

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 494**

51 Int. Cl.:

B42D 25/30 (2014.01)

B42D 25/328 (2014.01)

G07D 7/12 (2006.01)

G02B 5/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.05.2014 PCT/CA2014/050444**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.11.2014 WO14179892**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2014 E 14794849 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019 EP 2994317**

54 Título: **Óptica difractiva de matrices de nanoestructuras para pantallas en color RGB**

30 Prioridad:

10.05.2013 US 201361822166 P

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

13.07.2020

73 Titular/es:

**NANOTECH SECURITY CORP. (100.0%)
505 - 3292 Production Way
Burnaby, British Columbia V5A 4R4, CA**

72 Inventor/es:

**LANDROCK, CLINTON K.;
OMRANE, BADR y
CHUO, YINDAR**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 773 494 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

Óptica difractiva de matrices de nanoestructuras para pantallas en color RGB

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud está relacionada y reivindica prioridad a la solicitud de patente provisional de los Estados Unidos No. de serie 61/822,166 presentada el 10 de mayo de 2013.

10 Campo técnico

La presente invención se refiere en general a pantallas ópticas, y más particularmente a pantallas de seguridad ópticas a todo color que utilizan matrices de nanoestructuras, y a los métodos para su fabricación y uso.

15 Antecedentes de la invención

Rejillas de difracción

20 Según un aspecto de la técnica, se conocen rejillas de difracción que pueden consistir en estructuras periódicas que provocan la difracción de la luz incidente. En tales casos, la difracción puede ocurrir tanto en modo transmisivo (p. ej., en los prismas) como reflectante (p. ej., en los CD y DVD), y dicha difracción puede deberse a la transparencia o a la naturaleza reflectante del sustrato que contiene la estructura periódica. En tal caso, el paso o el espaciado de las estructuras periódicas, que generalmente se conoce como el período de la rejilla, tiene un efecto inverso sobre el ángulo de dispersión.

25 En uno de tales aspectos según la técnica, una matriz de nanoagujeros con periodicidad en el espectro visible (λ) y diámetros de agujero más pequeños que $\lambda/2$ también puede difractar la luz para crear colores estructurales. En uno de tales aspectos, la configuración física de los nanoelementos, así como el tipo de retícula y periodicidad, pueden definir la intensidad de las longitudes de onda difractadas que pueden ser sustancialmente más altas que las que pueden obtenerse utilizando rejillas a microescala más comúnmente disponibles. Para cualquier rejilla de difracción, la intensidad de los picos máximos, en transmisión o reflexión, aumenta en función del número de rendijas (N) sobre un área determinada, aumentando específicamente como N^2 . Los colores vistos en los picos máximos de primer orden se vuelven más distinguibles, lo que lleva a una resolución cromática más alta, es decir, a colores definidos más nítidos y claros. Por ejemplo, una rejilla de difracción con un espaciado de 500 nm exhibirá una intensidad
30 cuatro veces mayor que la de una rejilla espaciada a 1000 nm, mientras produce barras de color claramente definidas. Visualmente, las características a nanoescala aparecen más brillantes, especialmente notables en luz tenue, y sus colores específicos aparecen más sólidos a medida que cambia el ángulo de visión (es decir, menos "arco iris" de colores). Las rejillas de difracción dividen la luz blanca en múltiples colores. La intensidad (I) y la resolución cromática de los colores dependen del tamaño y la densidad de las rendijas en un área determinada,
35 conforme a la relación:

$$I \propto \left[\sum_{p=1}^{N/2} \cos \left((2p-1) \pi \frac{d}{\lambda} \sin \theta \right) \right]^2$$

45 Debido a sus efectos ópticos brillantes únicos, estas rejillas a nanoescala se han implementado en algunas aplicaciones para reemplazar hologramas de aplicaciones de seguridad en algunos aspectos conocidos en la técnica.

Pantallas de colores

50 Según otro aspecto de la técnica, se conocen pantallas ópticas a color que proporcionan una amplia gama de colores mediante el uso de uno o más esquemas de definición de color. En uno de tales aspectos, un esquema o modelo de color RGB utiliza subpíxeles rojos, verdes y azules individuales para definir de manera aditiva los colores de cada píxel compuesto RGB en una pantalla electrónica, de modo que se proporcione una gama de colores visualizables. Según un aspecto adicional de la técnica, un esquema o modelo de color CMYK utiliza tintas o subpíxeles individuales de cian, magenta, amarillo y base (o negro) para definir de manera sustractiva los colores de
55 cada píxel o subregión de imagen CMYK en una pantalla electrónica o en una visualización impresa sobre un sustrato retroiluminado o blanco, por ejemplo.

60 El documento EP 2 447 744 A1 o EP 2 336 810 A1 describe el preámbulo de la reivindicación 1.

Resumen de la invención

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un dispositivo de pantalla óptica según la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas se exponen en las reivindicaciones dependientes.

5 Otras formas de realización y ventajas de la presente invención serán evidentes al considerar los dibujos junto con la descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

10 Las pantallas RGB a todo color, tales como los dispositivos de pantalla óptica, que usan matrices de nanoestructura y los métodos asociados de fabricación conforme a la presente invención se describirán ahora con referencia a las figuras de dibujos adjuntas, en las que:

15 la FIG. 1 ilustra una vista esquemática de una pantalla de color RGB de ejemplo que comprende múltiples matrices de nanoestructura configuradas para crear cada uno de los colores componentes rojo, verde y azul de un subpíxel RGB o de una subregión de la imagen por difracción de luz blanca incidente reflejada o transmitida, según una realización de la presente invención.

20 La FIG. 2 ilustra una vista esquemática de configuraciones de matriz de nanoestructura de ejemplo para proporcionar difracción selectiva de luz incidente para formar múltiples colores de una pantalla RGB a todo color, según una realización de la invención.

