

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 860 910**

51 Int. Cl.:

G02B 3/00 (2006.01)

G02B 3/08 (2006.01)

G02B 27/60 (2006.01)

B44F 1/02 (2006.01)

B44F 1/10 (2006.01)

B42D 25/342 (2014.01)

B42D 25/373 (2014.01)

B42D 25/324 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.12.2015** **PCT/US2015/066807**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.06.2017** **WO17105504**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2015** **E 15828607 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **01.11.2023** **EP 3391102**

54 Título: **Film de proyección de imágenes de una sola capa**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente modificada:
03.06.2024

73 Titular/es:

VISUAL PHYSICS, LLC (100.0%)
1245 Old Alpharetta Road
Alpharetta, GA 30005, US

72 Inventor/es:

CAPE, SAMUEL, M.;
STEENBLIK, RICHARD, A. y
JORDAN, GREGORY, R.

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 860 910 T5

DESCRIPCIÓN

Film de proyección de imágenes de una sola capa

ANTECEDENTES

Se han empleado diversos materiales ópticos para autenticar moneda y documentos, identificar y distinguir productos auténticos con respecto a productos falsificados, y mejorar visualmente artículos manufacturados y de empaquetado. La evolución de dicho material se debe en gran medida a la búsqueda de un mecanismo que sea resistente a la falsificación de ciertos artículos y productos, o bien para hacer evidente dicha copia. Entre los ejemplos de materiales ópticos que se utilizan en aplicaciones contra la falsificación se incluyen pantallas holográficas, así como sistemas de imagen que se basan en estructuras lenticulares o en conjuntos de micro lentes para proyectar imágenes que presentan efectos ópticos que no se pueden reproducir utilizando procesos tradicionales de impresión y/o de fotocopia.

Los materiales ópticos basados en el concepto de magnificación de muaré son particularmente atractivos para su uso en aplicaciones contra la falsificación. Dichos materiales suelen incluir una capa superior de lentes, un sustrato intermedio (un espaciador óptico) y una capa inferior de impresión u objeto que contiene uno o más micro objetos que son magnificados o, de otro modo, alterados cuando son vistos a través de las lentes. Estos materiales pueden crear efectos visuales atractivos que pueden ser deseables en la lucha contra la falsificación y en aplicaciones estéticas.

Del documento US2014/367957 A1, se conocen sistemas de magnificación de tipo muaré. Los sistemas de magnificación de muaré pueden comprender una superficie y una matriz periódica de micro estructuras de relieve de imagen que tienen una curvatura de superficie periódica dispuesta sobre o dentro de la superficie. Las micro estructuras de relieve de imagen pueden tener un primer período de repetición de imagen a lo largo de un primer eje de referencia de imagen dentro de la matriz, y la curvatura de la superficie periódica puede tener un primer período de repetición de curvatura a lo largo de un primer eje de referencia de curvatura dentro de la matriz. La transmisión de luz a través de la matriz, el reflejo de la luz en la matriz, o una combinación de las mismas forman una imagen de muaré magnificada.

Si bien los materiales ópticos existentes pueden producir una diversidad de efectos visuales, se necesitan continuamente nuevos materiales ópticos para adelantarse a la capacidad del falsificador de acceder o desarrollar nuevas tecnologías de imagen.

RESUMEN

Las reivindicaciones adjuntas definen la invención.

Se proporcionan sistemas de magnificación de tipo muaré. Los sistemas de magnificación de muaré pueden comprender una superficie y una matriz periódica de micro estructuras de relieve de imagen que tienen una curvatura de superficie periódica dispuesta sobre o dentro de la superficie. Las micro estructuras de relieve de imagen pueden tener un primer período de repetición de imagen a lo largo de un primer eje de referencia de imagen dentro de la matriz, y la curvatura de superficie periódica puede tener un primer período de repetición de curvatura a lo largo de un primer eje de referencia de curvatura dentro de la matriz. La transmisión de la luz a través de la matriz, la reflexión de la luz en la matriz, o una combinación de las mismas forma una imagen de muaré magnificada.

El radio de curvatura de las superficies generadoras de imagen arqueadas que se encuentran en las micro estructuras de relieve de imagen (y por extensión el radio de curvatura de la curvatura de superficie periódica) puede ser variado. En algunas formas de realización, el radio de curvatura de las superficies generadoras de imagen arqueadas que se encuentran en las micro estructuras de relieve de imagen (y por extensión la curvatura de superficie periódica) puede ser de 1 micrón a 500 micrones.

Las superficies generadoras de imagen arqueadas de las micro estructuras de relieve de imagen de la matriz pueden tener una curvatura de superficie periódica convexa o cóncava a lo largo de la matriz. En ciertas formas de realización, la curvatura de superficie periódica de la matriz es convexa.

Según se ha descrito anteriormente, las micro estructuras de relieve de imagen pueden tener un primer período de repetición de imagen a lo largo de un primer eje de referencia de imagen dentro de la matriz, y la curvatura de superficie periódica puede tener un primer período de repetición de curvatura a lo largo de un primer eje de referencia de curvatura dentro de la matriz. El primer período de repetición de imagen y el primer período de repetición de curvatura pueden variar de tamaño, en función de las dimensiones deseadas y las características del sistema de magnificación de tipo muaré resultante. En algunas formas de realización, el primer período de repetición de imagen es de 1 micrón a 1000 micrones, y el primer período de repetición de curvatura es de 1 micrón a 1000 micrones.

La relación del primer período de repetición de imagen con respecto al primer período de repetición de curvatura puede ser variada para proporcionar unos efectos visuales variados. En algunas formas de realización, la relación del primer período de repetición de imagen con respecto al primer período de repetición de curvatura puede ser igual a 1. En otras formas de realización, la relación del primer período de repetición de imagen con respecto al primer período de repetición

de curvatura puede ser inferior a 1. En otras formas de realización, la relación del primer período de repetición de imagen con respecto al primer período de repetición de curvatura puede ser superior a 1. En algunas formas de realización, la curvatura de superficie periódica y las micro estructuras de relieve de imagen pueden estar alineadas, de modo que el primer eje de referencia de curvatura es paralelo o coincide con el primer eje de referencia de imagen. En otras formas de realización, la curvatura de superficie periódica está inclinada con respecto a las micro estructuras de relieve de imagen, de modo que el primer eje de referencia de curvatura no es paralelo ni coincide con el primer eje de referencia de imagen.

