dimensión,  $D_{\text{entrelazado}}$ , que es mucho más grande que el ancho,  $L_w$ , de la lente 400.

40 En una lente inclinada 400 como se muestra en la Figura 4, hay un triángulo con propiedades que se pueden usar para colocar más información debajo de la lente 400. La lente inclinada 400 está definida por un tamaño,  $L_w$ , como se muestra en la línea 428, que viene dado por:  $L_w = 1/\text{LPI}$ . Si, por ejemplo, se fabrica una hoja de lente a 75 LPI, el tamaño,  $L_w$ , de cada lenticula o lente 400 sería 0,33 mm (1/75 pulgadas o 0,0133 pulgadas). Sin embargo, la distancia vertical,  $D_{\text{entrelazado}}$ , como se muestra con la línea 420 (o la hipotenusa del triángulo) es mayor que el tamaño de la lente,  $L_w$ , y esta magnitud de esta distancia vertical,  $D_{\text{entrelazado}}$ , viene definida o dada por el triángulo que se forma y se muestra en la Figura 4. Específicamente, el triángulo formado por o compuesto por un segmento/longitud de la lente 400 como se muestra en la línea 424, el ancho de la lente 400 como se muestra por la línea 428 (que es ortogonal al eje longitudinal 405 de la lente 400), y la distancia vertical,  $D_{\text{entrelazado}}$ , como se muestra en la línea 420 contiene un ángulo,  $a$ , (entre las líneas 420 y 424). Este triángulo puede definirse mediante la ecuación:  $D_{\text{entrelazado}} = L_w/\text{sen}(a)$ . A su vez, esta ecuación se puede reescribir como:  $D_{\text{entrelazado}} = (1/\text{LPI})/\text{sen}(a)$ .

El uso de valores específicos puede resultar ilustrativo en este punto de la descripción. Por ejemplo, se puede formar una matriz lenticular a 75 LPI, lo que proporciona un tamaño o ancho de lente,  $L_w$ , de 0,33 mm (0,0133 pulgadas). Si el ángulo,  $a$ , se toma siendo 25 grados (como ejemplo útil pero no limitante), la distancia vertical,  $D_{\text{entrelazado}}$ , es 0,8 mm (0,0315 pulgadas), que es casi tres veces el ancho de la lente,  $L_w$ . Por ende, se puede apreciar fácilmente por qué es deseable proporcionar el entrelazado o los píxeles entrelazados a lo largo de la línea 420 en lugar de a lo largo de la línea ortogonal o 428. Usando la distancia mayor,  $D_{\text{entrelazado}}$ , para disponer los píxeles en posición vertical con una lente inclinada 400 proporciona mucho más espacio o espacio de impresión que utilizar el entrelazado tradicional a través de la lente 400.

Sin embargo, los inventores entendieron también que las técnicas de entrelazado tradicionales no podrían usarse para proporcionar información bajo la línea 420 para permitir la visualización de una imagen de calidad tal como imágenes 3D con 6 o más cuadros/imágenes entrelazadas. En su lugar, la Figura 5 ilustra un diagrama 500 que compara el entrelazado tradicional con un nuevo proceso de entrelazado matricial o no ortogonal para colocar píxeles o información debajo de esta distancia vertical o la hipotenusa del triángulo discutido con referencia a la Figura 4.

Como se muestra, se proporciona una lente inclinada 510 que puede incluirse en una hoja de lente o pieza de material lenticular en un dispositivo/conjunto lenticular (tal como un hilo de seguridad o sello para moneda o billetes de banco u otros artículos). El entrelazado tradicional se muestra con el conjunto de píxeles 520 extendiéndose uno al lado del otro ortogonalmente a través de la lente 510. El tamaño,  $L_w$ , de la lente 510 limita el número de píxeles 520, mostrándose cinco píxeles en este ejemplo.

En cambio, si bien, el entrelazado matricial o no ortogonal se muestra con el conjunto de píxeles 530 extendiéndose transversalmente pero no ortogonalmente a través del eje longitudinal de la lente 510. Específicamente, el conjunto de píxeles (o conjunto entrelazado) 530 se compone de un número de píxeles uno al lado del otro 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541 de un número similar de cuadros o imágenes que se entrelazan/combinan para producir imágenes visibles a través de la lente 510. En este ejemplo, los píxeles de cada uno de los conjuntos 520 y 530 son del mismo tamaño pero hay espacio a lo largo de la vertical o hipotenusa para un mayor número de dichos píxeles (p. ej., 5 píxeles en el conjunto de entrelazado tradicional 520 en comparación con 12 píxeles en el conjunto de entrelazado no ortogonal 530, que es más del doble del número de píxeles o cantidad de información que se puede imprimir o proporcionar debajo de la lente inclinada 510). La caja discontinua 590 es útil para resaltar o mostrar un enfoque de lente ilustrativo para la lente 510, lo que muestra que con el nuevo entrelazado 530 (y una serie de otros conjuntos de entrelazado similares al conjunto 530) la lente 510 todavía está enfocando los píxeles 539, 549, 559, 569 que pertenecen o están asociados con un único cuadro o imagen.

El diagrama 500 de la Figura 5 y el entrelazado ideal u objetivo ilustrado 530 son útiles para demostrar que el uso de entrelazado no ortogonal sería deseable para aumentar la cantidad de información que se puede colocar debajo de una lente inclinada 510. Sin embargo, una limitación a la que se enfrentan los expertos en la técnica que intentan fabricar un dispositivo lenticular de lente inclinada es cómo trabajar con las limitaciones de impresión de los dispositivos de salida o impresoras utilizadas para proporcionar o imprimir la imagen entrelazada (p. ej., proporcionar la capa de tinta debajo de una hoja de lente). Con este problema en mente, los inventores han reconocido que sería deseable proporcionar una matriz de píxeles o un mapa de píxeles que pueda usarse para generar un archivo de impresión para controlar una impresora/dispositivo de salida. Dicho de otra forma, cada imagen o cuadro se puede almacenar primero digitalmente como un conjunto de píxeles, y los píxeles de cada cuadro se pueden organizar o combinar (entrelazar) según una matriz predefinida de píxeles o un mapa de píxeles para lograr un archivo de impresión con entrelazado no ortogonal adecuado para un material lenticular inclinado particular (p. ej., una hoja de lente transparente con lentes inclinadas desde vertical/horizontal en un ángulo particular o predefinido).

La Figura 6 ilustra un diagrama o esquema 600 de una etapa en un proceso de entrelazado no ortogonal que se puede llevar a cabo para generar un mapa de píxeles para crear un archivo de impresión digital a partir de un conjunto de cuadros o imágenes (p. ej., 6 o más cuadros utilizados para crear un gráfico 3D bajo material lenticular de lente inclinada). Se puede elegir un primer cuadro o imagen para su procesamiento, y esta imagen/cuadro se puede pixelar o separar en píxeles individuales de un cierto tamaño y ubicación (coordenadas X, Y) dentro de la imagen/cuadro. Después, como se muestra en la figura 6, se proporciona un mapa de píxeles en blanco 610 formado por filas y columnas de píxeles 612 (o ubicaciones de píxeles para recibir o asignándose píxeles de las imágenes entrelazadas). Después, como se muestra en la figura 6, una cadena o línea 620 de píxeles 624 de un único cuadro/imagen del conjunto de cuadros/imágenes que se van a entrelazar/combinar se colocan en el mapa de píxeles 610 en ubicaciones/coordenadas 612 para seguir un ángulo particular,  $a$ , que se mide como se muestra entre un eje longitudinal (o borde) de una lente inclinada y una línea vertical (que define la distancia de entrelazado,  $D_{\text{entrelazado}}$ , para la lente inclinada).

Debido a la rigidez del mapa de píxeles 610 con sus filas y columnas ortogonales de ubicaciones de píxeles 612, los inventores entendieron que es preferible asignar los píxeles 624 de la cuerda/línea 620 para que sigan un desplazamiento angular predefinido. Aquí, el ángulo,  $a$ , es 26,57 grados (p. ej., 20 a 30 grados) ya que los píxeles 624 están dispuestos en un patrón para definir una línea o cadena 620 (que se muestra lineal con la línea discontinua 621) que será visible simultáneamente a través de una lente inclinada con un desplazamiento angular similar (p. ej., desde vertical u horizontal en la hoja de lente).

En la práctica, la asignación 610 se crea colocando un primer píxel 624 y colocando después un píxel siguiente en el desplazamiento angular deseado (p. ej., verticalmente hacia abajo de dos ubicaciones de píxeles 612 en la misma columna y sobre una ubicación de píxeles 612 hasta una fila adyacente cuando se comienza en una posición superior "izquierda"), y repitiendo después este proceso hasta el final/borde del mapa de píxeles 610. En este ejemplo, puesto que el  $\text{sen de } 26,57 \text{ grados} = 0,4226$ , la distancia de entrelazado,  $D_{\text{entrelazado}}$  como se muestra en la Figura 4 viene dada por  $D_{\text{entrelazado}} = L_w/\text{sen } w/\text{sen } a$  o  $L_w/0,4226$ . Esto proporciona aproximadamente el doble de espacio para imprimir cuadros (píxeles asociados a cuadros) con el mismo tamaño de lente,  $L_w$ , y con la misma resolución.

En la Figura 7, nuevamente se puede proporcionar un mapa de píxeles en blanco 610 con una pluralidad de filas y

columnas de ubicaciones de píxeles (para que los píxeles de un tamaño particular se adapten a la resolución de un dispositivo de salida o similar). El diagrama 700 muestra una etapa de entrelazado no ortogonal que se realiza para crear un mapa de píxeles para una lente inclinada con un desplazamiento angular de 18,435 grados (p. ej., ángulo inclinado,  $a$ , está en el intervalo de 15 y 20 grados, siendo aproximadamente 18,5 grados lo ideal). Como se muestra, los píxeles 724 de un único cuadro/imagen de un conjunto de cuadros/imágenes que se combinan/entrelazan están dispuestos como se muestra en una línea o cadena de píxeles 720 (que se muestra lineal con la línea discontinua 721).

En relación con la vertical (u horizontal en algunos casos), los píxeles 724 se disponen en la línea/cadena 720 con un desplazamiento de 18,435 grados (p. ej., colocando un primer píxel 724 en una ubicación 612 y bajando (o subiendo) después tres ubicaciones 612 en la misma columna y una ubicación 612 en una fila hasta una columna adyacente y repitiendo después este proceso hasta el borde/final del mapa 610). En este ejemplo, puesto que el  $\text{sen de } 18,435 \text{ grados} = 0,3162$ , la distancia de entrelazado,  $D_{\text{entrelazado}}$  como se muestra en la Figura 4 viene dada por  $D_{\text{entrelazado}} = Lw/\text{sen}w/\text{sen } a$  o  $Lw/0,3162$ . Esto proporciona aproximadamente el triple de espacio para imprimir cuadros (píxeles asociados a cuadros) con el mismo tamaño de lente,  $Lw$ , y con la misma resolución.

En la Figura 8, nuevamente se puede proporcionar un mapa de píxeles en blanco 610 con una pluralidad de filas y columnas de ubicaciones de píxeles (para que los píxeles de un tamaño particular se adapten a la resolución de un dispositivo de salida o similar). El diagrama 800 muestra una etapa de entrelazado no ortogonal que se realiza para crear un mapa de píxeles para una lente inclinada con un desplazamiento angular de 14,04 grados (p. ej., ángulo inclinado,  $a$ , está en el intervalo de 10 y 15 grados, siendo aproximadamente 14 grados lo ideal). Como se muestra, los píxeles 824 de un único cuadro/imagen de un conjunto de cuadros/imágenes que se combinan/entrelazan están dispuestos como se muestra en una línea o cadena de píxeles 820 (que se muestra lineal con la línea discontinua 821).

En relación con la vertical (u horizontal en algunos casos), los píxeles 824 se disponen en la línea/cadena 820 con un desplazamiento de 14,04 grados (p. ej., colocando un primer píxel 824 en una ubicación 612 y bajando (o subiendo) después cuatro ubicaciones 612 en la misma columna y una ubicación 612 en una fila hasta una columna adyacente y repitiendo después este proceso hasta el borde/final del mapa 610). En este ejemplo, puesto que el  $\text{sen de } 14,04 \text{ grados} = 0,2426$ , la distancia de entrelazado,  $D_{\text{entrelazado}}$  como se muestra en la Figura 4 viene dada por  $D_{\text{entrelazado}} = Lw/\text{sen}w/\text{sen } a$  o  $Lw/0,2426$ . Esto proporciona aproximadamente el cuádruple o cuatro veces el espacio para imprimir cuadros (píxeles asociados con cuadros) con el mismo tamaño de lente,  $Lw$ , y con la misma resolución.

En la Figura 9, nuevamente se puede proporcionar un mapa de píxeles en blanco 610 con una pluralidad de filas y columnas de ubicaciones de píxeles (para que los píxeles de un tamaño particular se adapten a la resolución de un dispositivo de salida o similar). El diagrama 900 muestra una etapa de entrelazado no ortogonal que se realiza para crear un mapa de píxeles para una lente inclinada con un desplazamiento angular de 45 grados (p. ej., ángulo inclinado,  $a$ , está en el intervalo de 40 y 50 grados, siendo aproximadamente 45 grados lo ideal). Como se muestra, los píxeles 924 de un único cuadro/imagen de un conjunto de cuadros/imágenes que se combinan/entrelazan están dispuestos como se muestra en una línea o cadena de píxeles 920 (que se muestra lineal con la línea discontinua 921). En relación con la vertical (u horizontal en algunos casos), los píxeles 924 se disponen en la línea/cadena 920 con un desplazamiento de 45 grados (p. ej., colocando un primer píxel 924 en una ubicación 612 y bajando (o subiendo) después una ubicación 612 en la misma columna y una ubicación 612 en una fila hasta una columna adyacente y repitiendo después este proceso hasta el borde/final del mapa 610).

La disposición de los píxeles en filas y columnas presenta algunas limitaciones en cuanto al entrelazado de los píxeles, pero es probable que estos cuatro ángulos inclinados o desplazados que se pueden lograr para su uso en el entrelazado de píxeles de la misma imagen resulten beneficiosos en la fabricación de productos lenticulares con lenticulas inclinadas. La creación del archivo de impresión continuaría entonces en cada uno de estos ejemplos con la selección de píxeles de diferentes cuadros/imágenes, y luego la disposición de dichos píxeles de manera similar cerca de los píxeles ya colocados en el mapa de píxeles 610 hasta que todas (o la mayoría) de las ubicaciones de píxeles 612 están ocupadas.

La Figura 10 ilustra un mapa de píxeles o una matriz de píxeles 1000 dispuestos en un patrón útil para entrelazar nueve cuadros o imágenes para proporcionar la configuración no ortogonal de 18,435 grados analizada con referencia a la Figura 7. En este ejemplo, se deben entrelazar e imprimir nueve cuadros en una capa de tinta o imagen para usar con una hoja de lente con lenticulas inclinadas o lentes inclinadas que están en ángulo o desplazadas de la vertical en aproximadamente 18,435 grados. Para este fin, se muestra una única lente 1010 colocada sobre el mapa de píxeles 1000, y se muestra que el eje longitudinal 1015 de la lente 1010 está en un ángulo inclinado o desplazado,  $\theta$ , con respecto a la vertical (pero esta también podría ser la horizontal) 1013 de aproximadamente 18,435 grados. En la matriz 1000, los píxeles numerados o ubicaciones de píxeles 1002 representan ubicaciones donde se ubicarían los píxeles de imágenes/cuadros entrelazados cuando la impresión se realiza usando un archivo de impresión construido sobre el mapa o matriz 1000.