25 La FIG. 3 ilustra una vista esquemática de una pantalla de nanoestructura RGB a todo color de ejemplo que muestra una imagen a todo color que comprende píxeles de color individuales o subregiones de la imagen, comprendiendo cada píxel matrices de nanoestructuras dispuestas en una o más configuraciones predeterminadas para proporcionar un color deseado de cada píxel, según una realización de la invención.

30 La FIG. 4 ilustra una vista esquemática de un gráfico de píxeles de color a modo de ejemplo que muestra colores de subpíxeles RGB y CMYK formados por barras de color de matriz de nanoestructura en bandas dispuestas en configuraciones predeterminadas para mostrar el color de subpíxel deseado, según una realización.

35 La FIG. 5 ilustra una vista esquemática de matrices de nanoestructuras de retículas cuadradas y hexagonales de ejemplo para proporcionar la difracción selectiva de luz incidente a diferentes longitudes de onda, colores e intensidades, según una realización de ejemplo de la invención.

La FIG. 6 ilustra una vista isométrica de una rejilla 61 de difracción de ejemplo y una matriz 62 de nanoagujeros de ejemplo.

40 Descripción detallada de varias realizaciones

En una realización de la presente invención, una pantalla a color RGB a todo color según un aspecto de la presente invención puede comprender un dispositivo de pantalla óptica que comprende un sustrato en el que una superficie del sustrato está marcada o grabada en relieve (o estampada de otra manera) con matrices de nanoestructuras ópticas de sublongitud de onda, tales como las matrices de nanoagujeros para crear imágenes de alta resolución a todo color utilizando la difracción de luz incidente reflejada y/o transmitida. En otra realización, se puede aplicar una pantalla a color RGB a todo color, -tal como un dispositivo de pantalla óptica, que comprende un sustrato marcado o grabado en relieve (o estampado de otro modo) con matrices de nanoestructuras de sublongitud de onda tales como matrices de nanoagujeros para crear una imagen de alta resolución a todo color-, como un dispositivo de seguridad óptica que a su vez puede usarse para autenticar visualmente una entidad distinta (tal como un documento, moneda, componente u otro artículo de seguridad) que puede contener el sustrato. En una realización particular de este tipo, se puede aplicar o usar un dispositivo de seguridad óptica para autenticar visualmente una entidad o artículo tal como, entre otros, billetes de banco, pasaportes, documentos de seguridad, entradas, insignias y pases de seguridad, autenticación de marca, etiquetas o certificados de autenticidad de productos para mayoristas y minoristas, y las mismas superficies de dichos productos, por ejemplo.

Según una realización particular de la invención, se pueden crear esquemas o modelos de color basados en RGB mediante pantallas de nanoestructuras según la invención, por ejemplo usando matrices de nanoestructura, tales como matrices de nanoagujeros, para formar píxeles de colores individuales o subregiones de imágenes según esquemas de color RGB para mostrar una imagen de color deseada. En otra realización, las matrices de nanoagujeros se pueden configurar y tratar como píxeles o subregiones de la imagen que pueden tener un tamaño inferior a un micrón, lo que permite que se produzcan imágenes en color de resolución extremadamente alta. En una de dichas realizaciones de la invención, las características de difracción y las imágenes en color de alta resolución que pueden producirse usando matrices de nanoestructuras de sublongitud de onda, tales como matrices de nanoagujeros, son únicas y, por lo tanto, se espera que la replicación de estos efectos usando cualquier otra técnica sea difícil, si no improbable, lo que hace que esta tecnología sea muy adecuada para la óptica de seguridad y/o

para las aplicaciones de pantallas ópticas. En la presente descripción, el término píxel puede comprender cualquier subregión o regiones de una imagen de color, o una imagen de color completa en el caso de que la imagen de color completa tenga un solo color o efecto visual, por ejemplo.

5 Con referencia ahora a la FIG. 1, se muestra una vista esquemática de una pantalla de color RGB de ejemplo, tal como un dispositivo de pantalla óptica, que comprende múltiples matrices de nanoestructura configuradas para crear cada uno de los colores rojo, verde y azul de subpíxeles de un píxel de pantalla RGB o de una subregión de imagen por difracción de luz blanca incidente reflejada o transmitida, según una realización de la presente invención. En el píxel 1 de pantalla RGB de ejemplo mostrado en la FIG. 1, el subpíxel rojo puede mostrarse mediante una primera matriz de nanoestructuras tal como la matriz 2 de nanoagujeros que tiene una primera configuración de matriz (que incluye la periodicidad o el espaciado entre las nanoestructuras que conforman la matriz, la forma de la retícula de la matriz, tal como la matriz de retícula cuadrada de ejemplo mostrada y el tamaño de las nanoestructuras, tales como los nanoagujeros que forman la matriz). De manera correspondiente, el subpíxel verde puede mostrarse mediante una segunda matriz de nanoestructuras, tal como la matriz 3 de nanoagujeros, que tiene una segunda configuración de matriz, y el subpíxel azul puede mostrarse mediante una tercera matriz de nanoestructura, tal como la matriz 4 de nanoagujeros, que tiene una tercera configuración de matriz. En una realización, el espaciado entre los subpíxeles rojo, verde y azul del píxel 1 de la pantalla RGB compuesta puede estar espaciado o tener un paso tal que los subpíxeles rojo, verde y azul estén lo suficientemente distantes de los subpíxeles adyacentes para reducir de forma deseable y/o evitar la interferencia óptica destructiva entre la luz difractada por las matrices 2, 3, 4 de nanoestructuras de los subpíxeles adyacentes, pero también tal que los subpíxeles rojo, verde y azul estén lo suficientemente cerca de los subpíxeles adyacentes como para mantener de forma deseable los efectos de mezcla de color (tales como la mezcla de color con interferencia constructiva y/o sin interferencia) para crear el color aparente deseado del píxel 1 RGB compuesto.