Variando y/o combinando las características anteriores (por ejemplo, el escalado del primer período de repetición de imagen con respecto al primer período de repetición de curvatura, la inclinación de la curvatura de superficie periódica con respecto a las micro estructuras de relieve de imagen, etc.), se pueden obtener sistemas de magnificación de tipo muaré que muestran una diversidad de efectos visuales, tal como movimiento. En algunas formas de realización, la imagen de muaré magnificada parece que se encuentra en un plano espacial por encima o por debajo del sistema de magnificación de tipo muaré. En algunas formas de realización, la imagen de muaré magnificada parece que se mueve entre un plano espacial por debajo del sistema y un plano espacial por encima del sistema cuando el sistema es rotado en torno a un eje perpendicular a la superficie. En algunas formas de realización, la imagen de muaré magnificada parece que se transforma de una primera forma, tamaño o color a una segunda forma, tamaño o color cuando el sistema es rotado en torno a un eje paralelo a la superficie. En ciertas formas de realización, la imagen de muaré magnificada puede parecer que se desliza en dirección contraria dentro de un plano paralelo o coplanar con la superficie cuando el sistema es rotado en torno a un eje paralelo a la superficie.

Los sistemas de magnificación de tipo muaré se pueden proporcionar de diversas formas, en función de la aplicación que se pretenda dar al sistema. En ciertas formas de realización, los sistemas de magnificación de tipo muaré pueden ser formados sobre un artículo o un empaquetado o envoltura para el artículo, por ejemplo, mediante un grabado en relieve, un fundido, un moldeado o una estampación de la matriz de micro estructuras de relieve de imagen sobre el artículo o sobre el empaquetado o envoltura para el artículo. En ciertas formas de realización, los sistemas de magnificación de tipo muaré pueden ser formados sobre un sustrato (por ejemplo, un film de polímero o una lámina metálica) que se puede aplicar a un artículo o a un empaquetado o envoltura para el artículo.

Los sistemas de magnificación de tipo muaré se pueden emplear para autenticar artículos (por ejemplo, como elemento de seguridad y anti-falsificación para identificar y distinguir productos auténticos con respecto a falsificados) y/o para mejorar visualmente artículos y de empaquetado manufacturados. A modo de ejemplo, los sistemas de magnificación de tipo muaré se pueden emplear en un documento o empaquetado o envoltura para un documento. El documento puede ser, por ejemplo, un billete de banco, un cheque, un giro postal, un pasaporte, un visado, un registro vital (por ejemplo, un certificado de nacimiento), una tarjeta de identificación, una tarjeta de crédito, una tarjeta de cajero automático, una licencia, un sello fiscal, un sello postal, un billete de lotería, una escritura, un título, un certificado o un documento legal. A modo de ejemplo, los sistemas de magnificación de tipo muaré se pueden emplear para mejorar visualmente un artículo, tal como monedas, CD, DVD o discos Blu-Ray, o de empaquetado, tales como latas de aluminio, botellas (por ejemplo, de vidrio o plástico), film de plástico o envoltorios en forma de lámina.

También se proporcionan procedimientos para fabricar sistemas de magnificación de tipo muaré que se describen en el presente documento. Los procedimientos de fabricación de sistemas de magnificación de tipo muaré pueden comprender formar una matriz periódica de micro estructuras de relieve de imagen que tienen una curvatura de superficie periódica sobre o dentro de una superficie. La matriz periódica de micro estructuras de relieve de imagen se puede formar mediante una diversidad de procedimientos adecuados, tales como un grabado en relieve, un fundido, un moldeado o una estampación. También se proporcionan maestros de grabado en relieve duros y blandos que comprenden los sistemas de magnificación de tipo muaré que se describen en el presente documento.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es una vista en sección transversal de un dispositivo de magnificación de muaré de múltiples capas que incluye una matriz bidimensional de lentes ubicadas sobre una matriz de iconos. Las lentes están separadas de la matriz por un espaciador óptico. El dispositivo produce una imagen magnificada sintéticamente a través de la actuación unificada de una multiplicidad de sistemas de imagen de lente/icono individuales.

La Figura 2 es una vista en sección transversal de un dispositivo de magnificación de muaré de múltiples capas con unas líneas de corte que corresponden a regiones de imagen.

La Figura 3A es una vista en sección transversal de un dispositivo de ImageArc. En este dispositivo de ejemplo, las micro estructuras de relieve de imagen son una representación de imagen positiva y, por lo tanto, tienen unas huellas que corresponden a regiones de elementos de imagen subyacentes en el dispositivo que se ilustra en la Figura 1 y la Figura 2.

La Figura 3B es una vista en sección transversal de un dispositivo de ImageArc. En este dispositivo de ejemplo, las micro estructuras de relieve de imagen son una representación de imagen negativa y, por lo tanto, tienen unas huellas que

corresponden al fondo en el que se presentan las regiones de elementos de imagen en el dispositivo que se ilustra en la Figura 1 y la Figura 2.

La Figura 3C muestra el comportamiento direccional de la luz después de interactuar con un dispositivo de ImageArc.

La Figura 3D es una vista isométrica de una matriz de un dispositivo de ImageArc.

La Figura 4 muestra una matriz de imágenes bidimensional con una estructura de entramado o red hexagonal.

La Figura 5 muestra una matriz de curvaturas bidimensional con una estructura de entramado o red hexagonal.

La Figura 6 muestra una matriz de imágenes y una matriz de curvaturas superpuestas.

La Figura 7 muestra una operación de escalado de capas. En este caso, se ilustran una matriz de imágenes y una matriz de curvaturas superpuestas. En este ejemplo, la matriz de imágenes tiene un escalado diferente al de la matriz de curvaturas. En concreto, el período de repetición de imagen de la matriz de imágenes es menor que el período de repetición de curvatura de la matriz de curvaturas.

La Figura 8 muestra una operación de "inclinación". En este caso, una matriz de curvaturas superpuesta está rotada con respecto a una matriz de imágenes.

Las Figuras 9A – 9I ilustran procedimientos para fabricar un maestro. La Figura 9A ilustra un sustrato de vidrio cubierto de aluminio con fotorresistor.

La Figura 9B ilustra una etapa de exposición en la creación del maestro.

La Figura 9C muestra el resultado de la etapa de creación de patrones. La Figura 9D muestra estructuras de curvatura con forma.

La Figura 9E muestra un fotopolímero aplicado sobre estructuras de curvatura para hacer un maestro de curvatura blando.

La Figura 9F muestra la exposición de un fotorresistor en los espacios vacíos del maestro de curvatura blando.