Específicamente, la matriz 1000 se usa para entrelazar nueve cuadros o imágenes y los números del 1 al 9 se colocan en cada uno de los píxeles o ubicaciones de píxeles 1002 en el mapa (p. ej., cada punto en las filas y columnas del mapa/matriz 1000), representando cada número similar representa un píxel del mismo cuadro/imagen (p. ej., todas

las ubicaciones de píxeles 1002 llenas con un "4" corresponderían a píxeles de un cuarto cuadro/imagen) y en ubicaciones en dicho cuadro/imagen correspondientes con las ubicaciones en el mapa/matriz de píxeles 1000. Por ejemplo, un "9" en el centro del mapa/matriz 1000 corresponde con un píxel en el noveno cuadro/imagen ubicado aproximadamente en el centro del cuadro/imagen. Como otro ejemplo, un "3" situado en la esquina inferior izquierda del mapa/matriz 1000 se corresponde con un píxel en la esquina inferior izquierda del tercer cuadro/imagen del conjunto de nueve cuadros/imágenes que se combinan para formar un archivo de impresión entrelazado o combinado.

La lente 1010 es útil para mostrar que los píxeles en ubicaciones de píxeles debajo de la lente 1010 están alineados para ser paralelos al eje longitudinal 1015 de la lente 1010 y son simultáneamente visibles mientras que el entrelazado no es ortogonal (es decir, está a lo largo de una columna en el mapa/matriz 1000 (pero podría estar a lo largo de una fila si la lente 1010 tuviera un ángulo horizontal en lugar de vertical)). Por ejemplo, como se muestra en 1040, un conjunto de "9" píxeles proporcionados en las ubicaciones de píxeles 1040 en el mapa/matriz 1000 sería visible para un espectador a través de la lente 1010 desde un punto de vista particular. Dicho de otra forma, siguiendo una inclinación de 18,435 grados en el mapa/matriz 1000 (y bajo la lente 1010 que tiene esta misma inclinación hacia la vertical 1013) todos los dígitos son iguales dentro de las ubicaciones de los píxeles (p. ej., cuando se utiliza para crear un archivo de impresión, el mapa/matriz 1000 requiere que los píxeles de una sola imagen se alineen con una inclinación de 18,435 grados).

Sin embargo, el entrelazado de píxeles no es ortogonal al eje longitudinal de la lente 1015 como se muestra con el conjunto 1050 de píxeles entrelazados (o ubicaciones de píxeles en el mapa/matriz 1000) que incluye píxeles de cada cuadro/imagen. El proceso o algoritmo de entrelazado puede generarse basándose en las enseñanzas de la Figura 7, en este ejemplo, y se realiza para alinear píxeles de cuadros/imágenes similares con el eje longitudinal de la lente 1010 mientras se proporciona un entrelazado matricial o no ortogonal de píxeles de cada uno de los cuadros/imágenes a través de la lente 1010.

Los inventores observaron durante el proceso de entrelazado que se pueden identificar submatrices repetidas, y éstas se pueden repetir (p. ej., colocadas una al lado de la otra y apiladas una sobre otra de forma repetitiva) para generar un mapa o matriz 1000 de un tamaño y/o forma deseados para adaptarse a una hoja de lente particular. Una submatriz de entrelazado ilustrativa se muestra en 1060 que se puede usar para proporcionar un entrelazado no ortogonal de nueve cuadros/imágenes para adaptarse a una hoja de lente con lenticulas o lentes inclinadas a 18,435 grados (es decir, para colocar píxeles de cada cuadro en inclinaciones o desplazamientos angulares de 18,435 grados para una visualización adecuada a través de la lente 1010). Se pueden generar fácilmente mapas o matrices de píxeles similares para otras hojas de lentes con diferentes inclinaciones angulares o desplazamientos respecto de la vertical (tal como para 14,04 grados, 26,57 grados y 45 grados (con intervalos de aproximadamente 5 o más grados a cada lado de estos valores)).

Las Figuras 11A y 11B ilustran, esquemáticamente, vistas de extremo de productos o conjuntos lenticulares que pueden fabricarse usando el entrelazado no ortogonal o entrelazado matricial enseñado en la presente memoria. Como se muestra, el conjunto o producto lenticular 1100 incluye una hoja de lente o pieza de material lenticular 1110 con un primer lado o superficie (o superior) con una pluralidad de lenticulas o lentes alargadas 1114 que están dispuestas para estar en ángulo o desplazadas angularmente ("inclinadas") con respecto a un eje vertical (u horizontal) de la hoja de lente 1110. Por ejemplo, las lenticulas 1114 pueden estar inclinadas de 10 a 45 grados, con algunos ejemplos usando ángulos inclinados de 14,04 grados, 18,435 grados, 26,57 grados, o 45 grados para las lenticulas 1114.

El producto 1100 incluye además una imagen entrelazada proporcionada imprimiendo una capa de tinta 1120 directamente sobre el segundo (o inferior) lado o superficie 1118 de la hoja de lente 1110. La capa de tinta 1120 se imprime según un archivo de impresión o un archivo combinado digital en el que se han entrelazado varios cuadros/imágenes según las enseñanzas proporcionadas en esta descripción. En un ejemplo, las lentes 1114 se proporcionan en tamaños asociados de 75 LPI hasta 2500 LPI, y el uso del entrelazado matricial o no ortogonal permite que el espesor,  $t$ , de la hoja de lente 1110 sea más fino que el entrelazado tradicional ya que se puede colocar más información (o píxeles) debajo de cada lente 1114. Por ejemplo, el espesor,  $t$ , puede ser relativamente grueso tal como aproximadamente 20 milímetros o ser muy fino hasta aproximadamente 10 micrómetros y aun así proporcionar imágenes 3D u otras imágenes de calidad con la capa impresa o capa de tinta 1120 (p. ej., el intervalo de espesores,  $t$ , es de aproximadamente 10 micrómetros a 20 milímetros). El producto lenticular 1100 puede laminarse o unirse después a un sustrato 1130 (tal como un billete de banco o moneda) a través de una película 1135 de adhesivo transparente.

La Figura 11B ilustra otro producto o conjunto lenticular 1150 que puede incluir la hoja de lente 1110 con sus lenticulas inclinadas 1114 combinadas con la imagen entrelazada en la capa impresa o de tinta 1120. En este conjunto 1150, si bien, la tinta 1120 se imprime sobre un sustrato 1158, y la hoja de lente 1110 y el sustrato 1158 se montan con una película de adhesivo 1154, con la capa de tinta 1120 orientada hacia el segundo lado o posterior 1118 de la hoja de lente 1110. Dicho de otra forma, la imagen entrelazada puede imprimirse primero en una etapa o proceso de impresión y luego ensamblarse con la hoja de lente 1110 para proporcionar un conjunto lenticular o producto 1150. Los productos lenticulares 1100 y 1150 pueden adoptar muchas formas para poner en práctica la presente descripción. Por ejemplo, los productos 1100, 1150 pueden tomar la forma de hilos de seguridad o sellos para uso con moneda o billetes de banco.

La Figura 11C ilustra un producto o conjunto lenticular 1170 que puede incluir la hoja de lente 1110 con sus lenticulas inclinadas 1114 combinadas con la imagen entrelazada en la capa impresa o de tinta 1120. En este conjunto 1170, la tinta 1120 se imprime directamente sobre la superficie posterior 1118 de la hoja de lente 1110. Esta construcción relativamente simple es útil para muchos objetos/productos 1170, como un billete de banco de polímero u otro producto de transparente a translúcido (o "transmisivo") (p. ej., con una capa transparente 1110) que incluye una imagen impresa en la parte posterior 1118 de las lentes 1114 con una capa de tinta. Como se muestra, el producto o conjunto lenticular 1170 puede incluir también una capa adicional de tinta 1174 que puede usarse para proporcionar una imagen alejada de las lentes 1114 que puede ser vista directamente por un observador desde la parte posterior del producto 1170 (p. ej., el lado sin lentes/lenticulas 1114), y esta imagen puede ser una imagen normal o convencional que no requiere lentes para una visualización adecuada (enfocándose para el espectador en la imagen en la capa de tinta 1174 proporcionada directamente sobre la capa de tinta impresa 1120 o sobre una capa de sustrato transparente u opaca que soporta o cubre la capa de tinta 1174).

En la práctica, el proceso de fabricación de un producto o ensamblaje lenticular puede implicar primero determinar o conocer la resolución disponible para imprimir un producto específico y un espesor objetivo o el espesor objetivo para el producto. Después, basándose en estos parámetros o limitaciones, se elige una opción "mejor" o útil en términos del ángulo o matriz específica que se va a utilizar para el entrelazado de lentes inclinadas no ortogonales o no tradicionales. A continuación, se define la lente LPI mecánica o real que se producirá y utilizará en el producto para que coincida con estas características del producto.

La Figura 12 ilustra un método 1200 para fabricar un producto lenticular tal como un hilo de seguridad o un sello para moneda o billetes de banco usando la impresión no ortogonal de la presente descripción. El método 1200 comienza en 1205 tal como con el diseño de una imagen deseada (p. ej., imágenes en 3D), seleccionando o definiendo los parámetros operativos del dispositivo de salida (p. ej., resolución de una impresora digital), seleccionando los materiales para la capa de tinta, hoja de lente y un adhesivo/sustrato si se utiliza. En la etapa 1210, el método 1200 continúa con la selección del material lenticular a utilizar en el producto lenticular. Esto puede implicar seleccionar un plástico transparente o un material sintético que tenga un espesor particular (p. ej., 10 micrómetros y más) tal como un espesor de sustrato(s) adyacente(s) como en el caso de un hilo de seguridad de moneda o similar.

La etapa 1210 implica también definir o establecer el tamaño (es decir, LPI) de las lenticulas en la superficie del material lenticular y también definir o establecer el ángulo de inclinación o desplazamiento para cada lenticula. Como se ha analizado anteriormente, puede resultar útil utilizar un ángulo inclinado de 10 a 45 grados con ángulos de 14,04 grados, 18,435 grados, 26,57 grados y 45 grados para las lenticulas que se adaptan bien al entrelazado matricial o no ortogonal.

En la etapa 1220, el método 1200 implica seleccionar un número de cuadros (o archivos de imágenes digitales) para usar en la creación de un efecto visual con el material lenticular seleccionado en la etapa 1210. Para proporcionar imágenes en 3D, puede ser deseable seleccionar de 6 a 12 o más cuadros, y el número de cuadros puede seleccionarse (o limitarse) por el tamaño de los píxeles que se pueden lograr con el dispositivo de salida (DPI de la impresora seleccionada en la etapa 1205). Obsérvese que, las etapas 1205, 1210 y 1220 pueden realizarse de forma total o parcialmente simultánea debido a las interrelaciones entre los parámetros/características de un producto lenticular (p. ej., LPI, DPI, tamaño de la lente y desplazamiento angular) como se ha analizado en detalle anteriormente.

En la etapa 1230, el método 1200 continúa generando una matriz de píxeles (o mapa de píxeles) para usar en el entrelazado de los cuadros seleccionados de la etapa 1220. Esta matriz de píxeles puede tomar la forma de la matriz 1000 (p. ej., si el número de cuadros es nueve y el ángulo de inclinación es de 18,435 grados) o puede generarse siguiendo los procesos descritos con referencia a las Figuras 5-9 para adaptarse a un ángulo de inclinación particular y un número de cuadros (así como otros parámetros como el tamaño de la lente). La matriz de píxeles puede entonces almacenarse como un archivo digital para su uso en etapas posteriores. En algunos casos, se puede generar una pluralidad de matrices de píxeles o mapas de píxeles para cada combinación de parámetros de entrelazado, y la matriz de píxeles coincidente se puede recuperar de la memoria en la etapa 1230 (p. ej., un experto en la técnica puede generar matrices de píxeles para adaptarse a cada hoja de lente que puedan usar en procesos de fabricación futuros, así como matrices de píxeles adecuadas para diferentes números de cuadros, tamaños de lentes y resoluciones de dispositivos de salida).

En la etapa 1240, el método 1200 continúa generando un archivo de impresión para controlar un dispositivo de salida (p. ej., una impresora digital) para imprimir una imagen entrelazada. Esto puede implicar realizar un entrelazado no ortogonal de los cuadros/imágenes elegidos en 1220 usando la matriz de píxeles de la etapa 1230. Cada cuadro de la etapa 1220 puede pixelarse (p. ej., dividirse en un número de píxeles que coinciden con el del mapa de píxeles para cada cuadro) y después estos píxeles se pueden conectar en ubicaciones de píxeles para los píxeles correspondientes de los cuadros definidos en el mapa de píxeles.

El método 1200 puede continuar después en 1250 usando el archivo de impresión digital de la etapa 1240 para operar un dispositivo de salida para imprimir una imagen entrelazada (una capa de tinta con píxeles de cada cuadro impresos según la matriz de píxeles). La imagen impresa puede proporcionarse directamente en el lado posterior plano de una hoja del material lenticular seleccionado en la etapa 1210 o puede imprimirse sobre un sustrato. Después, en la etapa 1260, el producto lenticular se puede completar, p. ej., uniendo la hoja de lente con su capa de tinta impresa a un

5 sustrato (lente laminada con imagen entrelazada sobre otro objeto, tal como un sello de seguridad en un billete de banco). En otros casos, la etapa 1260 puede implicar unir un sustrato sobre el cual se imprimió la imagen entrelazada en la parte posterior de una hoja de lente/elemento lenticular con un adhesivo transparente (o al menos altamente translúcido). El método 1200 puede después terminar en 1290 o puede continuar en la etapa 1210 (p. ej., seleccionando un material lenticular diferente tal como con lenticulas en un ángulo inclinado diferente o con lenticulas de un tamaño diferente o una hoja con un espesor diferente) o la etapa 1220 (p. ej., seleccionando un conjunto diferente de cuadros o un número diferente de cuadros para crear un producto lenticular).

10 La Figura 13 ilustra un diagrama de bloques funcional de un sistema 1300 útil para imprimir una imagen sobre un sustrato o hoja de lente con un patrón de entrelazado como se describe en la presente memoria. El sistema 1300 incluye un controlador 1310 que puede tomar la forma de casi cualquier dispositivo informático configurado especialmente como se muestra. El controlador 1310 incluye un procesador 1312 que ejecuta programas informáticos o código legible para realizar las funciones de un módulo de entrelazado 1320. El controlador 1310 también controla o gestiona uno o más dispositivos de entrada/salida 1314 tales como un teclado, un ratón, un panel táctil y/o una pantalla táctil, un monitor y una interfaz de usuario proporcionada gráficamente en el monitor para permitir que un operador interactúe con el controlador (p. ej., iniciar el módulo de entrelazado, proporcionar información tal como para seleccionar un material lenticular con sus lenticulas inclinadas, seleccionar cuadros para entrelazar bajo el material lenticular, etc.). La CPU 1312 gestiona también el funcionamiento de la memoria 1330 que puede almacenar el código para el módulo 1320 en formato legible.

15 En la memoria 1330, se almacena un conjunto de datos de material lenticular 1332 que define parámetros o características de una hoja de lente sobre la cual se imprimirá una imagen entrelazada. Por ejemplo, los datos 1332 pueden incluir el tamaño de la lente (p. ej., LPI utilizado para formar la hoja de lente), el espesor (p. ej., 10 a 2500 micrómetros o similares), y los ángulos inclinados o desplazados de las lenticulas de la hoja de lente. La memoria 1330 almacena también un número de cuadros o imágenes en forma digital que se van a entrelazar con el módulo de entrelazado 1320, y estas imágenes/cuadros 1340 pueden ser seleccionadas de un conjunto mayor (no mostrado) por el usuario del controlador a través de la entrada de usuario con E/S 1314. Cada uno de los cuadros/imágenes es digital y está compuesto por un número de píxeles (que se pueden seleccionar para que tengan un número o resolución similar al mapa de píxeles 1350 o se puede usar un subconjunto de los píxeles 1345 en el archivo entrelazado o de impresión 1360).