25 En una realización de la presente invención, las matrices de nanoestructuras utilizadas para formar cada color o subpíxel de una pantalla de color RGB de ejemplo pueden comprender cualquier matriz de nanoestructuras periódica adecuada que se pueda usar para proporcionar un efecto difractivo sobre la luz incidente para desplegar el color deseado, tal como las matrices periódicas de nanoagujeros de sublongitud de onda, o las matrices periódicas de otras nanoestructuras, tales como, entre otras, nanocolumnas, que pueden formarse en una matriz periódica de nanoestructuras sobre cualquier superficie de sustrato adecuada, por ejemplo mediante nanoimpresión, fundición, grabado en relieve, deposición enmascarada, autoensamblaje o cualquier otra técnica de formación de nanoestructuras adecuada. Los sustratos adecuados pueden comprender, entre otros, películas, superficies o capas de materiales metálicos, polímeros, compuestos, celulosa, no metálicos u otros materiales de sustrato adecuados, por ejemplo. En una realización alternativa, las matrices de nanoestructuras de subpíxeles utilizadas para formar unidades de píxeles RGB compuestos en una pantalla en color pueden estar dispuestas en una alineación sustancialmente no rectangular con respecto a los subpíxeles adyacentes, incluidas, entre otras, las hexagonales, las triangulares u otras alineaciones geométricas. En una de tales realizaciones alternativas, la alineación sustancialmente no rectangular de las matrices de nanoestructuras utilizadas para formar subpíxeles cooperantes adyacentes puede limitar de manera deseable la visibilidad del píxel RGB a un intervalo limitado de ángulos de visión, dejando el píxel sustancialmente invisible para un espectador situado fuera de un intervalo visible particular o deseado de ángulos de visión, por ejemplo.

45 Con referencia ahora a la FIG. 2, se muestra una vista esquemática de configuraciones de matriz de nanoestructura de ejemplo para proporcionar difracción selectiva de luz incidente para formar múltiples colores de una pantalla RGB a todo color, tal como en un dispositivo de pantalla óptica, según una realización de la invención. Una primera matriz de nanoestructuras de ejemplo, tal como la matriz 22 de nanoagujeros, puede actuar para difractar una fuente 23 de luz incidente difusa, para formar luz 24 difractada reflejada y/o transmitida que puede ser vista por un espectador u observador 21. En una realización, el color de la luz vista por el observador en la luz 24 difractada reflejada y/o transmitida por la matriz 22 de nanoagujeros puede determinarse a través de la periodicidad y el tamaño del nanoagujero de la matriz 22 de nanoagujeros. De manera similar, en un esquema de color de subpíxeles de varios colores, tal como un esquema de color RGB, una o más matrices de nanoestructuras, tales como las matrices 25 de nanoagujeros, se pueden configurar de manera que la luz incidente difusa se difracte para formar uno o más colores individuales para producir colores aditivos singulares para representar píxeles individuales o subregiones de imagen de una imagen de color deseado en una pantalla de nanoestructuras, tal como un dispositivo de pantalla óptica, según las realizaciones de la invención.

60 Con referencia ahora a la FIG. 3, se muestra una vista esquemática de una pantalla de nanoestructuras RGB a todo color de ejemplo que muestra una imagen a todo color que comprende píxeles de color individuales o subregiones de imagen, comprendiendo cada píxel o subregión matrices de nanoestructura dispuestas en una o más configuraciones predeterminadas para proporcionar un color deseado de cada píxel, según una realización de la invención. En la realización de ejemplo mostrada en la FIG. 3, se muestra una imagen 31 de ejemplo completa que se desea mostrar en una pantalla de nanoestructuras, tal como un dispositivo de pantalla óptica (imagen de ejemplo de una cara de mujer). En una de tales realizaciones, se puede procesar una imagen deseada, por ejemplo mediante el uso de software de diseño asistido por ordenador, para asignar cada píxel de color o subregión de la imagen 32 como una o más matrices de nanoestructuras con una periodicidad y tamaño predefinidos de nanoestructuras tales como nanoagujeros. En una realización, cada píxel de color puede asignarse como una o más

matrices 33 de nanoestructuras usando un esquema de color RGB. La periodicidad de cada matriz de nanoestructuras puede elegirse en base al color difractado de primer orden deseado producido por la matriz de nanoestructuras. En una realización particular, según la invención, usando un esquema RGB, se puede asignar una periodicidad de nanoestructura de aproximadamente 580 nm a 680 nm, y más particularmente de aproximadamente 600 nm para el rojo; una periodicidad de nanoestructura de aproximadamente 480 nm - 580 nm, y más particularmente de aproximadamente 500 nm para el verde; y una periodicidad de nanoestructura de aproximadamente 380 nm - 480 nm, y más particularmente de aproximadamente 450 nm para el azul, por ejemplo. En otra realización particular no reivindicada, se pueden crear píxeles negros eligiendo una matriz de nanoestructuras densamente empaquetada que deseablemente pueda absorber la mayor parte del espectro visible (p. ej., matrices de nanoestructura con una periodicidad de nanoestructura de menos de o igual a aproximadamente 350 nm). Alternativamente, los píxeles o áreas negros pueden dejarse como espacios en blanco si el sustrato que se va a marcar es oscuro o negro. En otra realización particular no reivindicada, se pueden crear píxeles o áreas blancas usando una combinación de matrices RGB más pequeñas, o alternativamente se pueden dejar como espacios en blanco si la imagen se va a reproducir en sustratos blancos, de color claro o espejados. El tamaño de las matrices de nanoestructuras se puede ajustar para que coincida con la resolución deseada de la imagen a representar, por ejemplo mediante el uso de píxeles o subregiones de imagen de cualquier tamaño deseado. En una realización particular, los píxeles pueden tener entre 1 y 5 μm de tamaño, por ejemplo.