La Figura 9G muestra un maestro de grabado en relieve blando con micro estructuras de relieve de imagen negativo.

La Figura 9H muestra una réplica en fotopolímero del maestro de ImageArc negativo.

La Figura 9I muestra el dispositivo de ImageArc resultante que comprende micro estructuras de relieve de imagen positivo.

Las Figuras 10A – 10D ilustran cómo se puede alterar la curvatura variando el grosor de un fotorresistor antes de la creación de patrones.

La Figura 10A ilustra dos grosores de fotorresistor.

La Figura 10B ilustra una etapa de exposición.

La Figura 10C muestra el resultado de la etapa de creación de patrones con dos grosores diferentes del recubrimiento fotorresistor.

La Figura 10D muestra los dos perfiles de curvatura diferentes que se obtienen.

La Figura 11 ilustra las diferencias en el campo de visión que resultan de emplear diferentes perfiles de curvatura.

La Figura 12 muestra micro estructuras de relieve de imagen que no tienen curvatura de superficie (izquierda), con curvatura de superficie cóncava (centro) y con curvatura de superficie convexa (derecha).

La Figura 13 ilustra un diseño de relieve de imagen que tiene un sombreado binario de una sola celda unitaria.

La Figura 14 ilustra un diseño de relieve de imagen que tiene un sombreado de varios niveles de múltiples celdas unitarias.

La Figura 15 muestra un dispositivo de ImageArc que incluye micro estructuras de relieve de imagen en relieve negativo que tienen una curvatura de superficie periódica cóncava.

La Figura 16 muestra micro estructuras de relieve de imagen en relieve negativo de un dispositivo de ImageArc que tienen una curvatura de superficie periódica cóncava.

La Figura 17 muestra un dispositivo de ImageArc que tiene una matriz de micro estructuras de relieve de imagen en relieve positivo con una curvatura de superficie periódica convexa. Las micro estructuras de relieve de imagen son formadas por un material de polvo reflectante y recubiertas.

5 La Figura 18 es una vista en sección transversal de otra forma de realización contemplada en la que el sistema de presentación de imagen de una sola capa incluye una disposición de elementos arqueados opcionalmente reflectantes que tienen una superficie arqueada superior con una curvatura de superficie cóncava, una superficie inferior, y un área arqueada delimitada por las superficies arqueada superior y la inferior. Las micro estructuras de relieve de imagen en relieve positivo se extienden hacia arriba desde las superficies arqueadas superiores y terminan con una formación de superficies "superiores" horizontales dentro de áreas definidas por la curvatura de las superficies arqueadas superiores.

10 La Figura 19 es una vista en sección transversal de otra forma de realización contemplada en la que el sistema de presentación de imagen de una sola capa incluye una disposición de elementos arqueados opcionalmente reflectantes que tienen una superficie arqueada superior con una curvatura de superficie convexa. Las micro estructuras de relieve de imagen en relieve negativo se extienden hacia abajo de estas superficies y terminan con una formación de superficies "inferiores" horizontales dentro del área arqueada.

15 La Figura 20 es una vista en sección transversal de un ejemplo no reivindicado, que es similar al sistema que se muestra en la Figura 18. Sin embargo, las micro estructuras de relieve de imagen en relieve positivo terminan formando una segunda superficie arqueada o curvada que es paralela a las superficies arqueadas superiores.

20 La Figura 21 es una vista en sección transversal de un ejemplo no reivindicado, que es similar al sistema que se muestra en la Figura 19. Sin embargo, las micro estructuras de relieve de imagen en relieve negativo terminan formando una segunda superficie arqueada o curvada que es paralela a las superficies arqueadas superiores.

25 La Figura 22 es una vista en sección transversal de otro ejemplo no reivindicado, en la que en lugar de hemisferios completos, las superficies generadoras de imagen arqueadas convexas son hemisferios parcialmente convexos.

30 La Figura 23 es una vista en sección transversal de otro ejemplo no reivindicado, en la que en lugar de hemisferios completos, las superficies generadoras de imagen arqueadas cóncavas son hemisferios parcialmente cóncavos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

35 Se han empleado dispositivos de imagen integral y de magnificación de muaré para proporcionar una autenticación de monedas y documentos, para identificar y distinguir productos auténticos con respecto a productos falsificados, y para mejorar visualmente artículos manufacturados y de empaquetado. Estos dispositivos ópticos son en general construcciones de múltiples capas que incluyen una matriz de lentes, un espaciador óptico y una matriz de imágenes. La matriz de lentes y la matriz de imágenes de estos dispositivos pueden estar configuradas para que tengan unas relaciones de escala y rotaciones axiales variables entre sí, lo que les permite mostrar imágenes compuestas magnificadas. Estos dispositivos pueden exhibir un movimiento de imagen con una inclinación, una baja sensibilidad a las condiciones de iluminación, y un ángulo de visión amplio.

45 Los hologramas, que compiten en algunas de las mismas aplicaciones de mercado, disfrutan de ciertas ventajas tales como una sección transversal delgada, un bajo coste debido a que se requieren menos capas, y que no es necesario alinear múltiples capas durante su fabricación. Los hologramas muestran una variabilidad óptica con la inclinación, pero dependen de una fuente de luz puntual potente debido a su dependencia de la difracción de la luz.

50 La magnificación de muaré se refiere a un fenómeno que se produce cuando una cuadrícula o matriz que comprende unos objetos de imagen idénticos es observada a través de una cuadrícula (o matriz) de lentes que tiene aproximadamente la misma dimensión de entramado (o red). Una imagen compuesta (es decir, una imagen de muaré magnificada) se crea a partir de imágenes individuales generadas por los sistemas de imagen individuales (es decir, lente y objeto de imagen) en las cuadrículas/matrices. Variando la escala y la rotación relativas de la cuadrícula (o matriz) de lentes y la cuadrícula (o matriz) de objetos de imagen, son posibles muchas variaciones de la imagen de muaré magnificada, lo que proporciona unos efectos percibidos estereoscópicamente, tales como imágenes que parecen estar por encima del plano de las cuadrículas/matrices, imágenes que parecen estar por debajo del plano de las cuadrículas/matrices, e imágenes que parece que se mueven o se deslizan ortogonalmente dentro del plano de las cuadrículas/matrices a medida que se inclinan las cuadrículas/matrices. El principio fundamental de funcionamiento de dichas disposiciones de magnificación de muaré se encuentra descrito, por ejemplo, en el artículo "The muaré magnifier", M. C. Hutley, R. Hunt, R. F. Stevens y P. Savander, Pure Appl. Opt. 3 (1994), páginas 133 – 142.