20 La memoria 1330 se usa además para almacenar una matriz de píxeles 1350 generada por el módulo de entrelazado 1320, y la matriz de píxeles 1350 puede tomar la forma de la matriz 1000 de la Figura 10 y puede ser generada por el módulo de entrelazado 1320 como se analiza con referencia a cualquiera de Figuras 5-10 y 12. El módulo de entrelazado 1320 puede funcionar además para generar un archivo de impresión 1360 a partir de los cuadros/imágenes 1340 y la matriz de píxeles 1350, p. ej., seleccionando los píxeles 1345 de cada imagen y colocándolos en las ubicaciones de píxeles correspondientes en la matriz de píxeles 1350 (que se selecciona para adaptarse al ángulo inclinado 1338, el número de cuadros 1340 y el tamaño de la lente 1334).

25 Como se muestra, el sistema 1300 incluye además un dispositivo de salida 1380 tal como una impresora con una resolución de DPI particular (o múltiples resoluciones). El controlador 1310 actúa para transmitir señales de control 1370 basándose en el archivo de impresión 1360 al dispositivo de salida 1380. La entrada 1382 se proporciona al controlador 1380 en forma de un sustrato o una hoja de lente 1384, y el dispositivo de salida 1380 imprime tinta sobre el sustrato o lado plano de la hoja de lente 1384 en el patrón definido por las señales de control 1370 (p. ej., el archivo de impresión 1360). Al finalizar la impresión, el dispositivo de salida 1380 genera 1386 un producto/conjunto 1390 formado por el sustrato o hoja de lente 1384 y una capa de tinta 1394 que proporciona la imagen entrelazada impresa.

30 De la descripción anterior, se entenderá que durante muchos años se ha utilizado la óptica lenticular con imágenes impresas entrelazadas o como medio de impresión. Los costes generales son altos en comparación con la impresión normal debido al gasto del material. De forma adicional, hacer que lentes más finas funcionen con resolución limitada en un dispositivo digital o con equipos tradicionales de ajuste de planchas hace que sea muy difícil, si no imposible, imprimir imágenes entrelazadas en conjuntos de lentes o hojas de lentes muy finas porque no es compatible con las matemáticas de entrelazado tradicionales y los conjuntos de lentes correspondientes.

35 En cambio, la presente descripción combina una lente o lenticula en ángulo con entrelazado escalonado o visualización de imágenes (p. ej., véase el entrelazado de las Figuras 5 a 10) para permitir que se imprima de dos a cuatro veces la cantidad de datos bajo la lente o lenticula inclinada/angulada en comparación con el entrelazado tradicional. Por el contrario, el entrelazado no tradicional (o no ortogonal) enseñado en la presente memoria soporta una reducción en el espesor de la hoja de lente de hasta o más de dos tercios (hasta un 67 por ciento o más de reducción de espesor) para lograr la misma imagen proporcionada por una hoja de lente mucho más gruesa o conjunto con entrelazado de lentes inclinadas tradicionales. Por ende, se puede eliminar más de la mitad y hasta dos tercios del coste de producir conjuntos de lentes tradicionales.

40 El entrelazado matricial o no ortogonal para lentes inclinadas que se enseña en la presente memoria enseña que cuando se forma una hoja de lente con lentes hechas en ángulos establecidos o predefinidos, los píxeles correspondientes deben colocarse debajo de las lentes en un formato de cuadrícula (p. ej., véase Figura 10 para ver un mapeo de píxeles útil para 9 cuadros debajo de lentes en un ángulo inclinado de 18,435 grados (o de 15 a 20

grados)). El formato de cuadrícula o matriz de píxeles está diseñado para que los píxeles similares o los píxeles de un solo cuadro estén alineados con la lente o paralelos a su eje longitudinal. De este modo, se pueden usar hasta dos tercios (o 67 por ciento) menos de resolución de impresión para lograr el mismo gráfico o se pueden quitar hasta dos tercios (o 67 por ciento) de la masa del conjunto de lentes y lograr las mismas imágenes.

5 Por ejemplo, se puede hacer que una lente de banda digital de solo 5 milímetros imprima en un dispositivo de salida HP® Indigo a aproximadamente 812 DPI usando nueve cuadros con un LPI mecánico de aproximadamente 270 LPI. Cada lente enfocará a 5 milímetros, pero imprimir en esta lente de banda con el entrelazado tradicional de lentes inclinadas es imposible con nueve cuadros (lo que es una cantidad útil de cuadros para imágenes en 3D). Normalmente, con el entrelazado tradicional, el DPI necesario para imprimir esta lente sería LPI multiplicado por el recuento de cuadros o, en este caso, 270 LPI multiplicado por 9 cuadros o 2430 DPI. En cambio, el entrelazado matricial o no ortogonal que se enseña en este documento combinado con el ángulo de la lente inclinada se puede usar para admitir una resolución de impresión que es aproximadamente un tercio de la requerida con el entrelazado tradicional o, en este caso, es útil una resolución de 810 DPI (que es menor que la resolución proporcionada por los dispositivos de salida existentes de 812 DPI). Dicho de otra forma, la resolución de la impresora o del dispositivo de salida se puede igualar casi exactamente utilizando el entrelazado matricial o no ortogonal descrito anteriormente.

Como se enseña, las lentes inclinadas se pueden grabar e indexar o fabricar con un ligero desplazamiento (p. ej., como un tornillo) entre 80 LPI y 1500 LPI, por ejemplo, en ángulos entre aproximadamente 10 y 46 grados. Se puede generar un archivo de impresión entrelazado a partir de una matriz de píxeles o un mapa adaptado al ángulo inclinado de las lentes o lenticulas en la hoja de lente para proporcionar un entrelazado no ortogonal de píxeles de diferentes cuadros, así como para corresponder con el tamaño de la lente (establecido por LPI) y número de cuadros/imágenes a entrelazar. La descripción enseña además cómo formar o imprimir una imagen entrelazada con un número de píxeles o cantidad de datos que es al menos el doble que el logrado con el entrelazado tradicional para lentes inclinadas. Por ejemplo, un número mucho mayor de cuadros o píxeles asociados con dichos cuadros se pueden imprimir de forma no ortogonal (p. ej., a lo largo de una vertical o columna en lugar de ortogonalmente al eje longitudinal de la lente inclinada como en el entrelazado tradicional), con algunas realizaciones que usan 6, 9 o 16 imágenes/cuadros para producir una imagen entrelazada usando una matriz o mapa de píxeles. La imagen entrelazada impresa según esta descripción da como resultado un DPI más bajo, usando el efecto de entrelazado escalonado o de escalera, que con las fórmulas tradicionales de entrelazado de lentes inclinadas (p. ej.,  $DPI = LPI \times \text{recuento de cuadros}$ ).

En este punto, puede resultar útil enumerar algunos resultados previstos que se pueden lograr con técnicas de entrelazado no ortogonal o de matriz/cuadrícula. se puede formar un producto o conjunto lenticular usando una hoja de lente con lenticulas inclinadas en un ángulo de 14,04 grados (de manera que el valor del seno sea 0,2426). Se puede proporcionar una imagen entrelazada utilizando 16 cuadros o imágenes, de tal forma que la submatriz que se repite en la matriz o mapa de píxeles tenga un tamaño de 16 por 16 píxeles (p. ej., véase Figura 10 donde se repite una submatriz 1060 de 9 por 9 píxeles). En este caso, la relación de etapas (SR) o el aumento en la cantidad de datos entrelazados en comparación con el entrelazado tradicional es 4,122. Si el LPI mecánico (o real) de la hoja de lente es 77,5 LPI (o un ancho o tamaño de cuerda de lente de 0,33 mm (0,012903 pulgadas)), el LPI efectivo para entrelazado (LPI mecánico dividido entre SR) es 18,801553 y, como resultado, el DPI es 300,824 (con un tamaño de punto de 0,08 mm (0,003324 pulgadas)) con la distancia de entrelazado vertical,  $D_{\text{entrelazado}}$ , de 1,35 mm (0,05319 pulgadas) (según lo determinado por  $(1/LPI \text{ mecánico})/\text{sen } 14,04 \text{ grados}$ ).

En otro ejemplo, se puede formar un producto o conjunto lenticular usando una hoja de lente con lenticulas inclinadas en un ángulo de 14,04 grados (de manera que el valor del seno sea 0,2426). Se puede proporcionar una imagen entrelazada utilizando 16 cuadros o imágenes, de tal forma que la submatriz que se repite en la matriz o mapa de píxeles tenga un tamaño de 16 por 16 píxeles (p. ej., véase Figura 10 donde se repite una submatriz 1060 de 9 por 9 píxeles). En este caso, el SR es nuevamente 4,122. Si el LPI mecánico (o real) de la hoja de lente es ahora 400 LPI (o un ancho o tamaño de cuerda de lente de 0,06 mm (0,0025 pulgadas)), el LPI efectivo para entrelazado es 97,040272 y, como resultado, el DPI es 1552,640 (con un tamaño de punto de 0,02 mm (0,000644 pulgadas)) con la distancia de entrelazado vertical,  $D_{\text{entrelazado}}$ , de 0,26 mm (0,01031 pulgadas) (según lo determinado por  $(1/LPI \text{ mecánico})/\text{sen } 14,04 \text{ grados}$ ).

En otro ejemplo, se puede formar un producto o conjunto lenticular usando una hoja de lente con lenticulas inclinadas en un ángulo de 14,04 grados (de manera que el valor del seno sea 0,2426). Se puede proporcionar una imagen entrelazada utilizando 16 cuadros o imágenes, de tal forma que la submatriz que se repite en la matriz o mapa de píxeles tenga un tamaño de 16 por 16 píxeles (p. ej., véase Figura 10 donde se repite una submatriz 1060 de 9 por 9 píxeles). En este caso, el SR es nuevamente 4,122. Si el LPI mecánico (o real) de la hoja de lente es ahora 654,5 LPI (o un ancho o tamaño de cuerda de lente de 0,001528 pulgadas), el LPI efectivo para entrelazado es 158,782145 y, como resultado, el DPI es 2540,507 (con un tamaño de punto de 0,01 mm (0,000394 pulgadas)) con la distancia de entrelazado vertical,  $D_{\text{entrelazado}}$ , de 0,16 mm (0,00630 pulgadas) (según lo determinado por  $(1/LPI \text{ mecánico})/\text{sen } 14,04 \text{ grados}$ ).

En otro ejemplo más, se puede formar un producto o conjunto lenticular usando una hoja de lente con lenticulas inclinadas en un ángulo de 14,04 grados (de manera que el valor del seno sea 0,2426). Se puede proporcionar una imagen entrelazada utilizando 16 cuadros o imágenes, de tal forma que la submatriz que se repite en la matriz o mapa de píxeles tenga un tamaño de 16 por 16 píxeles (p. ej., véase Figura 10 donde se repite una submatriz 1060 de 9 por

9 píxeles). En este caso, el SR es nuevamente 4,122. Si el LPI mecánico (o real) de la hoja de lente es ahora 619,51 LPI (o un ancho o tamaño de cuerda de lente de 0,04 mm (0,001614 pulgadas)), el LPI efectivo para entrelazado es 150,293547 y, como resultado, el DPI es 2404,690 (con un tamaño de punto de 0,01 mm (0,000416 pulgadas)) con la distancia de entrelazado vertical,  $D_{\text{entrelazado}}$ , de 0,17 mm (0,00665 pulgadas) (según lo determinado por (1/LPI mecánico)/sen 14,04 grados).

En otros casos, se puede formar un producto o conjunto lenticular usando una hoja de lente con lenticulas inclinadas en un ángulo de 18,435 grados (de manera que el valor del seno sea 0,3162). Se puede proporcionar una imagen entrelazada utilizando 9 cuadros o imágenes, de tal forma que la submatriz que se repite en la matriz o mapa de píxeles tenga un tamaño de 9 por 9 píxeles (p. ej., véase Figura 10 donde se repite una submatriz 1060 de 9 por 9 píxeles). En este caso, la relación de etapas (SR) o el aumento en la cantidad de datos entrelazados en comparación con el entrelazado tradicional es 3,16260. Si el LPI mecánico (o real) de la hoja de lente es 210 LPI (o un ancho o tamaño de cuerda de lente de 0,12 mm (0,004762 pulgadas)), el LPI efectivo para entrelazado (LPI mecánico dividido entre SR) es 66,401062 y, como resultado, el DPI es 597,618 (con un tamaño de punto de 0,04 mm (0,001673 pulgadas)) con la distancia de entrelazado vertical,  $D_{\text{entrelazado}}$ , de 0,38 mm (0,01506 pulgadas) (según lo determinado por (1/LPI mecánico)/sen 18,435 grados).

En otro ejemplo, se puede formar un producto o conjunto lenticular usando una hoja de lente con lenticulas inclinadas en un ángulo de 18,435 grados (de manera que el valor del seno sea 0,3162). Se puede proporcionar una imagen entrelazada utilizando 9 cuadros o imágenes, de tal forma que la submatriz que se repite en la matriz o mapa de píxeles tenga un tamaño de 9 por 9 píxeles (p. ej., véase Figura 10 donde se repite una submatriz 1060 de 9 por 9 píxeles). En este caso, la relación de etapas (SR) o el aumento en la cantidad de datos entrelazados en comparación con el entrelazado tradicional es 3,16260. Si el LPI mecánico (o real) de la hoja de lente es 285,71 LPI (o un ancho o tamaño de cuerda de lente de 0,09 mm (0,003500 pulgadas)), el LPI efectivo para entrelazado (LPI mecánico dividido entre SR) es 90,340226 y, como resultado, el DPI es 813,074 (con un tamaño de punto de 0,03 mm (0,001230 pulgadas)) con la distancia de entrelazado vertical,  $D_{\text{entrelazado}}$ , de 0,28 mm (0,01107 pulgadas) (según lo determinado por (1/LPI mecánico)/sen 18,435 grados).

En un ejemplo similar, se puede formar un producto o conjunto lenticular usando una hoja de lente con lenticulas inclinadas en un ángulo de 18,435 grados (de manera que el valor del seno sea 0,3162). Se puede proporcionar una imagen entrelazada utilizando 9 cuadros o imágenes, de tal forma que la submatriz que se repite en la matriz o mapa de píxeles tenga un tamaño de 9 por 9 píxeles (p. ej., véase Figura 10 donde se repite una submatriz 1060 de 9 por 9 píxeles). En este caso, la relación de etapas (SR) o el aumento en la cantidad de datos entrelazados en comparación con el entrelazado tradicional es 3,16260. Si el LPI mecánico (o real) de la hoja de lente es 446,28 LPI (o un ancho o tamaño de cuerda de lente de 0,06 mm (0,002241 pulgadas)), el LPI efectivo para entrelazado (LPI mecánico dividido entre SR) es 141,111744 y, como resultado, el DPI es 1270,024 (con un tamaño de punto de 0,02 mm (0,000787 pulgadas)) con la distancia de entrelazado vertical,  $D_{\text{entrelazado}}$ , de 0,18 mm (0,00709 pulgadas) (según lo determinado por (1/LPI mecánico)/sen 18,435 grados).

En otro ejemplo similar, se puede formar un producto o conjunto lenticular usando una hoja de lente con lenticulas inclinadas en un ángulo de 18,435 grados (de manera que el valor del seno sea 0,3162). Se puede proporcionar una imagen entrelazada utilizando 9 cuadros o imágenes, de tal forma que la submatriz que se repite en la matriz o mapa de píxeles tenga un tamaño de 9 por 9 píxeles (p. ej., véase Figura 10 donde se repite una submatriz 1060 de 9 por 9 píxeles). En este caso, la relación de etapas (SR) o el aumento en la cantidad de datos entrelazados en comparación con el entrelazado tradicional es 3,16260. Si el LPI mecánico (o real) de la hoja de lente es 252 LPI (o un ancho o tamaño de cuerda de lente de 0,1 mm (0,003968 pulgadas)), el LPI efectivo para entrelazado (LPI mecánico dividido entre SR) es 79,681275 y, como resultado, el DPI es 717,142 (con un tamaño de punto de 0,04 mm (0,001394 pulgadas)) con la distancia de entrelazado vertical,  $D_{\text{entrelazado}}$ , de 0,32 mm (0,01255 pulgadas) (según lo determinado por (1/LPI mecánico)/sen 18,435 grados).