Con referencia ahora a la FIG. 4, se muestra una vista esquemática de un gráfico de píxeles de color a modo de ejemplo que muestra colores de subpíxeles RGB y CMYK formados por barras de color de matriz de nanoestructuras en bandas dispuestas en configuraciones predeterminadas para mostrar el color de subpíxel deseado, según una realización. La invención reivindicada se refiere únicamente a un esquema de color RGB aditivo. No se reivindica el esquema de color CMYK, pero puede ser útil para comprender la invención. En una realización, se pueden formar colores individuales de píxel o de subpíxel usando matrices de nanoestructuras en bandas de diferentes periodicidades (u otros factores de configuración de matriz) para producir bandas espaciadas muy próximas de colores adyacentes para representar un color deseado de píxel o de subpíxel en un esquema de color deseado, tal como un esquema de color RGB y/o CMYK. En una realización particular de la invención, las barras de color pueden estar deseablemente espaciadas muy próximas, por ejemplo, usando barras de color de 1-5 μm de ancho y espaciadas entre 2-4 μm , por ejemplo. En una realización particular, los píxeles de color para un esquema de color CMYK en una pantalla de matriz de nanoestructuras a todo color pueden representarse como un píxel 41 cian que tiene matrices de nanoestructura dispuestas en bandas adyacentes con periodicidades de aproximadamente 520 nm y de aproximadamente 440 nm; un píxel 42 magenta que tiene matrices de nanoestructuras dispuestas en bandas adyacentes con periodicidades de aproximadamente 600 nm y aproximadamente 440 nm; un píxel amarillo 43 que tiene matrices de nanoestructura dispuestas en bandas adyacentes con periodicidades de aproximadamente 600 nm y de aproximadamente 500 nm; y un píxel 47 negro que tiene matrices de nanoestructuras con una periodicidad de aproximadamente 300 nm, por ejemplo. De manera similar, en una realización particular, los píxeles de color adicionales para un esquema de color CMYK de ejemplo en una pantalla de matriz de nanoestructuras a todo color pueden representarse como un píxel 46 verde CMYK que tiene matrices de nanoestructura dispuestas en bandas adyacentes con periodicidades de aproximadamente 500 nm, 440 nm, y 600 nm; un píxel 45 rojo CMYK que tiene matrices de nanoestructuras dispuestas en bandas adyacentes con periodicidades de aproximadamente 600 nm, 500 nm y 440 nm; un píxel 48 azul CMYK que tiene matrices de nanoestructuras dispuestas en bandas adyacentes con periodicidades de aproximadamente 500 nm, 440 nm y 600 nm; y un píxel 44 blanco que tiene matrices de nanoestructuras dispuestas en bandas adyacentes con periodicidades de aproximadamente 600 nm, 500 nm y 440 nm, por ejemplo. En otra realización, los píxeles RGB y/o CMYK pueden formarse usando bandas sustancialmente adyacentes u otras configuraciones cooperantes de múltiples matrices de nanoestructuras (tales como matrices de nanoagujeros) que tienen otras periodicidades adecuadas para producir un color de píxel o un efecto óptico deseados.

Con referencia ahora a la FIG. 5, se muestra una vista esquemática de matrices de nanoestructuras de retículas cuadradas y hexagonales de ejemplo para proporcionar difracción selectiva de luz incidente a diferentes longitudes de onda o colores, según una realización de ejemplo de la invención. En una realización, una pantalla de matriz de nanoestructuras RGB a todo color, tal como un dispositivo de pantalla óptica, según la invención puede comprender una o más configuraciones de matriz de nanoestructuras de ejemplo, tales como las matrices 51, 52, 53 y 54 de nanoagujeros de retícula cuadrada de ejemplo, y la matriz 55 de nanoagujeros de retícula hexagonal. En una realización particular, la matriz 51 puede comprender una matriz de nanoagujeros de retícula cuadrada con un espaciado y tamaño promedio típicos para una periodicidad particular deseada; la matriz 52 puede comprender una matriz de nanoagujeros de retícula cuadrada con espaciado amplio para una periodicidad particular deseada; la matriz 53 puede comprender una matriz de nanoagujeros de retícula cuadrada con espaciado reducido o densamente empaquetada para una periodicidad particular deseada, tal como puede usarse para proporcionar un píxel negro; la matriz 54 puede comprender una matriz de nanoagujeros de retícula cuadrada con espaciado medio que tiene nanoagujeros de menor tamaño para una periodicidad particular deseada; y la matriz 55 puede comprender una matriz de nanoagujeros de retícula hexagonal con típico tamaño y espaciado medio para una periodicidad particular deseada. En una realización, el espaciado o periodicidad de una matriz de nanoagujeros puede seleccionarse para determinar una longitud de onda primaria de luz que puede ser preferentemente reflejada y/o transmitida por la matriz de nanoagujeros. En otra realización, el tamaño de los nanoagujeros en una matriz puede seleccionarse para determinar el brillo relativo de la luz que puede ser preferentemente reflejada y/o transmitida por

la matriz de nanoagujeros, y/o el ancho de banda o intervalo de longitudes de onda que puede ser preferentemente reflejado y/o transmitido por la matriz de nanoagujeros, por ejemplo. En otra realización más, la forma de la matriz de nanoestructuras o la geometría de la retícula (tal como rectangular o hexagonal, por ejemplo) puede seleccionarse para determinar el ángulo o intervalo de ángulos de visión deseados que pueden ser preferentemente reflejados y/o transmitidos por la matriz de nanoestructuras, por ejemplo.

Con referencia ahora a la FIG. 6, se muestra una vista isométrica de una rejilla 61 de difracción de ejemplo y una matriz 62 de nanoagujeros de ejemplo, según una realización de la invención. En una de tales realizaciones, la rejilla 61 de difracción puede comprender cualquier característica sustancialmente lineal a micro o nanoescala adecuada que pueda alinearse con tales características adyacentes con un espaciado periódico adecuado (preferiblemente un período de sublongitud de onda) para formar una rejilla de difracción óptica. Además, en otra realización de este tipo, la matriz 62 de nanoagujeros puede comprender una retícula periódica sustancialmente rectangular (u otra geometría o configuración de retícula como se describe más arriba y a continuación) de nanoagujeros que se extienden dentro y/o a través de una superficie de sustrato, para proporcionar una matriz de nanoagujeros adecuada para provocar la difracción óptica de al menos una longitud de onda de luz deseada, por ejemplo.