60 En el presente documento se proporcionan sistemas de magnificación de tipo muaré. Los sistemas pueden producir efectos de magnificación de muaré estereoscópicos usando un sistema de proyección simplificado que se describe en el presente documento, y denominado posteriormente "ImageArc". El sistema de ImageArc se puede utilizar para formar estructuras de bajo coste y variables ópticamente para una protección manifiesta de productos y documentos, artículos para la venta, contra la falsificación, así como un medio para mejorar el valor estético del producto.

Los sistemas de magnificación de tipo muaré pueden incluir una matriz de micro estructuras de relieve de superficie para controlar la transmisión y/o reflexión de la luz con el fin de proyectar imágenes que tienen un movimiento y una profundidad que se perciben estereoscópicamente. La matriz de micro estructuras de relieve de superficie puede comprender una matriz periódica de formas de imagen tridimensionales a micro escala. Las formas de imagen en la matriz pueden presentar una curvatura de superficie periódica a lo largo de la matriz, lo que da lugar a una matriz periódica de micro estructuras de relieve de imagen que tienen una curvatura de superficie periódica con una periodicidad en relación con la periodicidad de la matriz de micro estructuras de relieve de imagen. Variando espacialmente la escala, la rotación, y la posición de la curvatura de superficie periódica con respecto a la matriz periódica de micro estructuras de relieve de imagen, se realiza una disposición de magnificación de muaré causada por la reorientación de la luz incidente en las superficies generadoras de imagen arqueadas de las micro estructuras de relieve de imagen, cuando son observadas con respecto a regiones sin características (por ejemplo, planas) de la superficie que proporcionan una intensidad de luz que genera un contraste.

Los sistemas de magnificación de tipo muaré que se describen en el presente documento pueden ser configurados para que sean reflectantes cuando se utilizan materiales reflectantes, transmisivos cuando se utilizan materiales transmisores de luz, o una combinación de ambos en casos en que el material permite ya sea reflectante o transmisivo en diferentes condiciones de visión u observación (por ejemplo, en situaciones con niveles normales de iluminación ambiental). Las imágenes de muaré magnificadas formadas por un sistema de ImageArc pueden exhibir un movimiento dinámico resultante de una modulación de la intensidad de la luz, y/o, en otras variaciones, de una variación de color.

Los sistemas de magnificación de tipo muaré que se describen en el presente documento pueden ser de bajo coste (por ejemplo, un coste fundamentalmente menor que otros dispositivos de magnificación de muaré) porque es un dispositivo de una sola capa. El coste es una grave limitación para muchos productos que se fabrican de forma masiva pero que necesitan una tecnología de autenticación manifiestamente variable. Un punto de menor precio después de considerar cada etapa de su creación hasta su integración en el producto final deseado es una consideración importante, especialmente para su uso junto con artículos de bajo coste (por ejemplo, billetes de banco, billetes de lotería, etc.).

Un sistema de ImageArc se puede formar en un sola etapa (por ejemplo, un solo grabado en relieve, fundido, moldeado o estampado). En muchos casos, el sustrato sobre el que se colocará el sistema ya pasará a través de equipos capaces de formar el sistema de ImageArc durante el curso de su producción. En consecuencia, el sistema de ImageArc se puede aplicar fácilmente a dichos sustratos incorporando, por ejemplo, un maestro de grabado en relieve que tiene la estructura necesaria en un proceso de fabricación existente. Esto contrasta con las estructuras de muaré de múltiples capas. Las estructuras de muaré de múltiples capas no se pueden formar sobre un sustrato en una sola etapa; más bien se deben prefabricar mediante un proceso de múltiples etapas, y aplicadas a un artículo. Si se desea, los sistemas de magnificación de tipo muaré que se describen en el presente documento también se pueden fabricar con una sección transversal más delgada que los magnificadores de muaré de múltiples capas debido a su diseño de "una sola capa".

La producción de los sistemas de magnificación de tipo muaré que se describen en el presente documento sólo requiere un registro de múltiples capas durante su origen (por ejemplo, durante la producción de un maestro), y no durante la fabricación. En consecuencia, se pueden aplicar diseños más sofisticados que requieren una alineación de registro precisa (por ejemplo, patrones de imagen integral) sin aumentar de forma significativa la dificultad y/o el coste de producción.

Los sistemas de magnificación de tipo muaré que se describen en el presente documento utilizan la reflexión o transmisión direccional de las superficies generadoras de imagen arqueadas de las micro estructuras de relieve de imagen para formar una imagen de muaré magnificada. Como tal, el sistema produce imágenes de muaré dependientes de ángulo a partir de una sola matriz de superficie. Esto contrasta con las estructuras de muaré de múltiples capas, en las que la imagen de muaré se produce a partir de una primera matriz de imágenes, y se refracta a través de una segunda matriz de lentes separada. De modo similar, los magnificadores de muaré de "modo reflectante" también se basan en dos matrices separadas (es decir, una matriz de lentes reflectantes y una matriz de imágenes).

Los sistemas de magnificación de tipo muaré que se describen en el presente documento no requieren necesariamente un film de sustrato, según suele ocurrir con otros productos de seguridad. Dado que las estructuras de tipo ImageArc pueden ser fabricadas directamente sobre la superficie de muchos productos, no se incurre en ningún coste adicional de film. Con el uso de ImageArc, se pueden proporcionar imágenes compuestas sintéticas en lacas o recubrimientos preexistentes, o en el material del que están hechos los productos, lo que hace que el coste de fabricación adicional se reduzca casi a cero, a la vez que aumenta drásticamente la seguridad del sistema adornado. A modo de ejemplo, los sistemas de magnificación de tipo muaré que se describen en el presente documento se pueden aplicar sobre y/o dentro de un recubrimiento de polímero preexistente en un billete de banco, directamente sobre y/o dentro de billetes de polímero, directamente sobre y/o dentro de billetes de lotería de rascar, directamente sobre y/o dentro de latas de aluminio para bebidas, directamente sobre y/o dentro de armarios para aparatos electrónicos de consumo, y directamente sobre y/o dentro de empaquetados de plástico o papel de aluminio. Los sistemas de magnificación de tipo muaré que se describen en el presente documento también se pueden utilizar para embellecer materiales textiles de vinilo, monturas de gafas e incluso superficies de elementos de alimentación, tales como caramelos.