En otro ejemplo similar más, se puede formar un producto o conjunto lenticular usando una hoja de lente con lenticulas inclinadas en un ángulo de 18,435 grados (de manera que el valor del seno sea 0,3162). Se puede proporcionar una imagen entrelazada utilizando 9 cuadros o imágenes, de tal forma que la submatriz que se repite en la matriz o mapa de píxeles tenga un tamaño de 9 por 9 píxeles (p. ej., véase Figura 10 donde se repite una submatriz 1060 de 9 por 9 píxeles). En este caso, la relación de etapas (SR) o el aumento en la cantidad de datos entrelazados en comparación con el entrelazado tradicional es 3,16260. Si el LPI mecánico (o real) de la hoja de lente es 845 LPI (o un ancho o tamaño de cuerda de lente de 0,03 mm (0,001183 pulgadas)), el LPI efectivo para entrelazado (LPI mecánico dividido entre SR) es 267,185227 y, como resultado, el DPI es 2404,701 (con un tamaño de punto de 0,01 mm (0,000416 pulgadas)) con la distancia de entrelazado vertical,  $D_{\text{entrelazado}}$ , de 0,09 mm (0,00374 pulgadas) (según lo determinado por (1/LPI mecánico)/sen 18,435 grados).

En otros casos, se puede formar un producto o conjunto lenticular usando una hoja de lente con lenticulas inclinadas en un ángulo de 26,57 grados (de manera que el valor del seno sea 0,4473). Se puede proporcionar una imagen entrelazada utilizando 6 cuadros o imágenes, de tal forma que la submatriz que se repite en la matriz o mapa de píxeles tenga un tamaño de 6 por 6 píxeles (p. ej., véase Figura 10 donde se repite una submatriz 1060 de 9 por 9 píxeles). En este caso, la relación de etapas (SR) o el aumento en la cantidad de datos entrelazados en comparación con el entrelazado tradicional es 2,23560. Si el LPI mecánico (o real) de la hoja de lente es 111,7 LPI (o un ancho o

tamaño de cuerda de lente de 0,23 mm (0,008953 pulgadas)), el LPI efectivo para entrelazado (LPI mecánico dividido entre SR) es 49,964215 y, como resultado, el DPI es 299,780 (con un tamaño de punto de 0,08 mm (0,003336 pulgadas)) con la distancia de entrelazado vertical,  $D_{\text{entrelazado}}$ , de 0,51 mm (0,02001 pulgadas) (según lo determinado por (1/LPI mecánico)/sen 26,57 grados).

5 En un ejemplo similar, se puede formar un producto o conjunto lenticular usando una hoja de lente con lenticulas inclinadas en un ángulo de 26,57 grados (de manera que el valor del seno sea 0,4473). Se puede proporcionar una imagen entrelazada utilizando 6 cuadros o imágenes, de tal forma que la submatriz que se repite en la matriz o mapa de píxeles tenga un tamaño de 6 por 6 píxeles (p. ej., véase Figura 10 donde se repite una submatriz 1060 de 9 por 9 píxeles). En este caso, la relación de etapas (SR) o el aumento en la cantidad de datos entrelazados en comparación con el entrelazado tradicional es 2,23560. Si el LPI mecánico (o real) de la hoja de lente es 223,5 LPI (o un ancho o tamaño de cuerda de lente de 0,11 mm (0,004474 pulgadas)), el LPI efectivo para entrelazado (LPI mecánico dividido entre SR) es 99,973162 y, como resultado, el DPI es 599,829 (con un tamaño de punto de 0,001667 pulgadas) con la distancia de entrelazado vertical,  $D_{\text{entrelazado}}$ , de 0,25 mm (0,01000 pulgadas) (según lo determinado por (1/LPI mecánico)/sen 26,57 grados).

15 En otro ejemplo similar, se puede formar un producto o conjunto lenticular usando una hoja de lente con lenticulas inclinadas en un ángulo de 26,57 grados (de manera que el valor del seno sea 0,4473). Se puede proporcionar una imagen entrelazada utilizando 6 cuadros o imágenes, de tal forma que la submatriz que se repite en la matriz o mapa de píxeles tenga un tamaño de 6 por 6 píxeles (p. ej., véase Figura 10 donde se repite una submatriz 1060 de 9 por 9 píxeles). En este caso, la relación de etapas (SR) o el aumento en la cantidad de datos entrelazados en comparación con el entrelazado tradicional es 2,23560. Si el LPI mecánico (o real) de la hoja de lente es 473,2 LPI (o un ancho o tamaño de cuerda de lente de 0,05 mm (0,002113 pulgadas)), el LPI efectivo para entrelazado (LPI mecánico dividido entre SR) es 211,665772 y, como resultado, el DPI es 1269,974 (con un tamaño de punto de 0,02 mm (0,000787 pulgadas)) con la distancia de entrelazado vertical,  $D_{\text{entrelazado}}$ , de 0,12 mm (0,00472 pulgadas) (según lo determinado por (1/LPI mecánico)/sen 26,57 grados).

25 En otro ejemplo similar más, se puede formar un producto o conjunto lenticular usando una hoja de lente con lenticulas inclinadas en un ángulo de 26,57 grados (de manera que el valor del seno sea 0,4473). Se puede proporcionar una imagen entrelazada utilizando 6 cuadros o imágenes, de tal forma que la submatriz que se repite en la matriz o mapa de píxeles tenga un tamaño de 6 por 6 píxeles (p. ej., véase Figura 10 donde se repite una submatriz 1060 de 9 por 9 píxeles). En este caso, la relación de etapas (SR) o el aumento en la cantidad de datos entrelazados en comparación con el entrelazado tradicional es 2,23560. Si el LPI mecánico (o real) de la hoja de lente es 894 LPI (o un ancho o tamaño de cuerda de lente de 0,03 mm (0,001119 pulgadas)), el LPI efectivo para entrelazado (LPI mecánico dividido entre SR) es 399,892646 y, como resultado, el DPI es 2399,317 (con un tamaño de punto de 0,01 mm (0,000417 pulgadas)) con la distancia de entrelazado vertical,  $D_{\text{entrelazado}}$ , de 0,06 mm (0,00250 pulgadas) (según lo determinado por (1/LPI mecánico)/sen 26,57 grados).

35 Aunque el método de entrelazado no ortogonal que se aplica en la invención ha sido descrito e ilustrado con cierto grado de particularidad, se entiende que la presente descripción se ha realizado sólo a modo de ejemplo, y que los expertos en la técnica pueden recurrir a numerosos cambios en la combinación y disposición de las piezas sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

40 La matriz para un ángulo inclinado o desplazado de 45 grados normalmente sería de 5 por 5 cuadros (o 5 x 5 píxeles). Obsérvese que, también, hay algunos casos en los que el uso de las técnicas descritas en este documento permite ganar más espacio que el mínimo requerido. Por ejemplo, cuando se utiliza un múltiplo de cada matriz para generar la matriz o mapa de píxeles, la matriz o mapa de píxeles general sería un múltiplo de la base o submatriz, p. ej., una submatriz de 9 por 9 píxeles se puede repetir en una matriz o mapa de píxeles de 18 por 18 píxeles (que es un múltiplo del patrón o submatriz repetido de 9 por 9).

45 En las Figuras 4, 5, 10, 11A y 11B, todas las hojas de lentes se mostraron y describieron incluyendo lentes o lenticulas lineales (o alargadas) que estaban dispuestas para estar inclinadas (p. ej., no ortogonales a un borde de la hoja de lente). Los inventores reconocieron que existen muchas aplicaciones en las que es deseable utilizar lentes (p. ej., microlentes cuando se intenta lograr una hoja de lente muy fina) que no son lineales o no son lenticulas. Si bien se pueden usar otras técnicas de entrelazado con tales lentes, se determinó mediante análisis y experimentación que las matrices de píxeles o mapas descritos anteriormente podrían usarse eficazmente para proporcionar o imprimir imágenes entrelazadas que luego pueden verse a través de lentes no lineales (no lenticulas). Sin embargo, las lentes o microlentes no lineales deben disponerse en un patrón específico para proporcionar una visualización adecuada de los píxeles de una manera similar a la que se logra con lenticulas inclinadas. Específicamente, según la reivindicación 1, se diseñan y producen hojas de lentes en las que las lentes no lineales están dispuestas en una pluralidad de conjuntos de lentes uno al lado del otro (y paralelos), estando cada conjunto de lentes inclinado sobre la superficie exterior de la hoja de lente (o material de lente).

60 Dicho de otra forma, una línea que pasa por un punto central de cada lente en un conjunto de lentes forma un ángulo con respecto a un lado o borde de la hoja de lente o material de lente. Esta línea es similar a un eje longitudinal de una de las lenticulas descritas anteriormente, y estas líneas que pasan a través de diferentes conjuntos de lentes son paralelas entre sí. Al igual que con las lenticulas, el ángulo de inclinación caería dentro de un intervalo de 10 a 46

grados desde un eje vertical u horizontal (o lado o borde) de la hoja de lente. Los mapas o matrices de píxeles que se muestran en las Figuras 6 a 9 se pueden usar con estos conjuntos de lentes inclinados y, en tales casos, el ángulo de inclinación puede estar en el intervalo de 14 a 15 grados, en el intervalo de 18 a 19 grados, en el intervalo de 26 a 27 grados, y en el intervalo de 44 a 46 grados, respectivamente. En particular, implementaciones del producto óptico (cuando se utilizan conjuntos de lentes no lineales, el producto se etiquetaría como un producto óptico en lugar de un producto lenticular), el ángulo inclinado de los conjuntos de lentes es de 14,04 grados, 18,435 grados, 26,57 grados o 45 grados.

Se usarían hojas de lentes fabricadas con conjuntos de lentes inclinados para producir productos ópticos tales como los mostrados en 1100, 1150 en las Figuras 11A y 11B con el material lenticular, hoja de lente o película de lente 1110 reemplazada por hoja(s)/película(s) de lente con conjuntos de lentes inclinados. De manera similar, el método 1200 de fabricar un producto lenticular se modificaría para producir productos ópticos cambiando la etapa 1210 para seleccionar hojas de lentes o material de lentes con conjuntos inclinados de lentes no lineales (p. ej., reemplazar "lenticulas" con un conjunto de lentes inclinadas). Adicionalmente, el sistema 1300 de la Figura 13 se puede modificar fácilmente para producir productos ópticos 1390 reemplazando la hoja de lente 1384 con lenticulas por una formada con conjuntos de lentes inclinados.

La Figura 14 ilustra, de manera esquemática, un producto óptico 1400 que implementa estos conceptos. Como se muestra, el producto óptico 1400 incluye una hoja o material de lente (p. ej., una película transparente a transmisiva (o translúcida) 1410 con una superficie superior 1414 que está fabricada para incluir una pluralidad de hojas de base redonda, lentes no lineales o microlentes 1422 (o lentes redondas) en lugar de lenticulas. El producto 1400 incluye también una capa de tinta debajo de la hoja de lente 1410, y la capa de tinta se imprime usando un mapa de píxeles o una matriz de píxeles como se describe para el mapa 1000 de la Figura 10. Particularmente, los píxeles tales como los píxeles 1456 están dispuestos en matrices de 9 por 9 como se muestra con la matriz 1450. De este modo, los píxeles están dispuestos en un patrón útil para entrelazar nueve cuadros o imágenes para proporcionar la configuración no ortogonal de 18,435 grados descrita con referencia a la Figura 7. En esta realización, nueve cuadros deben entrelazarse e imprimirse en una capa de tinta o imagen para su uso con la hoja de lente 1410 con conjuntos de lentes inclinados o conjuntos de lentes 1420, 1430, 1434, 1438 que están en ángulo o desplazados de la vertical en aproximadamente 18,435 grados (es decir,  $\theta$  es igual a 18,435 grados en esta realización).

Para este fin, el conjunto de lentes 1420 se muestra colocado sobre la capa de tinta formada basándose en el mapa de píxeles (p. ej., mapa de píxeles 1000 de la Figura 10). Una única lenticula o lente alargada 1440 se muestra sobre la parte superior del conjunto de lentes 1420. Esto es útil para mostrar que el conjunto 1420 de lentes redondas 1422 se puede usar para reemplazar la lenticula 1440. El eje longitudinal de la lenticula 1440 coincide con una línea 1423 que pasa por el centro o punto central de cada una de las lentes 1422 en el conjunto de lentes 1420. La línea 1423 se muestra en un ángulo inclinado o desplazado,  $\theta$ , con respecto a la vertical (pero esta también podría ser la horizontal) 1424 de aproximadamente 18,435 grados. En la matriz 1450, los píxeles numerados o ubicaciones de píxeles 1456 representan ubicaciones donde se ubicarían los píxeles de imágenes/cuadros entrelazados al imprimir la capa de impresión como se puede realizar usando un archivo de impresión construido sobre el mapa o matriz 1450.

Específicamente, la matriz 1450 se usa para entrelazar nueve cuadros o imágenes y los números del 1 al 9 se colocan en cada uno de los píxeles o ubicaciones de píxeles 1456 en el mapa (p. ej., cada punto en las filas y columnas del mapa/matriz), representando cada número similar representa un píxel del mismo cuadro/imagen (p. ej., todas las ubicaciones de píxeles 1456 llenas con un "4" corresponderían a píxeles de un cuarto cuadro/imagen) y en ubicaciones en dicho cuadro/imagen correspondientes con las ubicaciones en el mapa/matriz de píxeles. Por ejemplo, un "9" en el centro del mapa/matriz corresponde con un píxel en el noveno cuadro/imagen ubicado aproximadamente en el centro del cuadro/imagen. Como otro ejemplo, un "3" situado en la esquina inferior izquierda del mapa/matriz se corresponde con un píxel en la esquina inferior izquierda del tercer cuadro/imagen del conjunto de nueve cuadros/imágenes que se combinan para formar un archivo de impresión entrelazado o combinado.

Como se puede observar (y como se comenta con respecto a la Figura 10), los píxeles en ubicaciones de píxeles debajo de las lentes 1422 del conjunto 1420 (y otros conjuntos 1430, 1434, 1438) están alineados para ser paralelos con la línea 1423 que pasa por el centro de las lentes 1422 y son simultáneamente visibles mientras el entrelazado no es ortogonal (es decir, está a lo largo de una columna en el mapa/matriz (pero podría estar a lo largo de una fila si el conjunto de lentes 1420 tuviera un ángulo horizontal en lugar de vertical)). Por ejemplo, un conjunto de "9" píxeles proporcionados en las ubicaciones de los píxeles en el mapa/matriz (y la correspondiente capa de tinta impresa) sería visible para un espectador a través del conjunto de lentes 1420 desde un punto de vista particular. Dicho de otra forma, siguiendo una inclinación de 18,435 grados en el mapa/matriz (y bajo el conjunto de lentes 1420 que tiene esta misma inclinación hacia la vertical 1424) todos los dígitos son iguales dentro de las ubicaciones de los píxeles (p. ej., cuando se utiliza para crear un archivo de impresión, el mapa/matriz requiere que los píxeles de una sola imagen se alineen con una inclinación de 18,435 grados).