En una realización de la invención, una pantalla de matriz de nanoestructuras RGB a todo color, tal como un dispositivo de pantalla óptica, puede comprender matrices de nanoestructura dispuestas en matrices que tienen configuraciones de retícula que comprenden al menos una de entre las geometrías de retícula: cuadrada, hexagonal, octagonal, pentagonal, concéntrica o con teselado de penrose (aperiódica). En otra realización, las matrices de nanoestructuras pueden estar dispuestas en una o más geometrías de retícula adecuadas.

En una realización adicional de la invención, una pantalla de matriz de nanoestructura RGB a todo color, tal como un dispositivo de pantalla óptica, puede comprender matrices de nanoestructura que comprenden nanoagujeros, donde la geometría de los nanoagujeros que comprende la matriz se seleccionan de entre una o más de las geometrías de agujero: circular, sustancialmente redonda, elíptica, rectangular, triangular o cuadrada. En otra realización, los nanoagujeros de las matrices de nanoestructuras se pueden conformar en una o más de entre otras geometrías adecuadas.

En otra realización de la invención, se puede proporcionar un dispositivo de seguridad óptica que comprende un sustrato de una sola capa marcado o grabado en relieve con matrices de nanoestructuras de sublongitud de onda (tales como nanoagujeros) para crear una gama de colores RGB de imágenes de alta resolución a través de la difracción de la luz incidente reflejada o transmitida que puede usarse para autenticar visualmente una entidad u objeto distinto que puede contener dicho sustrato. En otra forma de realización de la invención, un dispositivo de seguridad óptica puede comprender al menos dos conjuntos de matrices de nanoestructuras, tales como matrices de nanoagujeros, cada una de las cuales tiene al menos un espaciado periódico (periodicidad) predefinido entre la nanoestructura (por ejemplo, agujeros) de las matrices. En otra realización de este tipo, un dispositivo de seguridad óptica también puede comprender una pluralidad de píxeles o subáreas de una imagen en color, en donde cada píxel comprende al menos dos conjuntos de matrices de nanoestructuras, tales como matrices de nanoagujeros, que exhiben al menos dos periodicidades diferentes para producir al menos dos colores difractivos de primer orden correspondientes. En otra de tales realizaciones, un dispositivo de seguridad óptica también puede comprender matrices de nanoestructuras, tales como matrices de nanoagujeros, que exhiben al menos un tipo de retícula de matriz periódica seleccionado de entre la lista que comprende: retículas cuadradas, hexagonales, octagonales, concéntricas y con teselado de penrose. En aún otra realización de este tipo, un dispositivo de seguridad óptica también puede comprender matrices de nanoestructuras, tales como matrices de nanoagujeros, con al menos una nanoestructura especificada o geometría de agujero seleccionada de entre la lista que comprende: círculos, elipses, rectángulos, cuadrados y triángulos.

En una realización adicional no reivindicada, se proporciona un método para crear un dispositivo de pantalla óptica, tal como un dispositivo de seguridad óptica, en donde el método comprende: escribir, producir una copia maestra o crear de otra manera matrices de nanoestructuras de sublongitud de onda, tales como matrices de nanoagujeros, sobre una superficie de sustrato maestro o cuña que comprende al menos dos matrices de nanoestructuras, tales como las matrices de nanoagujeros, dispuestas en píxeles o subregiones de la imagen y que tienen diferentes periodicidades de matriz y/o dimensiones de nanoestructuras (tales como nanoagujeros), para proporcionar píxeles o subregiones de imágenes individuales de colores como parte de una pantalla a color de alta resolución. En una realización, las matrices de nanoestructuras, tales como las matrices de nanoagujeros, pueden crearse usando litografía de haz de electrones u otra técnica y/o dispositivo de escritura a nanoescala adecuada. En otra realización, el método comprende además imprimir, marcar, grabar en relieve, estampar, moldear o conformar de otro modo al menos dos matrices de nanoestructuras, tales como las matrices de nano agujeros, formando los fotogramas de imagen sobre un sustrato de capa única adecuado para formar el dispositivo de pantalla óptica, tal como un dispositivo de seguridad óptica.

Como será evidente para los expertos en la técnica a la luz de la descripción anterior, en la práctica son posibles diversas modificaciones de esta invención sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

5 La referencia a través de esta especificación a "una realización", "una realización" o lenguaje similar significa que un elemento, estructura o característica particular que se describe en relación con la realización se incluye al menos en una realización de la presente descripción. Por lo tanto, las apariciones de las frases "en una realización", "en una realización" y un lenguaje similar a lo largo de esta especificación pueden, pero no necesariamente, referirse todas ellas a la misma realización. En esta descripción detallada, se proporcionan numerosos detalles específicos para una comprensión exhaustiva de las realizaciones de la descripción.

10 El alcance de la presente descripción abarca completamente otras realizaciones y no ha de estar limitado, por consiguiente, por nada más que las reivindicaciones adjuntas, en donde cualquier referencia a un elemento que se hace en singular pretende significar "uno o más", y no pretende significar "uno y solamente uno" a menos que así se indique explícitamente.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de pantalla óptica que comprende:

5 un sustrato que tiene una superficie; y
 un primer píxel de una imagen en color que comprende un primer y un segundo subpíxeles según un esquema de color RGB aditivo;
 en donde dicho primer subpíxel comprende una primera matriz (2, 3, 4, 22) de nanoestructuras ópticas de sublongitud de onda formada sobre o en la superficie de dicho sustrato;
 10 en donde dicho segundo subpíxel comprende una segunda matriz (2, 3, 4, 22) de nanoestructuras ópticas de sublongitud de onda formada sobre o en la superficie de dicho sustrato;
 en donde dichas primera y segunda matrices de nanoestructuras comprenden cada una una pluralidad de nanoestructuras y dichas nanoestructuras comprenden uno o más nanoagujeros y nanocolumnas formadas sobre o en dicha superficie de dicho sustrato,
 15 caracterizado por que dicha primera matriz de nanoestructuras ópticas de sublongitud de onda comprende nanoestructuras con un espaciado periódico de aproximadamente 580 nm a 680 nm en donde dicho primer subpíxel comprende un subpíxel RGB rojo, o nanoestructuras con un espaciado periódico de aproximadamente 480 nm a 580 nm en donde dicho primer subpíxel comprende un subpíxel RGB verde, o nanoestructuras con un espaciado periódico de 380 nm a 480 nm en donde dicho primer subpíxel comprende un subpíxel RGB azul.