Sistemas de magnificación de Muaré

Según se ha descrito anteriormente, los sistemas de magnificación de muaré que se proporcionan en el presente documento pueden comprender una superficie y una matriz periódica de micro estructuras de relieve de imagen que tienen una curvatura de superficie periódica dispuesta sobre o dentro de la superficie. El diseño de dichos sistemas se puede ilustrar describiendo primero un dispositivo de magnificación de muaré de múltiples capas.

En referencia ahora a los dibujos, la Figura 1 muestra una sección transversal de un dispositivo de magnificación de muaré que incluye una matriz de lentes 100, un espaciador óptico 101 y una matriz de imágenes (también conocida como matriz de objetos, matriz de iconos o matriz de motivos) 102. Un espaciador óptico 101 posiciona la matriz de imágenes 102 en el punto focal 103 de la matriz de lentes 100. Cada lente 104 de la matriz de lentes 100 capta su parte de la matriz de imágenes para formar una imagen compuesta.

En referencia ahora a la Figura 2, si se superponen las líneas de corte imaginarias 105 en el dispositivo de magnificación de muaré de múltiples capas que se muestra en la Figura 1, trazadas hacia arriba desde la matriz de imágenes 102 e intersectadas con la curvatura superior de la matriz de lentes 100, la sustracción de cortes de la matriz de lentes 100 en el patrón prescrito por la huella de las regiones de elementos de imagen 106 genera una matriz periódica de micro estructuras de relieve de imagen 107, según se muestra en la Figura 3A. Las micro estructuras de relieve de imagen que se ilustran en este ejemplo son micro estructuras de relieve de imagen en relieve positivo, lo que significa que se proyectan hacia arriba desde la superficie y terminan en una superficie generadora de imagen arqueada. Las micro estructuras de relieve de imagen en este ejemplo son una representación de imagen positiva, según se comenta con más detalle a continuación. Las superficies generadoras de imagen arqueadas de las micro estructuras de relieve de imagen de la matriz tienen una curvatura de superficie periódica a lo largo de la matriz. Las micro estructuras de relieve de imagen 107 están rodeadas por un área circundante sin relieve 108.

La Figura 3C ilustra la manera en que se pueden formar imágenes con magnificación de muaré por medio de una luz que incide en el sistema de magnificación de muaré que se ilustra en la Figura 3A. La luz que incide en las micro estructuras de relieve de imagen es redirigida por la reflexión. Los rayos de luz normales a la superficie 109 son reflejados radialmente hacia afuera con respecto a las superficies generadoras de imagen arqueadas de las micro estructuras de relieve de imagen 107, mientras que las áreas que no son de imagen 108 son simplemente reflejadas. Desde el punto de visión del observador, cada "isla" de estructura con curvatura, o elemento de relieve de imagen 113, presentará un punto de luz 110, (ilustrado por medio de líneas punteadas dirigidas hacia el observador) que corresponde a una parte de una imagen de muaré magnificada. La multiplicidad de reflejos puntuales contrastará con las partes que no son de imagen 108, las cuales se dirigen alejándose del observador. En combinación, las superficies generadoras de imagen arqueadas de las micro estructuras de relieve de imagen 107 y las áreas que no son de imagen 108 producen imágenes magnificadas que son visibles a lo largo de un rango de ángulos de visión. A medida que se inclina el sistema 111 (o a medida que cambia el punto de visión del observador), la matriz de puntos de reflexión 110 que percibe el observador será reflejada en diferentes partes de la matriz de micro estructuras de relieve de imagen, generando nuevas imágenes. Como consecuencia, las imágenes de muaré magnificadas formadas por la matriz pueden exhibir efectos de movimiento y/o profundidad dinámicos.

La Figura 3B ilustra un sistema de ejemplo que emplea micro estructuras de relieve de imagen que son una representación de imagen negativa. Si se utilizaran las mismas líneas de corte de la imagen 105 que se ilustran en la Figura 2, y en su lugar se eliminaran volúmenes de área de imagen 112, se generaría una matriz periódica similar de micro estructuras de relieve de imagen 200, según se muestra en la Figura 3B. Las micro estructuras de relieve de imagen que se ilustran en este ejemplo son también micro estructuras de relieve de imagen en relieve positivo, lo que significa que se proyectan hacia arriba desde la superficie y terminan en una superficie generadora de imagen arqueada. Sin embargo, la huella de las micro estructuras de relieve de imagen 107 corresponde al fondo en el que se encuentran las regiones de elementos de imagen en el dispositivo que se ilustra en la Figura 1 y la Figura 2.

En sistemas que incluyen micro estructuras de relieve de imagen que son una representación de imagen positiva (por ejemplo, la Figura 3A) o una representación de imagen negativa (por ejemplo, la Figura 3B), se puede percibir el mismo motivo de imagen, aunque con áreas brillantes 110 y áreas oscuras 109 relativas invertidas. En el caso del sistema que se ilustra en la Figura 3A, desde la mayoría de ángulos de observación, las superficies generadoras de imagen arqueadas de las micro estructuras de relieve de imagen 107 parecerán tener una mayor intensidad de luz relativa o brillo relativo con respecto al fondo 108. Sin embargo, desde otros ángulos, la reflexión especular procedente del fondo 108 se dirigirá hacia el observador, y el fondo 108 aparecerá, en cambio, brillante y las superficies generadoras de imagen arqueadas de las micro estructuras de relieve de imagen 107 aparecerán más oscuras. En el caso del sistema que se ilustra en la Figura 3B, se observarán los mismos efectos, pero con estas intensidades invertidas.

La Figura 3D ilustra una vista isométrica de una matriz periódica 114 de micro estructuras de relieve de imagen 113 que tienen una curvatura de superficie periódica dispuesta en una superficie. Para fines de ilustración, se ha seleccionado un motivo de león como motivo de imagen. Se presta especial atención a la ubicación de los leones con respecto a la variación de la curvatura de la superficie. En este ejemplo, la periodicidad de las imágenes de león 115 (el período de repetición de la imagen) es diferente de la periodicidad de la curvatura de la superficie 116 (el período de repetición de curvatura), de modo que en algunas regiones de la matriz, el cuerpo del león y la cresta de la curvatura de la superficie son coincidentes 117, y en otras partes de la matriz no son coincidentes 118. La matriz que se representa en este caso representa sólo una pequeña parte de una matriz periódica típica, que puede comprender cientos de miles de relieves micro estructurados.