Sin embargo, el entrelazado de píxeles no es ortogonal a la línea central de la lente 1423 como se muestra con el conjunto 1480 de píxeles entrelazados (o ubicaciones de píxeles en el mapa/matriz y la correspondiente capa de tinta impresa) que incluye píxeles de cada cuadro/imagen. El proceso o algoritmo de entrelazado puede generarse basándose en las enseñanzas de la Figura 7, en este ejemplo, y se realiza para alinear píxeles de cuadros/imágenes similares con la línea central 1423 del conjunto de lentes 1420 mientras se proporciona un entrelazado matricial o no

ortogonal de píxeles de cada uno de los cuadros/imágenes a través de las lentes 1422 en el conjunto de lentes 1420. Obsérvese que, los nueve píxeles del conjunto 1480 no son visibles bajo una única lente 1422, mostrando la realización de la Figura 14 una implementación donde tres lentes cubren los nueve píxeles entrelazados. En algunos casos, si bien, puede ser útil dimensionar y alinear las lentes 1422 en algunas implementaciones del producto óptico 1400 de forma que cada lente 1422 cubra un píxel de cada imagen o cuadro que se esté entrelazando. En la realización de la Figura 14, cada lente 1422 cubre o está sobre un conjunto de nueve píxeles asociados con nueve imágenes/cuadros diferentes. Cuando la imagen impresa se ve a través de las lentes, cada lente 1422 del conjunto se utiliza para mostrar un solo píxel de una imagen/cuadro similar (p. ej., cada lente 1422 muestra los "5" píxeles y después los "3" píxeles y así sucesivamente).

Como se ha analizado anteriormente, los inventores observaron durante el proceso de entrelazado que se pueden identificar submatrices repetidas, y éstas se pueden repetir (p. ej., colocadas una al lado de la otra y apiladas una sobre otra de forma repetitiva) para generar un mapa o matriz como se muestra en la Figura 14 de un tamaño y/o forma deseados para adaptarse a una hoja de lente particular. Una submatriz de entrelazado ilustrativa se muestra en 1450 que se puede usar para proporcionar un entrelazado no ortogonal de nueve cuadros/imágenes para adaptarse a una hoja de lente con lenticulas o lentes inclinadas a 18,435 grados (es decir, para colocar píxeles de cada cuadro en inclinaciones o desplazamientos angulares de 18,435 grados para una visualización adecuada a través de los conjuntos de lente 1420, 1430, 1434, 1438). Se pueden generar fácilmente mapas o matrices de píxeles similares para otras hojas de lentes con diferentes inclinaciones angulares o desplazamientos respecto de la vertical (tal como para 14,04 grados, 26,57 grados y 45 grados (con intervalos de aproximadamente 5 o más grados a cada lado de estos valores)).

Al diseñar las lentes 1422 para su uso en la superficie 1414 de la hoja de lente 1410, puede ser útil disponer y dimensionar las lentes 1422 en cada conjunto 1420, 1430, 1434, 1438 para reemplazar una lenticula inclinada 1440. Por ejemplo, se puede elegir o definir un LPI particular como se analiza en la presente memoria, y esto proporcionaría una lenticula o un ancho de lente lineal,  $W$ . Después, se pueden elegir lentes redondas tales como lentes 1422 que tengan un radio de lente que sea aproximadamente la mitad de este ancho de lenticula,  $W$ . El patrón de lentes 1422 con tal radio se selecciona para proporcionar conjuntos 1420, 1430, 1434, 1438 que están dispuestos cada uno en un patrón lineal de manera que una línea pasa a través de un punto central de cada lente 1422 en un conjunto particular 1420, 1430, 1434, 1438 como se muestra con la línea 1423. Además, tales "líneas centrales" de los conjuntos 1420, 1430, 1434 y 1438 de lentes 1422 dispuestas linealmente serían todas paralelas entre sí. También, como se muestra, normalmente habría poco o ningún espacio entre las lentes 1422 dentro de un conjunto 1420, 1430, 1434, 1438 o entre lentes de conjuntos uno al lado del otro (p. ej., las lentes 1422 de los conjuntos 1420 y 1430 se muestran con sus bases en contacto entre sí).

Los inventores reconocieron además que las lentes con otras formas de base pueden ser útiles en productos ópticos (en lugar de las lenticulas inclinadas). En una realización alternativa, la Figura 15 muestra un producto óptico 1500 en el que la hoja de lente 1410 se reemplaza con una hoja de lente 1510 con una superficie superior (o superficie opuesta a su superficie inferior plana) 1514 que está fabricada con una pluralidad de lentes o microlentes no lineales 1522. Las lentes 1522 están configuradas con bases hexagonales en lugar de bases redondas.

Al igual que con la hoja de lente 1410, las lentes 1522 de la hoja de lente 1510 están dispuestas linealmente (o dispuestas en una línea o fila) en un patrón tal que una línea 1523 pasa por el centro de cada lente 1522 en un conjunto 1520. Además, esta línea central 1523 del conjunto 1520 está en un ángulo inclinado,  $\theta$ , y no ortogonal a los bordes de la hoja 1510 (o a los ejes verticales u horizontales de la hoja 1510). Como se muestra, el ángulo inclinado,  $\theta$ , es nuevamente 18,435 grados (pero se puede usar todo el intervalo de ángulos inclinados discutidos en la presente memoria para producir la hoja 1510). Cada conjunto 1520, 1530, 1534, 1538 está dispuesto con sus líneas centrales paralelas entre sí. Las lentes 1522 se usan para reemplazar o en lugar de la lenticula 1440, y, para este fin, cada una de las lentes 1522 puede tener un ancho,  $W_{\text{Hex}}$  (medido entre las esquinas opuestas de la base hexagonal) que coincida con el ancho de la lenticula,  $W$ . Dentro de un conjunto como el conjunto 1520, las lentes 1522 pueden disponerse con lados contiguos mientras que los conjuntos adyacentes pueden anidarse entre sí como se muestra (p. ej., con filas adyacentes escalonadas o desplazadas a lo largo de sus líneas centrales de modo que se reciba una esquina externa de una lente adyacente donde dos lentes se acoplan en el conjunto vecino).

En otra realización, la Figura 16 muestra un producto óptico 1600 en el que la hoja de lente 1410 se reemplaza con una hoja de lente 1610 con una superficie superior (o superficie opuesta a su superficie inferior plana) 1614 que está fabricada con una pluralidad de lentes o microlentes no lineales 1622. Las lentes 1622 están configuradas con bases cuadradas en lugar de bases redondas o hexagonales. Al igual que con la hoja de lente 1410, las lentes 1622 de la hoja de lente 1610 están dispuestas linealmente (o dispuestas en una línea o fila) en un patrón tal que una línea 1623 pasa por el centro de cada lente 1622 en un conjunto 1620. Además, esta línea central 1623 del conjunto 1620 está en un ángulo inclinado,  $\theta$ , y no ortogonal a los bordes de la hoja 1610 (o a los ejes verticales u horizontales de la hoja 1610). Como se muestra, el ángulo inclinado,  $\theta$ , es nuevamente 18,435 grados (pero se puede usar todo el intervalo de ángulos inclinados discutidos en la presente memoria para producir la hoja 1610).

Cada conjunto 1620, 1630, 1634, 1638 está dispuesto con sus líneas centrales paralelas entre sí. Las lentes 1622 se usan para reemplazar o en lugar de la lenticula 1440, y, para este fin, cada una de las lentes 1622 puede tener un ancho,  $W_{\text{Cuadrado}}$  (medido entre las esquinas opuestas de la base hexagonal) que coincida con el ancho de la lenticula,

5 W. Dentro de un conjunto como el conjunto 1620, las lentes 1622 pueden disponerse o apilarse con lados contiguos (y dos lados o bordes colineales) mientras están alineadas (no escalonadas) con las lentes de conjuntos adyacentes o vecinos como se muestra en el ejemplo de la Figura 16. Como se muestra en 1675, los píxeles de un cuadro particular (aquí Cuadro 6) son visibles cuando las lentes 1622 del conjunto 1630 se enfocan a lo largo del ángulo inclinado,  $\theta$ , y esto sería válido para todos los demás cuadros, también.

10 Para cualquier tipo de lente (p. ej., lineal o lenticular, base redonda, base hexagonal o base cuadrada) que demande el mismo número mecánico EPI (o ancho de lentícula, diámetro de base redonda, ancho de base hexagonal o ancho de base cuadrada), se puede ajustar la distancia vertical para adaptarse al número de cuadros que se entrelazan (mediante entrelazado inclinado como se describe en la presente memoria). En este caso el ajuste se realiza sin cambiar el tamaño de la lente. En su lugar, con el mismo tamaño de lente, el ángulo de inclinación se cambia para adaptarse al número de cuadros para una lente o conjunto de lentes en particular.

15 Por ejemplo, la distancia vertical se puede aumentar disminuyendo la magnitud del ángulo inclinado y se puede disminuir aumentando la magnitud del ángulo inclinado (p. ej., se pueden colocar más píxeles en una columna vertical (o fila horizontal si la inclinación es horizontal en lugar de vertical) cuando se usa un ángulo de inclinación de aproximadamente 14 grados que cuando se usa un ángulo de inclinación de 45 grados). En otros casos, se puede realizar un escalado para ajustar el "tamaño" de la columna de píxeles o, dicho de otra forma, el tamaño de la matriz o mapa de píxeles de los cuadros o imágenes. De esta manera, se puede diseñar y fabricar después un producto óptico que tenga una hoja de lente con diferentes ángulos inclinados y/o con el número de cuadros (y el número asociado de píxeles) ajustada para proporcionar una resolución deseada mientras se ajusta dentro de la distancia  
20 vertical disponible debajo de las lentículas o lentes en cada conjunto de lentes para entrelazar una columna de píxeles.

## REIVINDICACIONES

1. Un producto óptico, que comprende:

una hoja de lente transparente (1110) que comprende un primer lado que tiene una pluralidad de conjuntos uno al lado del otro de lentes dispuestas linealmente (1114; 1420; 1430; 1434; 1438; 1520; 1530; 1534; 1538; 1620; 1630; 1634; 1638) con cada uno de los conjuntos en un ángulo inclinado ( $\theta$ ) en un intervalo de 10 a 46 grados desde un eje vertical u horizontal (407) de la hoja de lente, en donde cada uno de los conjuntos de lentes dispuestos linealmente (1114; 1420; 1430; 1434; 1438; 1520; 1530; 1534; 1538; 1620; 1630; 1634; 1638) tiene un eje longitudinal (405) que se extiende a través de una pluralidad de lentes dispuestas linealmente (1422; 1522; 1622) y un ancho de lente ( $L_w$ ) medido por una línea (428) que se extiende ortogonal al eje longitudinal (405) a través de una de las lentes (1422; 1522; 1622);

y

una capa de tinta (1120), próxima a un segundo lado (1118) de la hoja de lente (1110) opuesto al primer lado, que comprende píxeles (531-541) de una pluralidad de imágenes digitales, en donde los píxeles (531-541) están dispuestos en un patrón de ubicaciones de píxeles que proporcionan un entrelazado no ortogonal de las imágenes digitales con respecto a cada uno de los conjuntos de lentes dispuestos linealmente (1114; 1420; 1430; 1434; 1438; 1520; 1530; 1534; 1538; 1620; 1630; 1634; 1638),

en donde el patrón de ubicaciones de píxeles proporciona conjuntos (530; 1050; 1480) de los píxeles, en donde cada conjunto (530; 1050; 1480) de los píxeles es lineal y se extiende a lo largo de una línea (420) que es transversal y no ortogonal al eje longitudinal (405) de uno de los conjuntos de lentes dispuestos linealmente (1114; 1420; 1430; 1434; 1438; 1520; 1530; 1534; 1538; 1620; 1630; 1634; 1638),

teniendo la línea (420) una longitud que es mayor que el ancho de la lente ( $L_w$ );

caracterizado por que

el patrón de ubicaciones de píxeles comprende una matriz de píxeles que repite submatrices cuadradas (1060; 1450) de los conjuntos (530; 1050; 1480) de los píxeles un número de veces.

2. El producto óptico de la reivindicación 1, en donde el patrón de ubicaciones de píxeles está adaptado para alinear un número de píxeles de cada una de las imágenes digitales para que sean paralelos a una línea (1015) que se extiende a través de un centro de las lentes dispuestas linealmente en uno adyacente de los conjuntos de lentes dispuestas linealmente, por lo que el número de píxeles es mayor que el número de píxeles disponibles usando entrelazado ortogonal a la línea que se extiende a través del centro de las lentes dispuestas linealmente.

3. El producto óptico de la reivindicación 1, en donde cada una de las lentes dispuestas linealmente tiene una base redonda o una base hexagonal o una base cuadrada.

4. El producto óptico de la reivindicación 1, en donde la hoja de lente (1110) tiene un espesor en el intervalo de 10 a 2500 micrómetros y los conjuntos de lentes dispuestos linealmente (1114; 1420; 1430; 1434; 1438; 1520; 1530; 1534; 1538; 1620; 1630; 1634; 1638) se proporcionan en el primer lado en 29,55 a 591 líneas por cm (de 75 a 1500 líneas por pulgada),

opcionalmente, en donde cada una de las lentes dispuestas linealmente tiene un parámetro de tamaño que coincide con líneas por cm de los conjuntos de lentes dispuestos linealmente (1114; 1420; 1430; 1434; 1438; 1520; 1530; 1534; 1538; 1620; 1630; 1634; 1638).

5. El producto óptico de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de imágenes digitales comprende un número de imágenes seleccionadas del intervalo de 5 imágenes y 16 imágenes y en donde el entrelazado no ortogonal lo proporcionan los conjuntos (530; 1050; 1480) de los píxeles igual en número al número de imágenes que incluyen al menos un píxel de cada una de la pluralidad de imágenes digitales.

6. El producto óptico de la reivindicación 5, en donde los conjuntos (530; 1050; 1480) de los píxeles que proporcionan el entrelazado no ortogonal están alineados en una fila o en una columna del patrón de ubicaciones de píxeles.

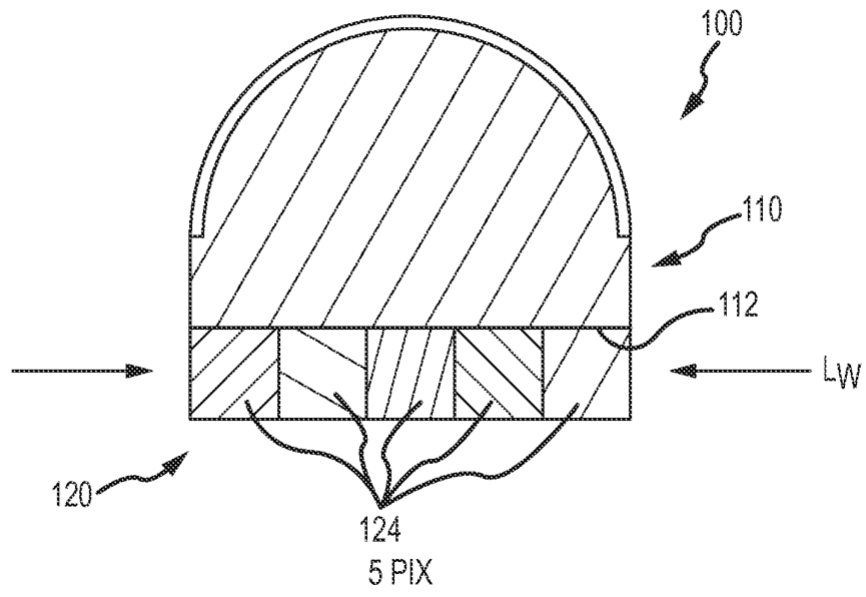
7. El producto óptico de la reivindicación 1, en donde el ángulo de inclinación ( $\theta$ ) cae dentro de un intervalo de 14 a 15 grados, un intervalo de 18 a 19 grados, un intervalo de 26 a 27 grados, o un intervalo de 44 a 46, opcionalmente, en donde el ángulo de inclinación ( $\theta$ ) es 14,04 grados, 18,435 grados, 26,57 grados o 45 grados.

8. El producto óptico de la reivindicación 1, que comprende además una capa adhesiva (1154) entre la capa de tinta (1120) y el segundo lado (1118) de la hoja de lente (1110), en donde la capa adhesiva (1154) es sustancialmente transparente a la luz.