20 2. El dispositivo de pantalla óptica según la reivindicación 1, en donde dicho dispositivo de pantalla óptica comprende un dispositivo de seguridad óptica, y en donde dicha imagen en color comprende características ópticamente visibles y es operable para autenticar visualmente un objeto que consta de dicho dispositivo de seguridad óptica.

25 3. El dispositivo de pantalla óptica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde dicha primera matriz de nanoestructuras es operable para difractar una fuente de luz incidente para definir un primer color de dicho primer subpíxel; y dicha segunda matriz de nanoestructuras es operable para difractar una fuente de luz incidente para definir un segundo color de dicho segundo subpíxel.

30 4. El dispositivo de pantalla óptica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde dicha primera matriz de nanoestructuras comprende una pluralidad de nanoestructuras dispuestas en una primera retícula periódica que tiene un primer espaciado periódico entre dichas nanoestructuras, y dicha segunda matriz de nanoestructuras comprende una pluralidad de nanoestructuras dispuestas en una segunda retícula periódica que tiene un segundo espaciado periódico entre dichas nanoestructuras, y en donde dicho primer espaciado periódico es diferente de dicho segundo espaciado periódico.

35 5. El dispositivo de pantalla óptica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde dichos primer y segundo subpíxeles de dicho primer píxel de dicha imagen en color están intercalados entre sí sobre dicho sustrato.

40 6. El dispositivo de pantalla óptica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde dichos primer y segundo subpíxeles de dicho primer píxel de dicha imagen en color se encuentran sustancialmente adyacentes entre sí sobre dicho sustrato.

45 7. El dispositivo de pantalla óptica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde dichas primera y segunda matrices de nanoestructuras comprenden cada una una pluralidad de nanoestructuras ópticas de sublongitud de onda grabadas en relieve o marcadas en la superficie de dicho sustrato.

50 8. El dispositivo de pantalla óptica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde dicho sustrato comprende una película, superficie o capa de al menos uno de entre los materiales de sustrato: metálico, de polímero, compuesto o de celulosa, o combinaciones de los mismos.

55 9. El dispositivo de pantalla óptica según la reivindicación 4, en donde dichas primera y segunda retículas periódicas comprenden cada una, una o más de entre las geometrías de retículas cuadrada, hexagonal, octogonal, pentagonal o de penrose.