Variando y/o combinando aspectos de la matriz periódica de micro estructuras de relieve de imagen y la curvatura de superficie periódica de las micro estructuras de relieve de imagen (por ejemplo, el escalado del primer período de repetición de imagen con respecto al primer período de repetición de curvatura, la inclinación de la curvatura de superficie periódica con respecto a las micro estructuras de relieve de imagen, etc.), se pueden obtener sistemas de magnificación de tipo muaré que muestran una diversidad de efectos visuales, tal como movimiento. Todos los efectos visuales que se pueden generar utilizando el sistema de magnificación de muaré (así como la selección particular de elementos de matriz necesarios para producir un efecto visual determinado) no son reintroducidos en detalle en este caso, ya que estos efectos ya se han descrito con respecto a sistemas de magnificación de tipo muaré de múltiples capas. Véase, por ejemplo, la patente de EE.UU. Número 7.333.268 de Steenblik y otros. Sin embargo, a modo de ejemplo, a continuación se describen ciertos componentes de diseño que se pueden utilizar para llegar a sistemas de magnificación de muaré que exhiben diversos efectos visuales.

La Figura 4 ilustra una matriz de imágenes 119 que tiene un período de repetición de imagen 120 a lo largo de un primer eje de referencia de imagen 180 dentro de la matriz de imágenes. A efectos ilustrativos, se ha seleccionado una imagen textual ("VALID") como motivo de imagen 121. El tipo de matriz puede ser una cualquiera de las estructuras de red cristalográfica conocidas que pueden ser definidas por una "celda unitaria" bidimensional que se repite. En este caso se representa un entramado o red hexagonal que muestra un motivo de imagen 121 por cada celda unitaria hexagonal 122, pero no estará presente en la estructura final.

La Figura 5 ilustra una matriz de curvaturas periódicas 123, que también tiene un período de repetición de curvatura 124 a lo largo de un primer eje de referencia de curvatura 190 dentro de la matriz de imágenes, y una estructura de entramado (o red) 122 de la misma forma que la matriz de imágenes 119 (en este caso hexagonal). La matriz de curvaturas 123 se puede utilizar para definir un molde de curvatura que puede ser usado durante una etapa intermedia en la creación de estructuras de tipo ImageArc. La geometría base de los elementos de curvatura 125 puede ser definida en esta etapa, con posibles huellas alternativas. Es decir, las huellas de curvatura 125 pueden ser circulares o hexagonales, o la forma de cualesquiera disposiciones de red o entramado alternativas que se consideren, y pueden ser tan grandes como la celda unitaria 122 o más pequeñas. En este caso, las huellas de curvatura tienen unas huellas de base circular. La matriz se puede utilizar para crear un molde de matriz de curvaturas intermedio, en el que cada elemento de curvatura tendrá forma hemisférica con una curvatura positiva. Con fines de ilustración, la matriz de imágenes 119 y la matriz de curvaturas 123 comienzan como representaciones de capas bidimensionales a las que se les dará una estructura y una altura después de realizar primero unas manipulaciones en la matriz.

La Figura 6 ilustra una matriz de imágenes 119 y una matriz de curvaturas 123 superpuestas. En este ejemplo, la relación del primer período de repetición de imagen 120 con respecto al primer período de repetición de curvatura 124 es igual a 1 (es decir, el primer período de repetición de imagen es igual al primer período de repetición de curvatura). En esta forma de realización, la matriz de imágenes 119 y la matriz de curvaturas 123 están alineadas de tal manera que el primer eje de referencia de curvatura 190 es paralelo y coincide con el primer eje de referencia de imagen 180.

La Figura 7 ilustra una operación de escalado de capas. En este ejemplo, la matriz de imágenes 119 tiene un escalado diferente al de la matriz de curvaturas 123. Concretamente, el primer período de repetición de imagen 126 es menor que el primer período de repetición de curvatura 124, de modo que la distancia entre dos elementos de imagen que se repiten es menor que la distancia entre dos elementos de curvatura. Esta operación dará como resultado una imagen de muaré magnificada que parece que se encuentra en un plano espacial por debajo del sistema, una vez que se ha generado el correspondiente sistema de ImageArc.

En función de la diferencia entre el período de repetición de curvatura 124 y el período de repetición de imagen 126, la imagen de muaré magnificada resultante puede ser directa (lectura correcta, en la que la imagen textual aparece como "VALID") o inversa (lectura incorrecta, en la que la imagen textual aparece como "DILAV"). Se pueden formar imágenes de muaré magnificadas erectas en formas de realización en las que el período de repetición de curvatura 124 es mayor que el período de repetición de imagen 126. Por el contrario, se pueden formar imágenes de muaré invertidas en formas de realización en las que el período de repetición de curvatura 124 es menor que el período de repetición de imagen 126.

La Figura 8 ilustra una operación de rotación o "inclinación", en la que una matriz de curvaturas superpuestas es rotada con respecto a una matriz de imágenes. En este ejemplo, la relación del primer período de repetición de imagen 120 con respecto al primer período de repetición de curvatura 124 es igual a 1. Sin embargo, la matriz de curvaturas 123 es rotada un grado con respecto a la matriz de imágenes 119, de modo que el primer eje de referencia de curvatura 190 no es paralelo ni coincide con el primer eje de referencia de imagen 180. En virtud de la operación de rotación 127, la matriz de imágenes 119 tendrá una nueva inclinación efectiva, según es representado por la matriz de curvaturas 123, que es mayor que el período de repetición de imagen original 120. Esta nueva relación de períodos tiene el efecto de reducir el tamaño de la imagen de muaré, y proporciona imágenes que parecerán que se mueven o deslizan dentro del plano del sistema en la dirección opuesta a la inclinación.

Si bien en los ejemplos que se han descrito anteriormente se emplea una sola matriz de imágenes para mayor claridad, los sistemas de magnificación de muaré que se proporcionan en el presente documento pueden incluir múltiples matrices de imágenes, cada una de las cuales tiene su propia escala y rotación con respecto a la matriz de curvaturas para generar

sistemas de magnificación de muaré que exhiben los efectos visuales deseados para una aplicación en particular. Por ejemplo, la matriz de imágenes "valid" puede ser combinada con una segunda matriz de imágenes con un motivo "ok" con una repetición de imágenes diferente.

Una vez que se han generado los diseños de matrices y se han manipulado sus propiedades con un escalado y una rotación, las capas estarán listas para su realización física, en el que el diseño o diseños de matrices de imágenes y el diseño de matriz de curvaturas podrán fusionarse o superponerse en una capa, de modo que las regiones volumétricas comunes serán compartidas entre las matrices. A continuación se examinan con más detalle los procedimientos de formación de los sistemas de magnificación de muaré que se proporcionan en el presente documento.