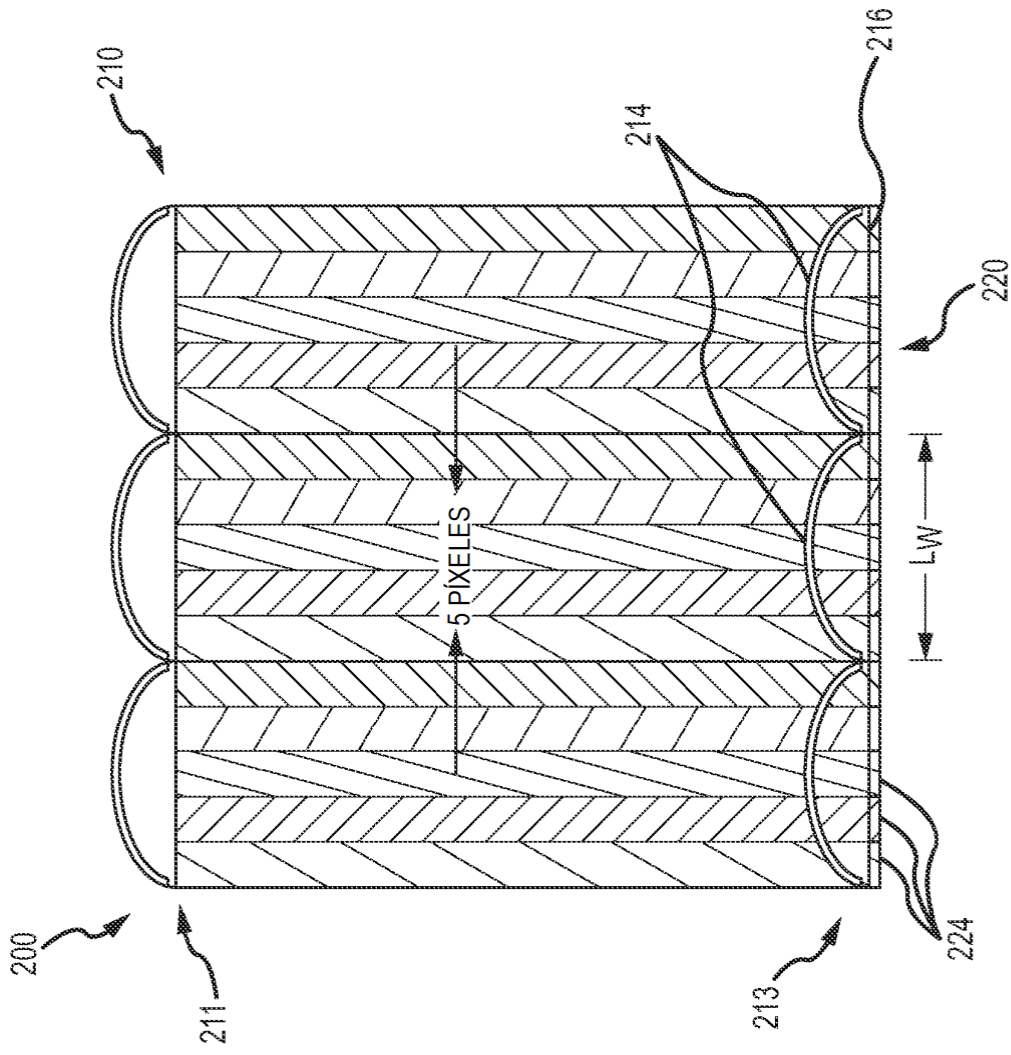
9. El producto óptico de la reivindicación 1, que comprende además un sustrato (1130) y una capa de adhesivo transparente (1135) entre el sustrato (1130) y la capa de tinta (1120).

10. El producto óptico de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de imágenes digitales se selecciona de manera que la pluralidad de píxeles en la capa de tinta (1120) produzca una imagen 3D cuando se ve a través de los conjuntos de lentes dispuestos linealmente (1114; 1420; 1430; 1434; 1438; 1520; 1530; 1534; 1538; 1620; 1630; 1634; 1638) de la hoja de lente (1110).

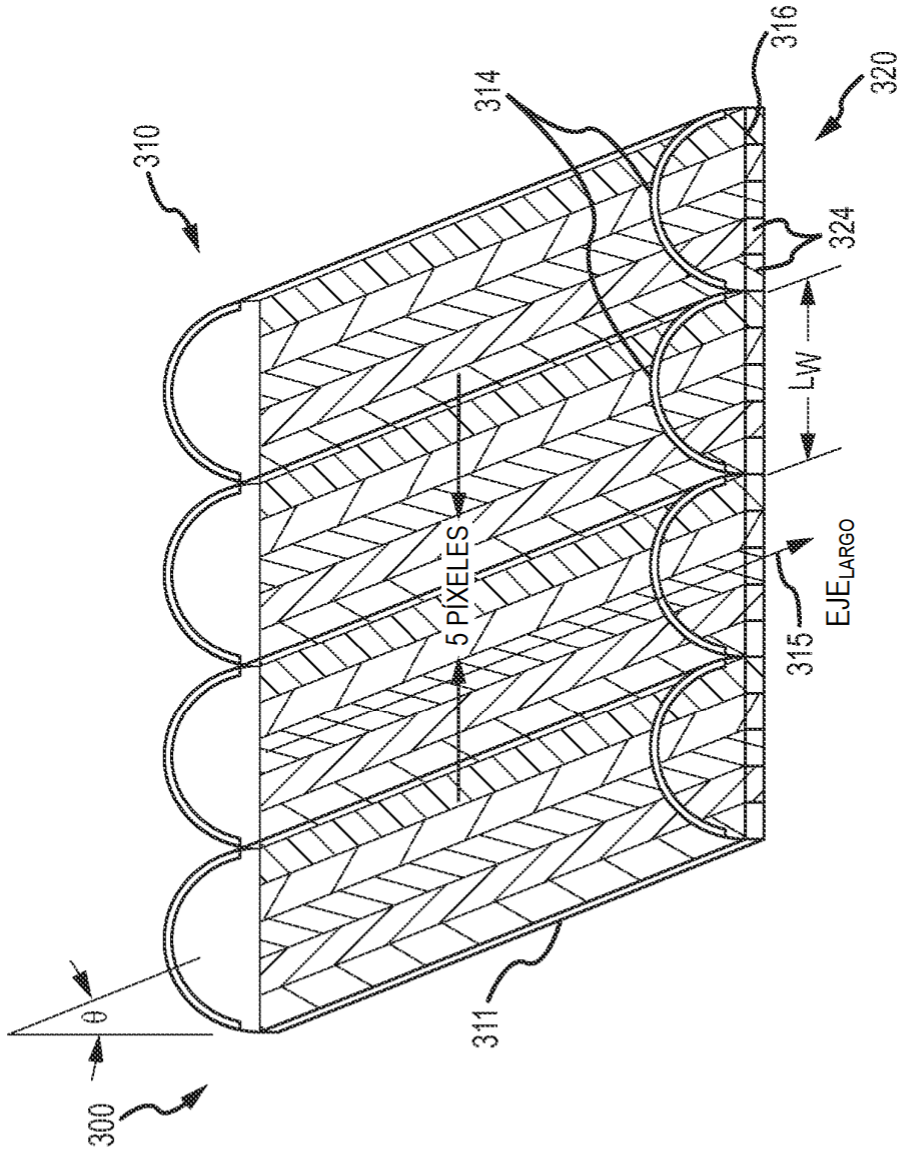
11. El producto óptico de la reivindicación 1, en donde la longitud de la línea (420) es al menos el doble del ancho de la lente ( $L_w$ ), opcionalmente, en donde la longitud de la línea (420) es al menos el triple del ancho de la lente ( $L_w$ ) y opcionalmente, además, en donde la longitud de la línea (420) es al menos el cuádruple del ancho de la lente ( $L_w$ ).
- 5 12. El producto óptico de la reivindicación 1, en donde una relación de etapas, que definen un aumento en la cantidad de datos entrelazados en comparación con el entrelazado tradicional, es mayor que 4 cuando el ángulo de inclinación ( $\theta$ ) está en el intervalo de 14 a 15 grados, es mayor que 3 cuando el ángulo inclinado ( $\theta$ ) está en el intervalo de 18 a 19 grados, y es mayor que 2 cuando el ángulo inclinado ( $\theta$ ) está en el intervalo de 26 a 27 grados.
- 10 13. El producto óptico de la reivindicación 12, en donde la relación de etapas es de 4,122 cuando el ángulo de inclinación ( $\theta$ ) está en el intervalo de 14 a 15 grados, es 3,16260 cuando el ángulo de inclinación ( $\theta$ ) está en el intervalo de 18 a 19 grados, y es 2,23560 cuando el ángulo de inclinación ( $\theta$ ) está en el intervalo de 26 a 27 grados.
14. El producto óptico de la reivindicación 1, en donde los píxeles en la capa de tinta (1120) son estáticos en el tiempo y en donde los píxeles muestran simultáneamente la pluralidad de imágenes digitales.