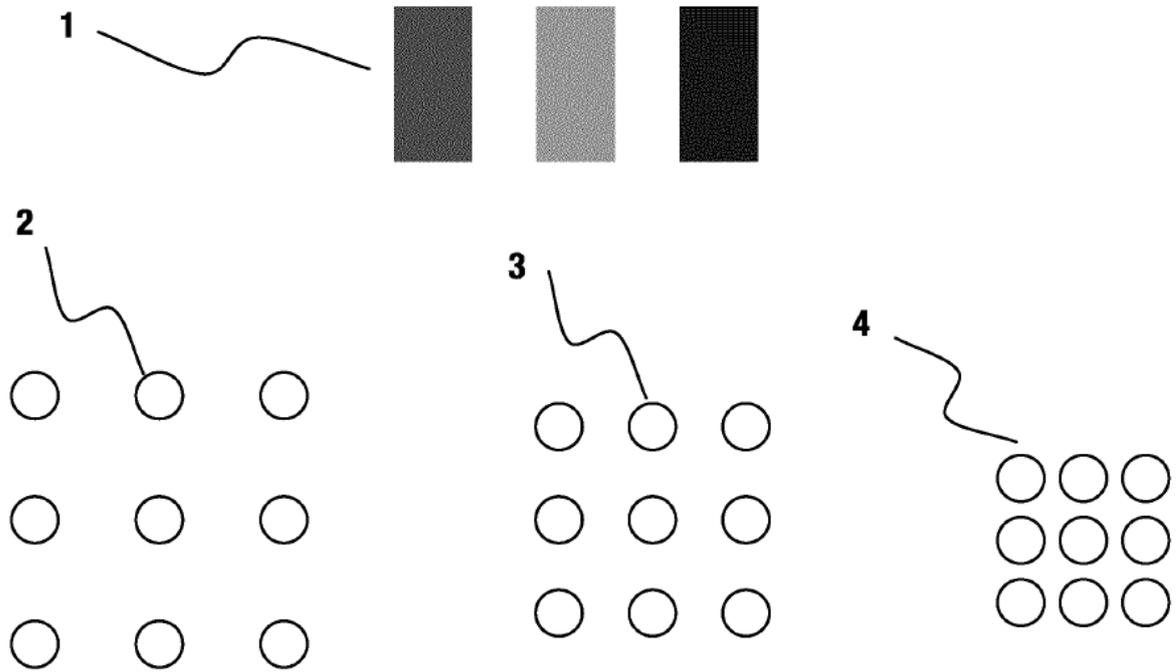


FIG. 1

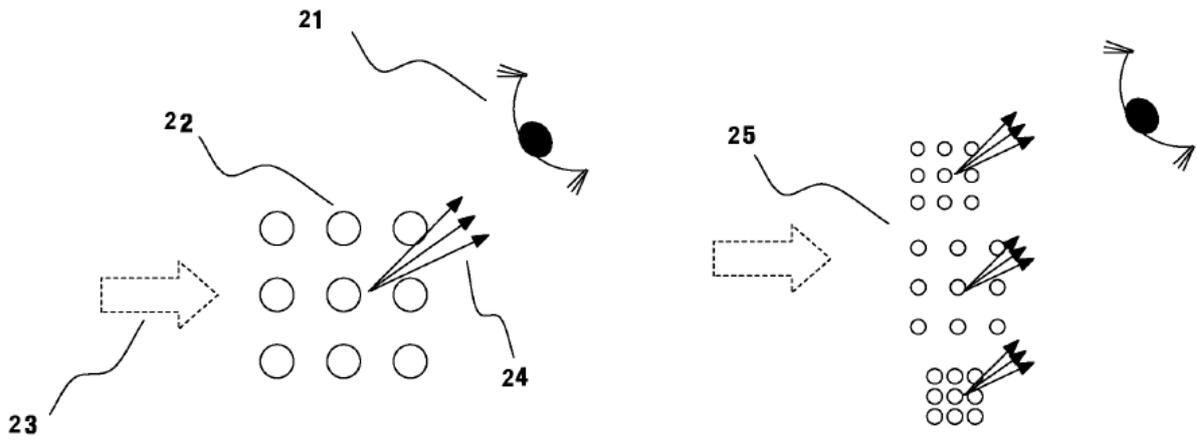


FIG. 2

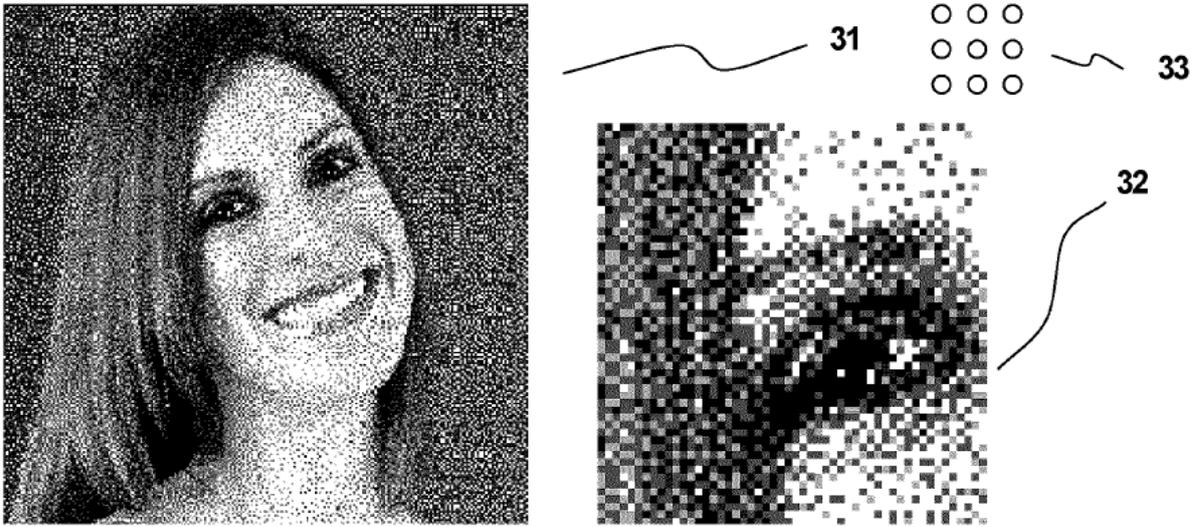


FIG. 3