Las dimensiones de las celdas unitarias de las matrices de imágenes y las matrices de curvaturas que se han descrito anteriormente pueden ser variadas, de modo que se pueden obtener sistemas de magnificación de muaré que tienen las características para una aplicación deseada. En algunos casos, la celda unitaria que define la matriz de imágenes, medida entre dos puntos de entramado (o red) en la celda unitaria, puede ser inferior a un milímetro (por ejemplo, menos de 250 micrones, o menos de 150 micrones). En algunos casos, la celda unitaria que define la matriz de imágenes, medida entre dos puntos de entramado (o red) en la celda unitaria, puede ser de al menos 1 micrón (por ejemplo, al menos 10 micrones, o al menos 25 micrones).

En algunas formas de realización, el primer período de repetición de imagen es de 1 micrón a 1000 micrones (por ejemplo, de 1 micrón a 500 micrones, de 1 micrón a 250 micrones, de 1 micrón a 150 micrones, de 10 micrones a 250 micrones, de 10 micrones a 250 micrones, o de 10 micrones a 150 micrones), y el primer período de repetición de curvatura es de 1 micrón a 1000 micrones (por ejemplo, de 1 micrón a 500 micrones, de 1 micrón a 250 micrones, de 1 micrón a 150 micrones, de 10 micrones a 250 micrones, de 10 micrones a 250 micrones, o de 10 micrones a 150 micrones).

En función del diseño del sistema de magnificación de muaré, se pueden generar sistemas que muestren una diversidad de efectos visuales. Ejemplos de efectos visuales que se pueden observar incluyen

imágenes de muaré magnificadas que parece que se encuentran en un plano espacial por debajo del sistema;

imágenes de muaré magnificadas que parece que se encuentran en un plano espacial por encima del sistema;

imágenes de muaré magnificadas que parece que se encuentran en un plano espacial coplanar con el sistema, y que parece que se mueven o se deslizan ortogonalmente con traslación (por ejemplo, deslizamiento en dirección contraria);

imágenes de muaré magnificadas que parece que se transforman de una forma de imagen a otra;

imágenes de muaré magnificadas que representan una matriz de motivos de imagen similares (por ejemplo, un diseño de papel tapiz);

imágenes de muaré magnificadas que representan un solo objeto o escena y que proporcionan una perspectiva única con un ángulo de visión (por ejemplo, imágenes integrales, véase, por ejemplo, la patente de EE.UU. Número 6.177.953 de Vachette y otros);

imágenes de muaré magnificadas que parece que "se encienden y se apagan" (por ejemplo, desaparecen y vuelven a aparecer) con el cambio de ángulo de visión.

En algunas formas de realización, la imagen de muaré magnificada parece que se encuentra en un plano espacial por encima o por debajo del sistema de magnificación de tipo muaré. En algunas formas de realización, la imagen de muaré magnificada parece que se mueve entre un plano espacial por debajo del sistema y un plano espacial por encima del sistema cuando el sistema es rotado en torno a un eje perpendicular a la superficie. En algunas formas de realización, la imagen de muaré magnificada parece que se transforma de una primera forma, tamaño o color a una segunda forma, tamaño o color cuando el sistema es rotado en torno a un eje paralelo a la superficie. En ciertas formas de realización, la imagen de muaré magnificada puede parecer que se desliza en dirección contraria dentro de un plano paralelo o coplanar con la superficie cuando el sistema es rotado en torno a un eje paralelo a la superficie.

Muchos otros aspectos del sistema de magnificación de muaré pueden ser variados para generar sistemas de magnificación de muaré que exhiben las características y efectos visuales deseados para una aplicación en particular. Por ejemplo, el radio de curvatura de las superficies generadoras de imagen arqueadas que se encuentran en las micro estructuras de relieve de imagen (y por extensión el radio de curvatura de la curvatura de superficie periódica) puede ser variado, según se desee. Según se ilustra en la Figura 11, una forma de curvatura menor 149 proporcionará por lo general un campo de visión más estrecho 150 que uno de curvatura mayor. El campo de visión del elemento de curvatura puede proporcionar el rango de ángulos de visión con respecto a la fuente de luz a través de los cuales se pueden observar imágenes de muaré magnificadas observadas por el observador. En general, cuanto más estrecho sea el campo de visión, más brillante será el aspecto de las imágenes de muaré magnificadas en el rango de ángulos incluido. Por el contrario, cuanto más amplio sea el campo de visión, más atenuadas aparecen las imágenes de muaré magnificadas sobre ese campo de visión.

En algunas formas de realización, el radio de curvatura de las superficies generadoras de imagen arqueadas que se encuentran en las micro estructuras de relieve de imagen (y por extensión la curvatura de superficie periódica) puede ser de 1 micrómetro a 500 micrones (por ejemplo, de 1 micrómetro a 250 micrones, de 1 micrómetro a 150 micrones, de 10 micrones a 250 micrones, o de 10 micrones a 150 micrones).

Las superficies generadoras de imagen arqueadas de las micro estructuras de relieve de imagen de la matriz pueden tener una curvatura de superficie periódica convexa o cóncava a lo largo de la matriz. En ciertas formas de realización, la curvatura de superficie periódica de la matriz es convexa. En otras formas de realización, la curvatura de superficie periódica de la matriz es cóncava. Se puede decir que las características de forma convexa (curvatura positiva) sobresalen de la superficie cuando los elementos son observados desde arriba, según se muestra en la Figura 12 (motivo de la derecha). Se puede decir que las características de forma cóncava (curvatura negativa) aumentan hacia el interior del sustrato cuando los elementos son observados desde arriba, según se muestra en la Figura 12 (motivo central). Como referencia, también se ilustra una estructura sin curvatura en la Figura 12 (motivo de la izquierda).

En una forma de realización, las superficies generadoras de imagen arqueadas de las micro estructuras de relieve de imagen de la matriz (y por extensión la curvatura de superficie periódica) exhibe el contorno de una sección de un hemisferio convexo. Para un reflector convexo simétrico, la superficie de la región reflectante presenta una imagen especular en un punto focal que se encuentra detrás del reflector que, para el observador, aparece como un punto brillante a una distancia de $f = -R/2$, en el que R es el radio de curvatura.

En los ejemplos que se han ilustrado anteriormente, existe un espacio intersticial entre los elementos de la matriz de curvaturas para facilitar su fabricación; sin embargo, si se desea, se puede utilizar un molde de curvatura intermedio que tiene un factor de relleno igual a 100% para definir la curvatura de superficie periódica de las micro estructuras de relieve de imagen.