**FIG.1**  
TÉCNICA ANTERIOR



**FIG.2**  
TÉCNICA ANTERIOR



**FIG.3**  
TÉCNICA ANTERIOR

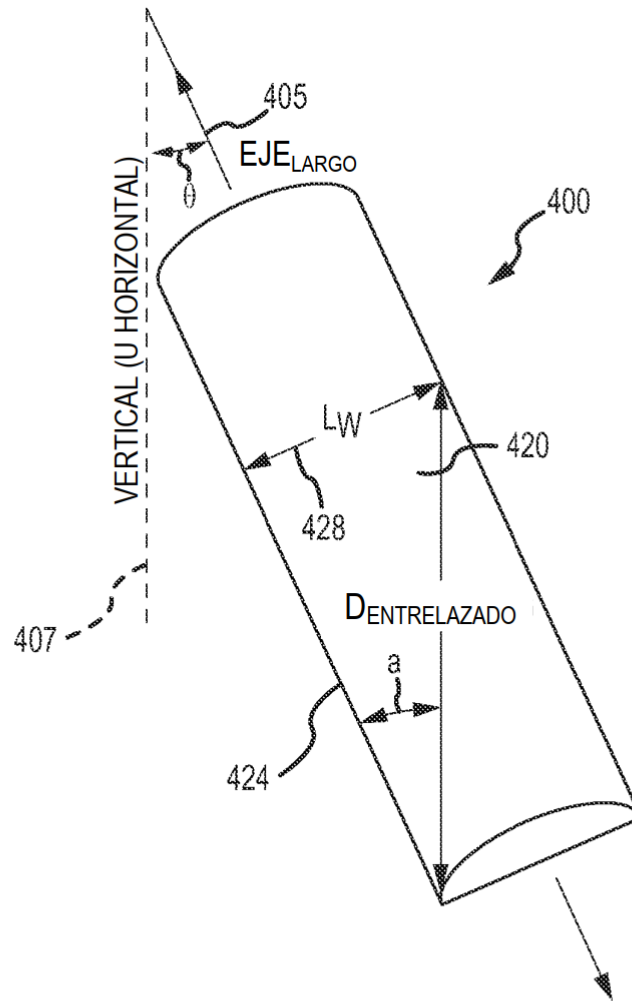


FIG.4

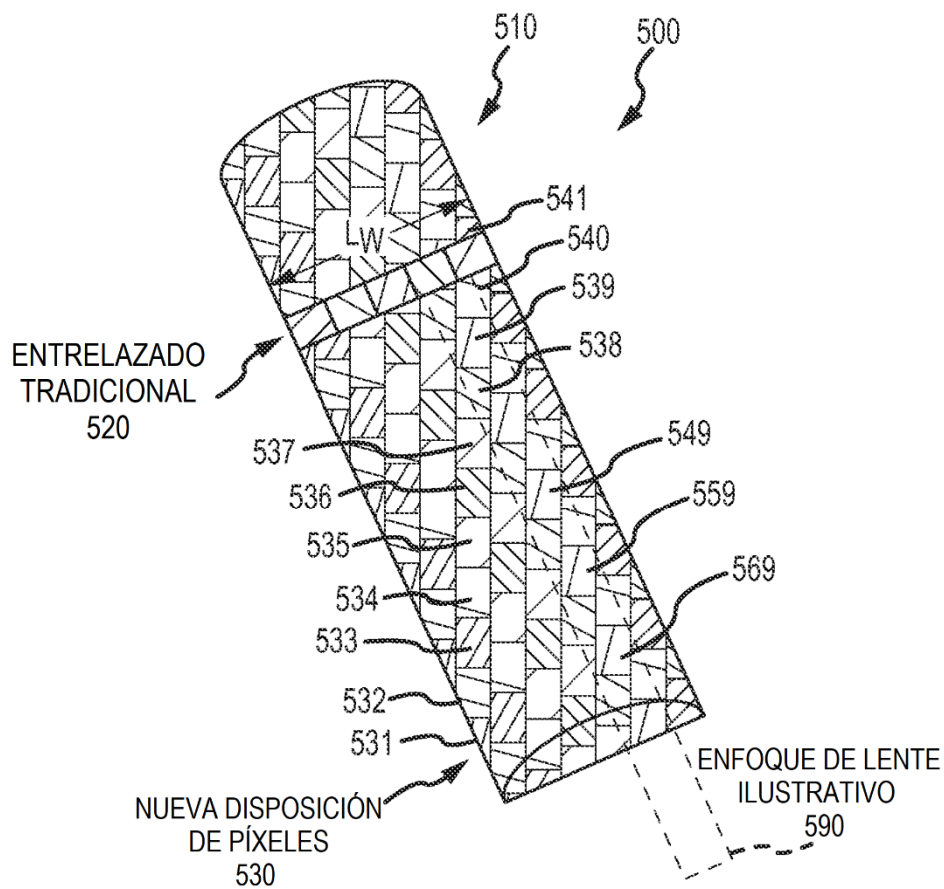


FIG.5

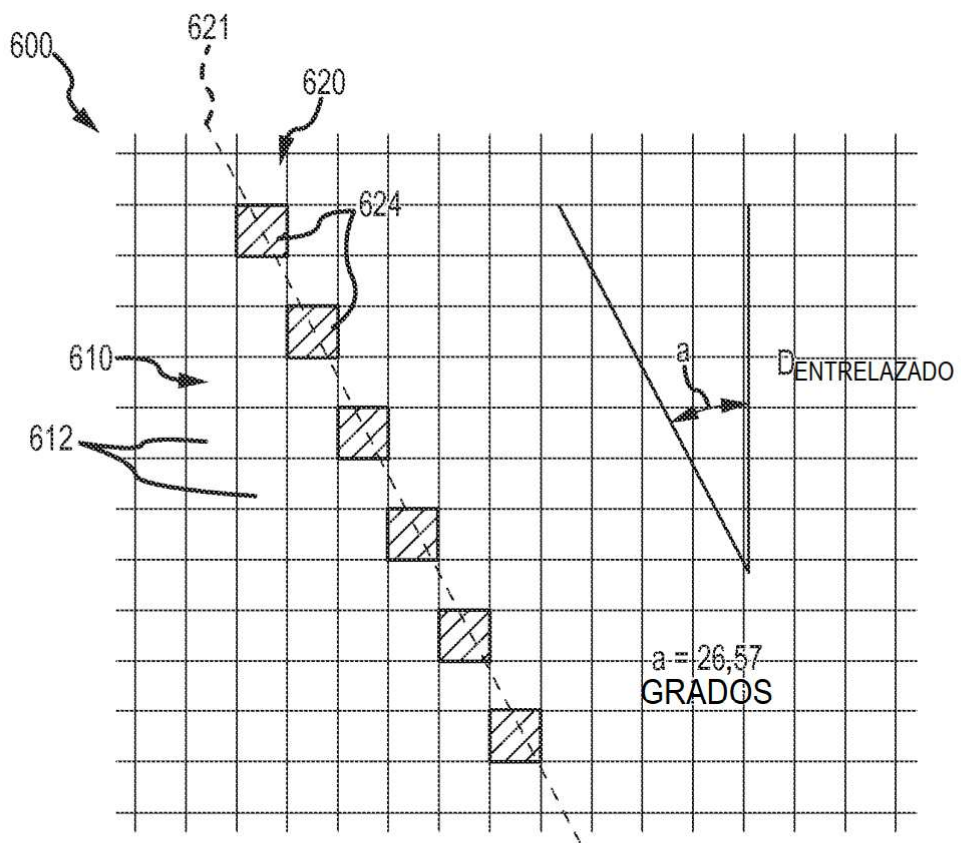


FIG.6

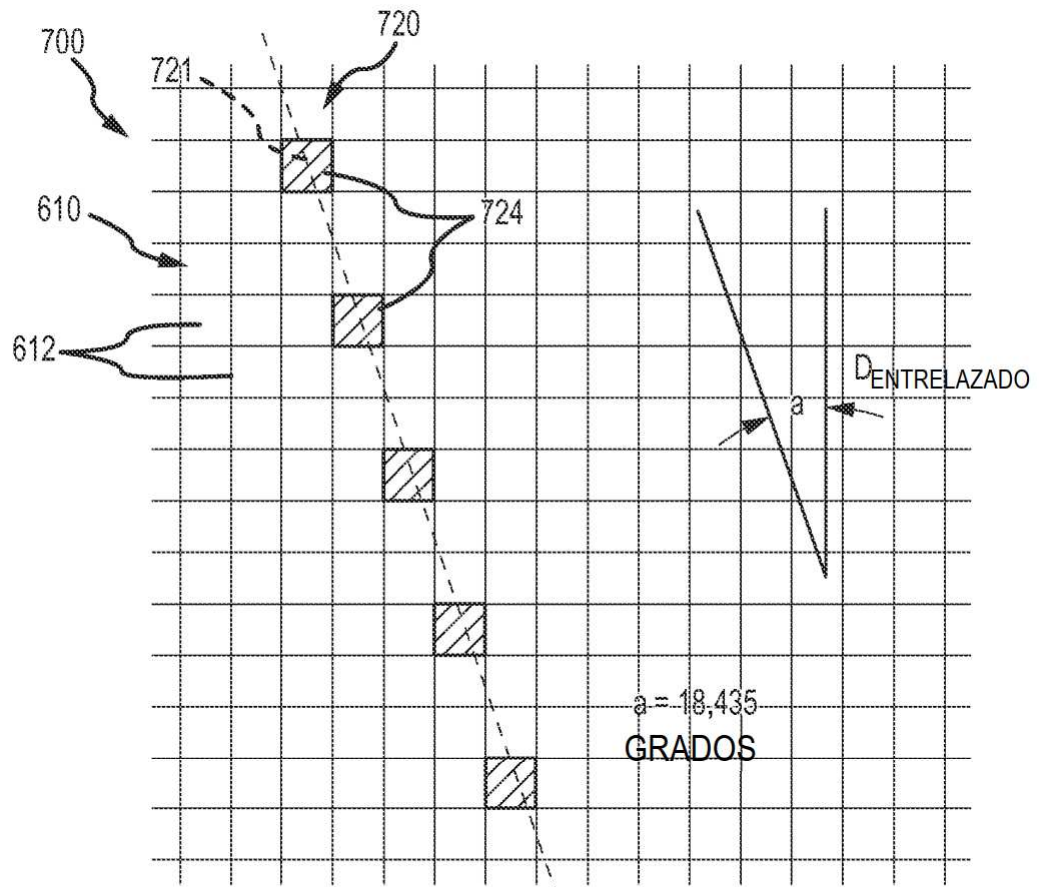


FIG.7



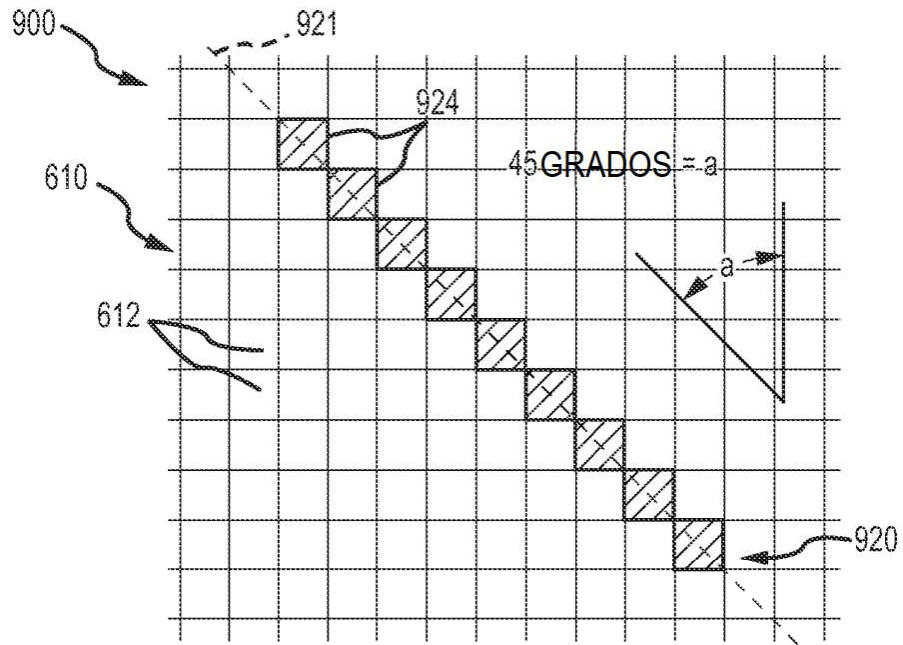


FIG.9

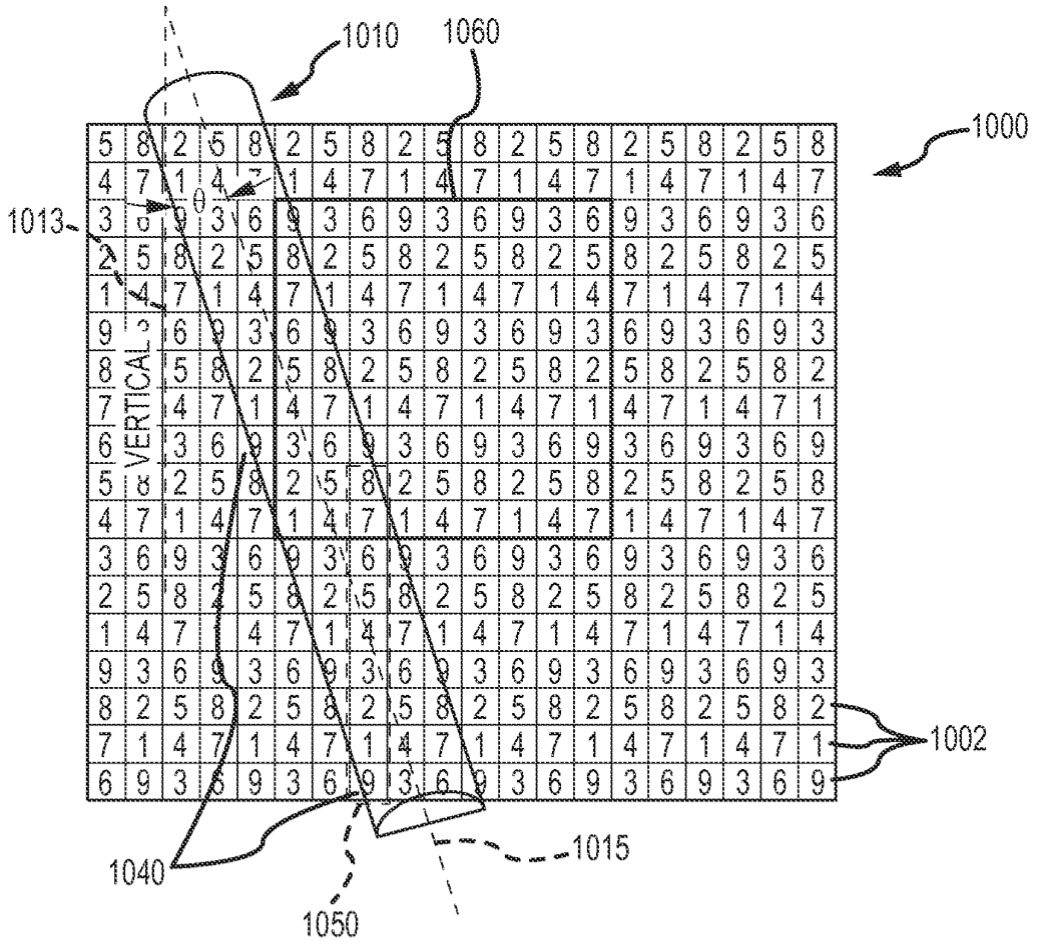


FIG.10