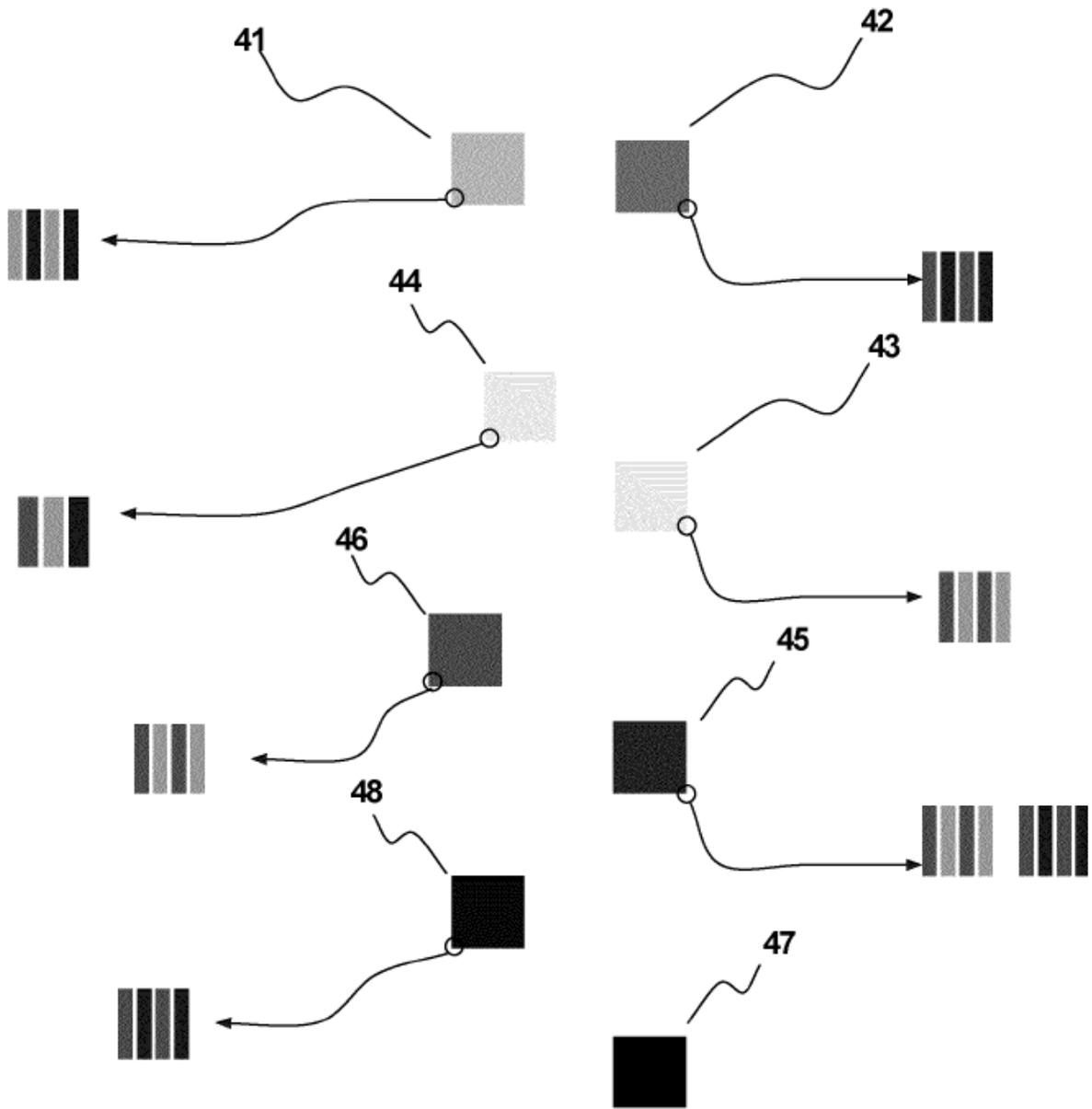


FIG. 4

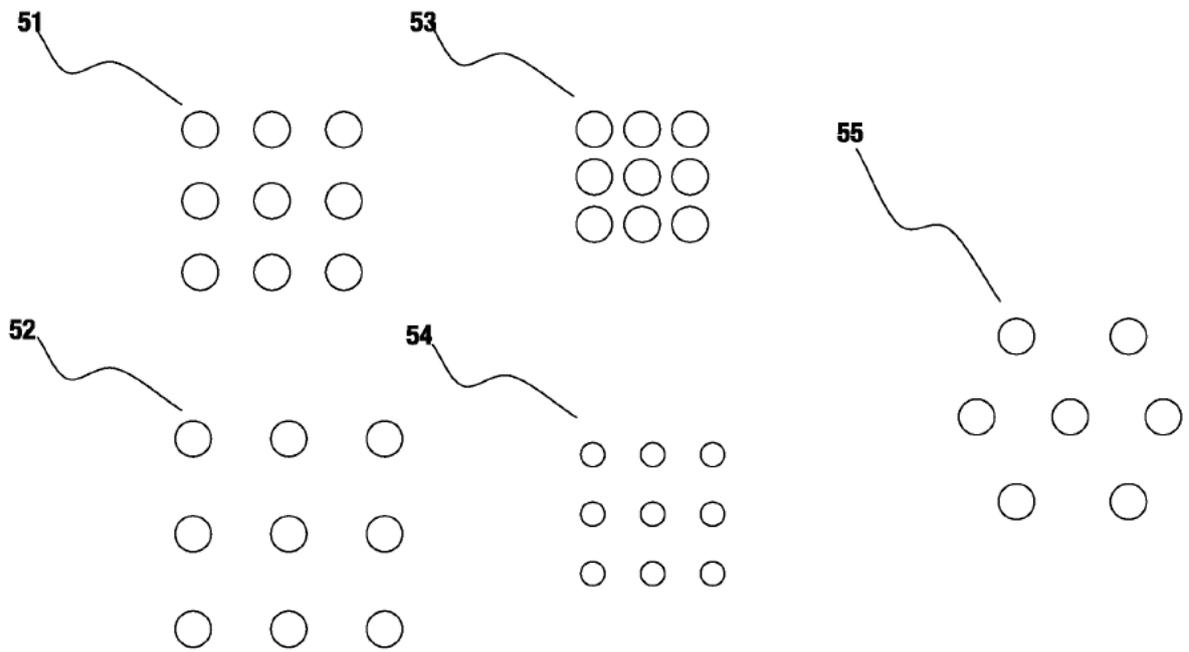


FIG. 5

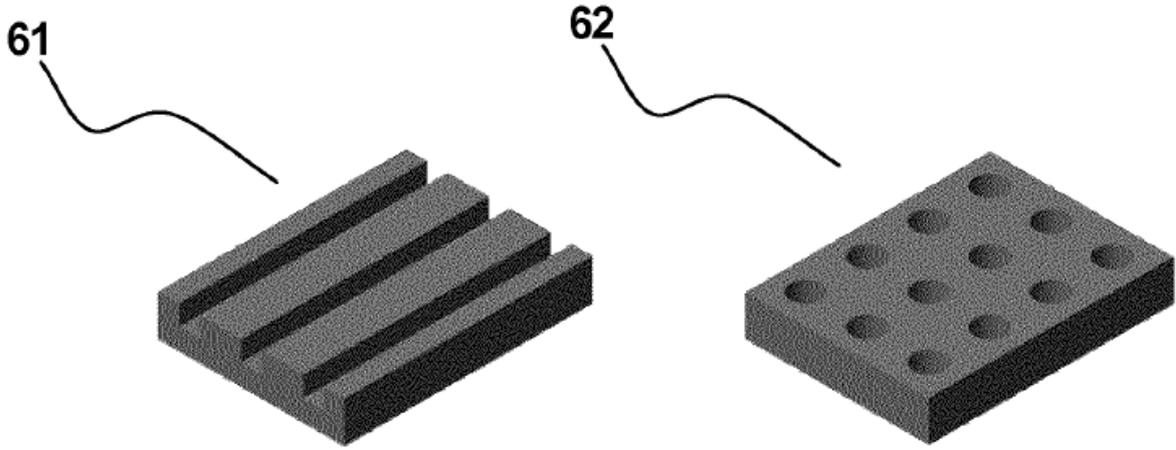


FIG. 6