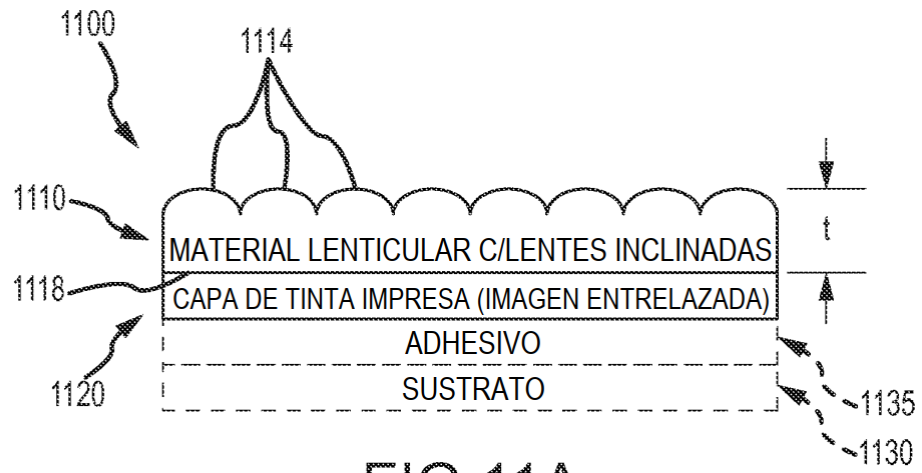


FIG.11A

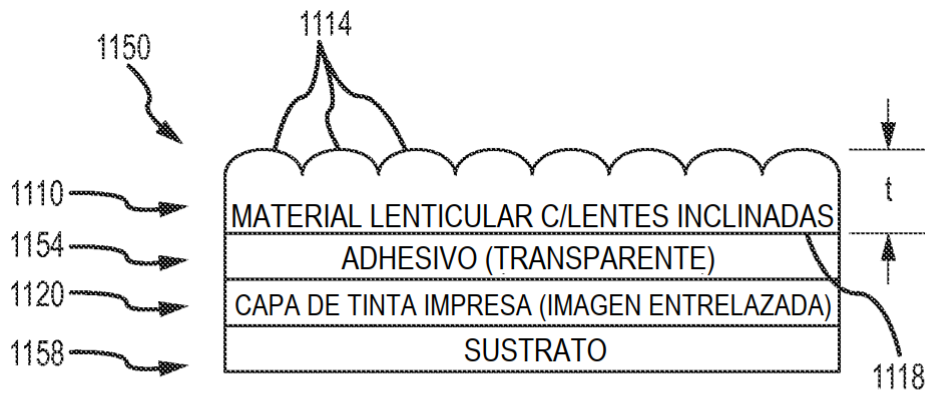


FIG.11B

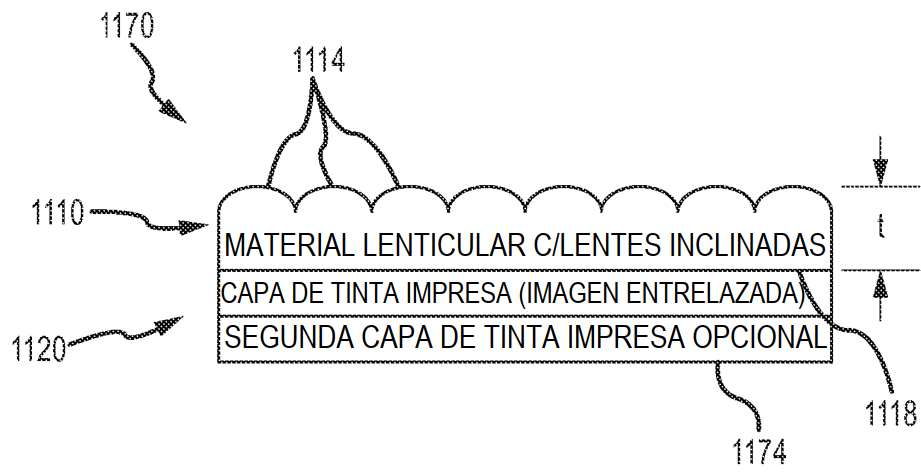


FIG.11C

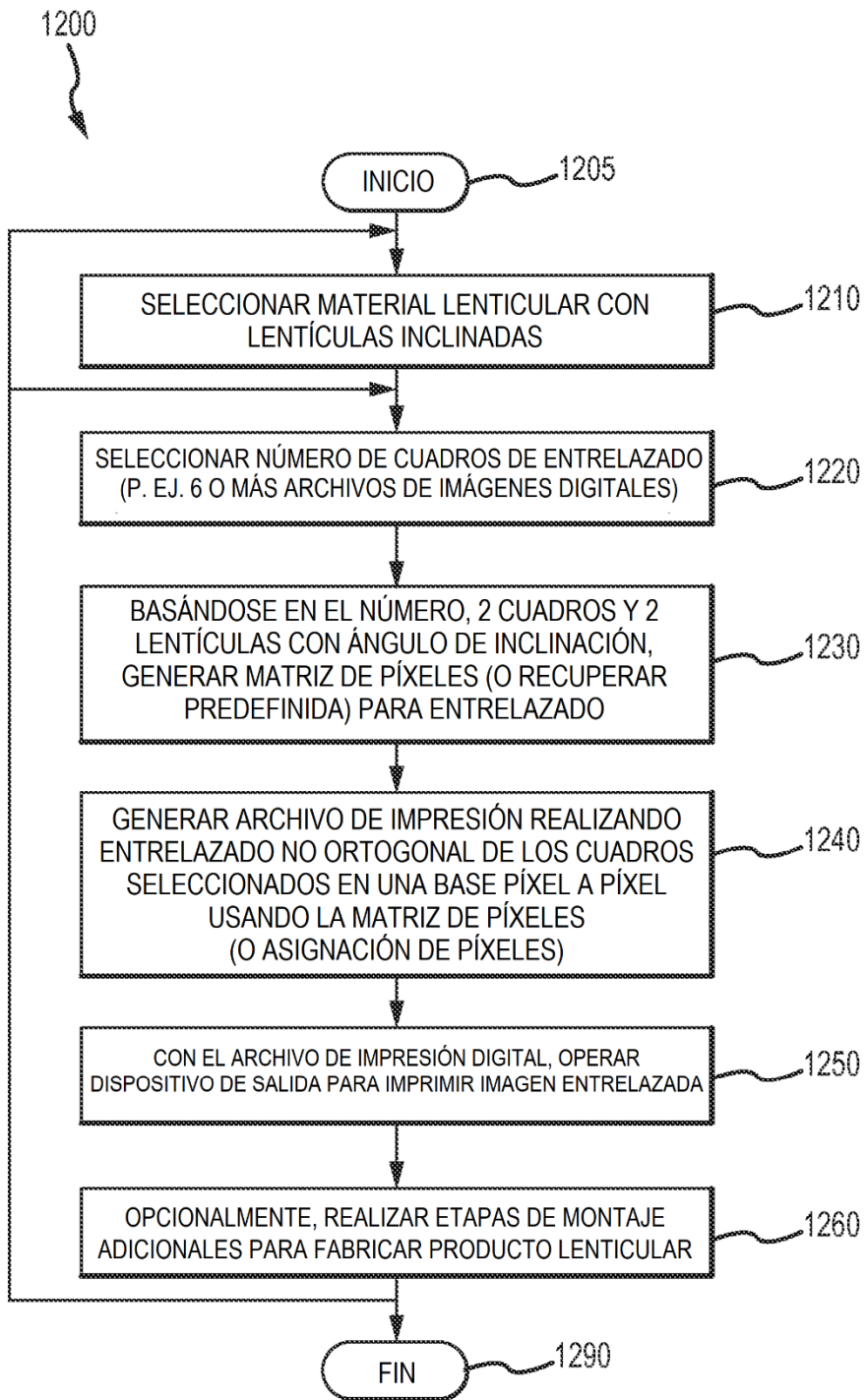


FIG.12

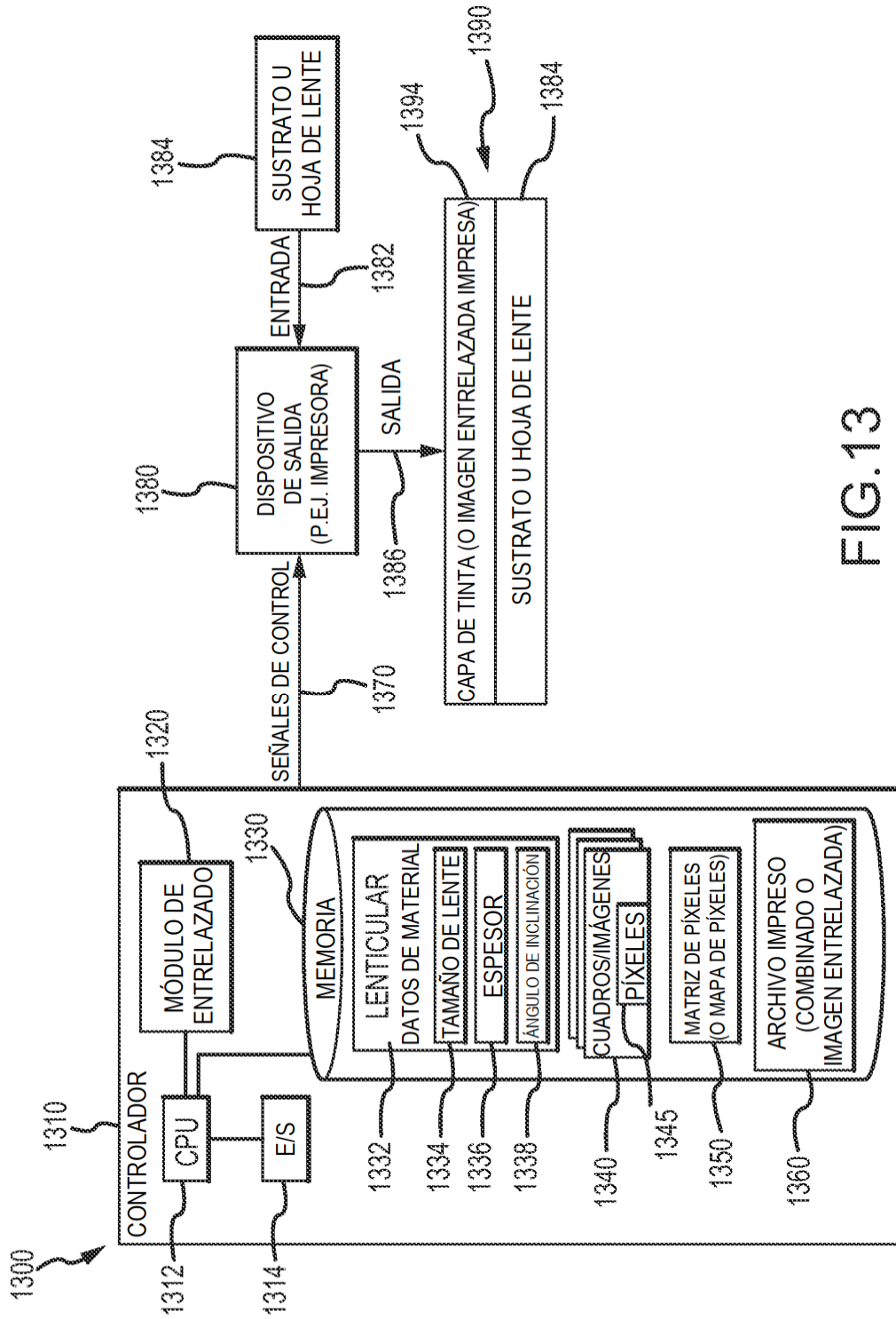


FIG.13

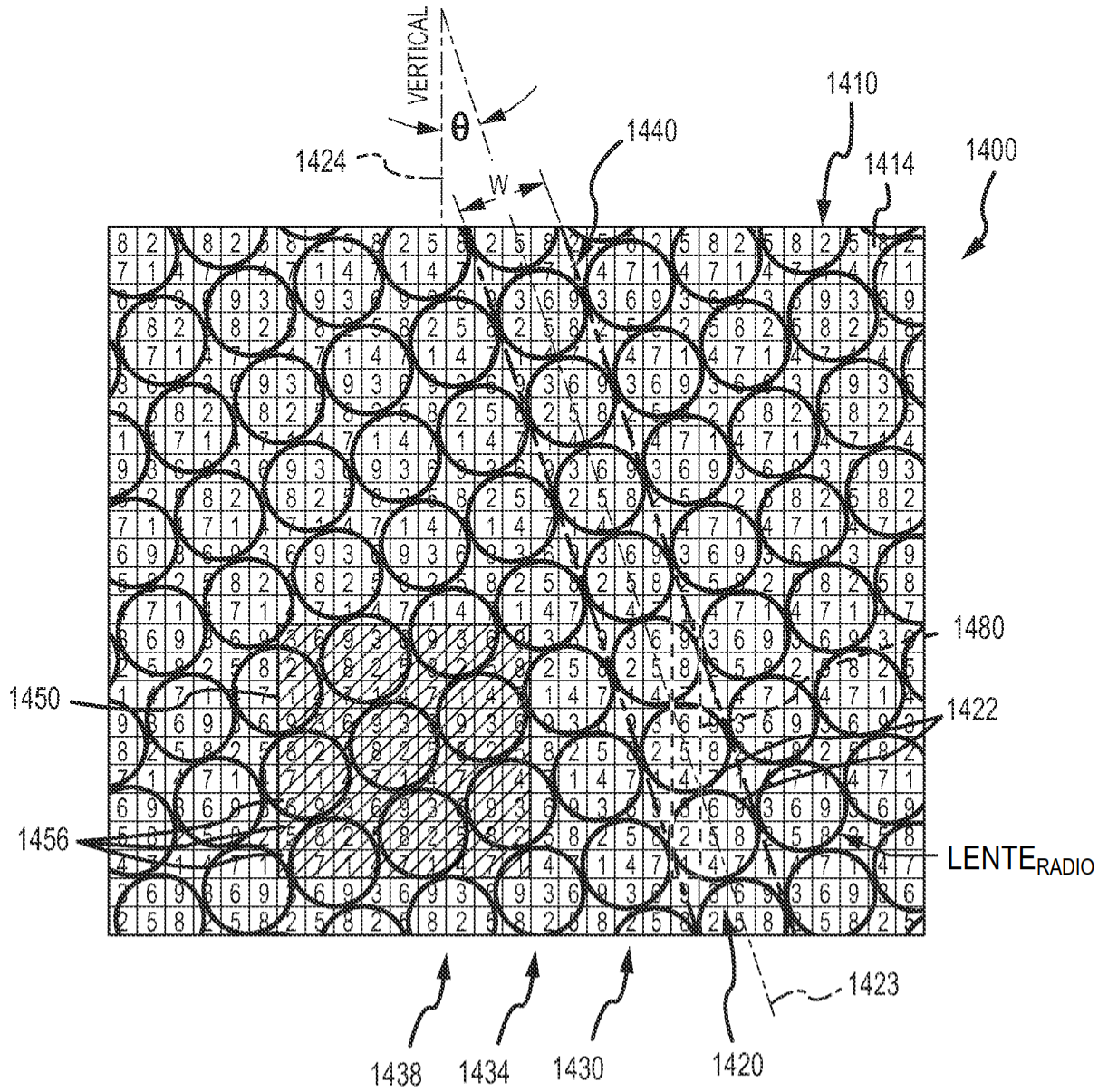


FIG.14

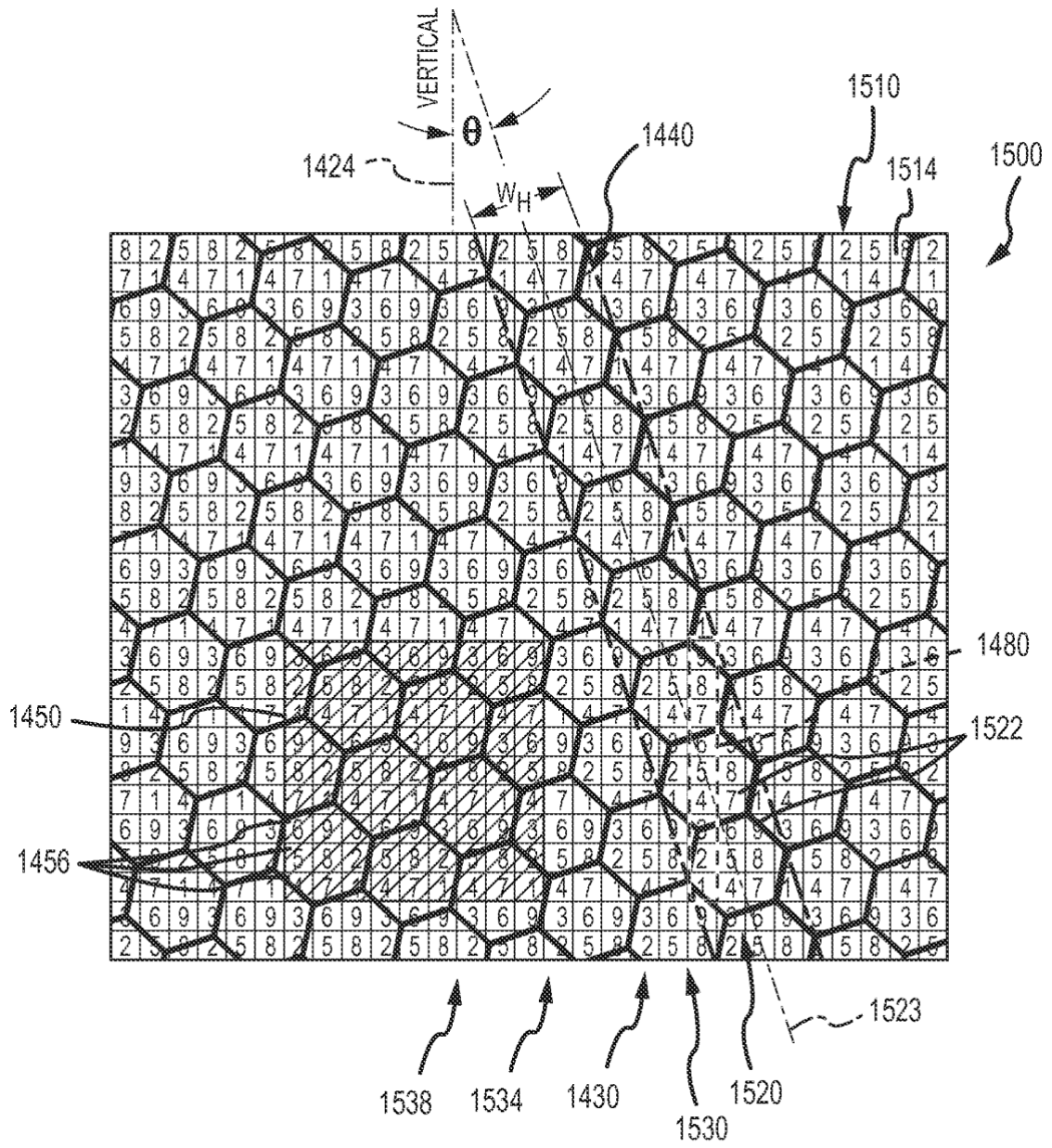


FIG.15

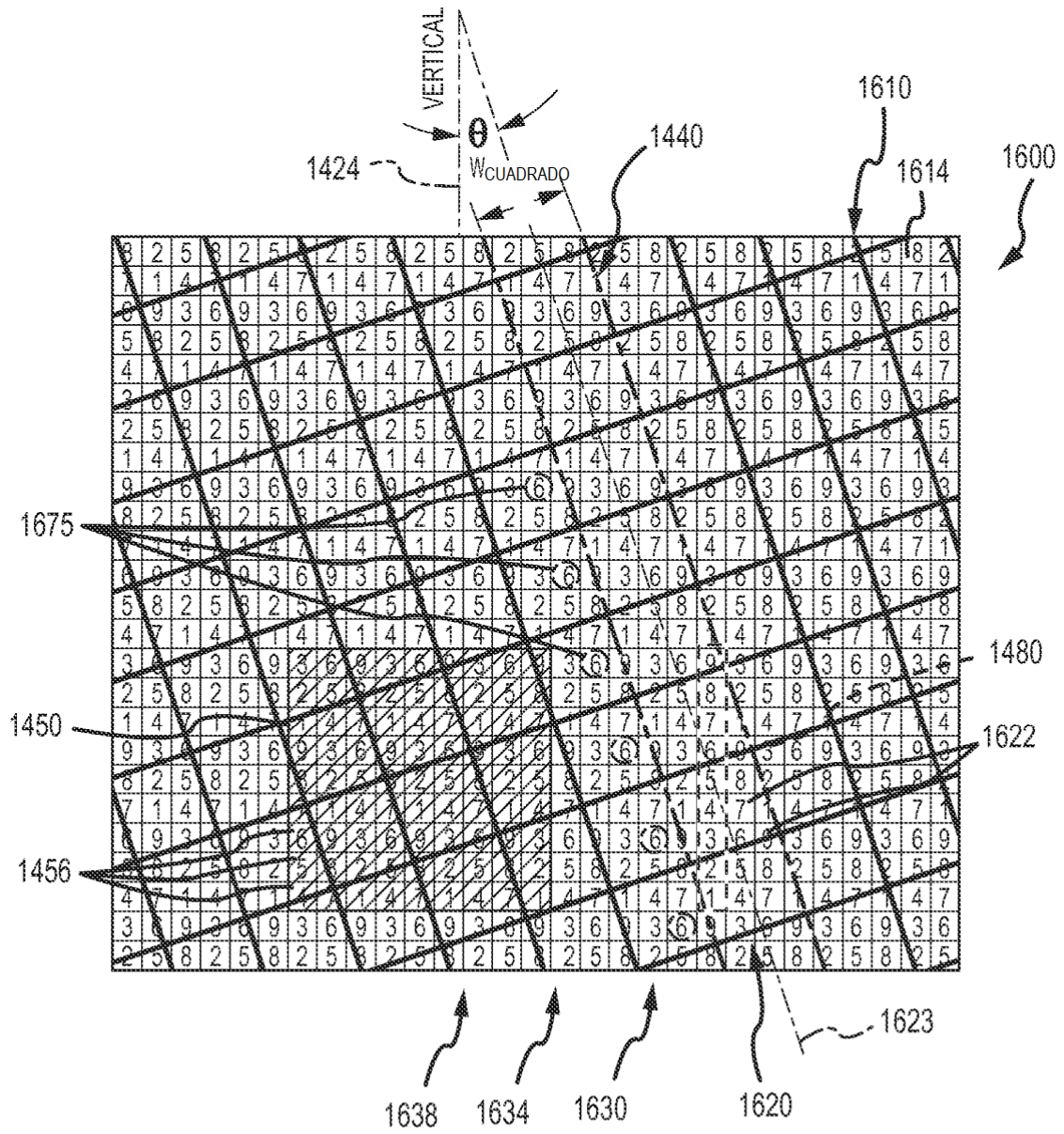


FIG.16