Además, se pueden utilizar elementos de curvatura de geometría cilíndrica. Se pueden utilizar elementos de curvatura de geometría cilíndrica, por ejemplo, para producir sistemas de magnificación de muaré que produzcan imágenes de muaré magnificadas que exhiben un movimiento dinámico en una sola dirección de inclinación.

Las micro estructuras de relieve de imagen pueden ser construidas a partir de dos regiones dimensionales que constituyen una parte parcial o completa de una imagen, un número, un texto, una forma u otro motivo. Cuando se diseña la matriz de micro estructuras de relieve de imagen para el sistema, se puede definir una celda unitaria de tal manera que el contenido de la celda puede ser dispuesto en una configuración de llenado de espacio bidimensional con periodicidad, en el que la celda unitaria contiene al menos una instancia de un patrón a repetir, y en el que define la estructura de empaquetado de los elementos de relieve. La estructura de empaquetado, o disposición de puntos de entramado (o red), define en general cómo se construirá la matriz. Dichas disposiciones de entramado o red (las disposiciones de entramado o red bidimensionales fundamentales de Bravais) son conocidas en la técnica de cristalografía e incluyen estructuras de empaquetado oblicuas, rectangulares, rómbicas, hexagonales y cuadradas.

En este contexto, el término matriz periódica se refiere a un teselado de llenado de espacio repetitivo y bidimensional de celdas unitarias (o patrones con repetición) que pueden ser repetidos por traslación para llenar una superficie con el contenido de la celda unitaria (por ejemplo, como el teselado de una superficie). La matriz periódica de celdas unitarias puede, por lo tanto, tener una simetría traslacional, y su disposición sobre la superficie puede estar caracterizada por una disposición de red o entramado cristalográfico bidimensional (una disposición de red bidimensional fundamental de Bravais).

La matriz se puede diseñar para que produzca una imagen de muaré magnificada con un perfil de sombreado o de intensidad de luz binario y/o una imagen de muaré magnificada con un sombreado multi nivel. La Figura 13 (parte superior) ilustra un diseño que utiliza regiones bidimensionales cerradas para ilustrar un motivo de cara de león. El diseño es encajado en una celda unitaria 122, y la intención es utilizar un sombreado binario. Para conseguir esto, sólo se necesita una celda unitaria con una instancia del patrón (parte media) para generar una matriz que pueda producir una imagen de muaré magnificada compuesta (parte inferior) que también tendrá un perfil de sombreado o de intensidad de luz binario.

Si se desea, se pueden generar imágenes de muaré magnificadas con sombreado de varios niveles utilizando matrices definidas con múltiples celdas unitarias. La Figura 14 ilustra un ejemplo en el que cuatro celdas (en lugar de una celda unitaria) definen la matriz de imágenes. Si se utilizan cuatro celdas para generar la matriz de relieves de imagen, a continuación se puede producir un sombreado de varios niveles de la imagen compuesta. Por ejemplo, si tres de las cuatro celdas contienen los ojos de la cara de león, los ojos aparecerán sombreados en un 75%, o rellenos en una región de la imagen de muaré magnificada resultante.

Materiales adecuados para la fabricación de micro estructuras de relieve de imagen incluyen, a modo de ejemplo, metales, cerámicas, vidrios y plásticos. Según se ha descrito anteriormente, las micro estructuras de relieve de imagen pueden funcionar en modo reflectante, en modo transmisivo o en modo parcialmente reflectante y parcialmente transmisivo para generar una imagen de muaré magnificada. La composición de las micro estructuras de relieve de imagen puede ser variada, si se desea, para producir un efecto óptico determinado.

Por ejemplo, en el caso de sistemas de magnificación de muaré diseñados para producir imágenes magnificadas con una reflexión de luz en la matriz, las micro estructuras de relieve de imagen pueden ser formadas por un material reflectante. Se pueden obtener reflejos adecuados utilizando micro estructuras de relieve de imagen formadas por plásticos, tales como policarbonato, cloruro de polivinilo, ABS, poliestireno y poliésteres que pueden ser moldeados para obtener un reflejo en superficie reflectante a modo de espejo. Se pueden obtener reflejos adecuados usando micro estructuras de relieve de imagen formadas por materiales de acrilato curables con energía. En ciertas formas de realización, las superficies generadoras de imagen arqueadas de las micro estructuras de relieve de imagen pueden ser reflectantes a modo de espejo. Estas micro estructuras de relieve de imagen muy reflectantes pueden ser formadas, por ejemplo, por metalización (por ejemplo, por deposición directa por vapor de un metal como el aluminio), o por estampado o grabado en relieve de un material reflectante como una lámina de metal.

En el caso de sistemas de magnificación de muaré diseñados para producir imágenes magnificadas por transmisión de luz a través de la matriz, las micro estructuras de relieve de imagen pueden ser formadas por un material adecuado transmisor de luz. De esta manera, el sistema de magnificación de muaré puede producir imágenes que son visibles cuando se proporciona una iluminación de fondo a la parte trasera del sistema de magnificación de muaré, y se observa la parte delantera del sistema de magnificación de muaré. Por ejemplo, si se sostiene el sistema de magnificación de muaré hacia la luz y se observa (como cuando se comprueba la presencia de una marca de agua en un billete), el sistema de magnificación de muaré producirá imágenes fáciles de observar. También se pueden utilizar materiales parcialmente reflectantes y parcialmente transmisivos, por ejemplo, por medio de recubrimientos metálicos muy finos o por medio de materiales de alto índice de refracción tal como el sulfuro de zinc.

Se pueden incorporar otros materiales diversos (por ejemplo, en o sobre las micro estructuras de relieve de imagen, en o sobre la superficie sobre o dentro de la cual son formadas las micro estructuras de relieve de imagen, o una combinación de las mismas) para transmitir un aspecto y/o efectos ópticos deseables. Por ejemplo, se pueden incorporar pigmentos no fluorescentes, colorantes no fluorescentes, pigmentos fluorescentes, colorantes fluorescentes, metal, partículas metálicas, partículas magnéticas, materiales de firma de resonancia magnética nuclear, partículas de láser, materiales de LED orgánico, materiales variables ópticamente, materiales evaporados, materiales pulverizados, materiales depositados químicamente, materiales depositados por vapor, materiales de interferencia de film delgado, polímeros de cristal líquido, materiales de conversión óptica ascendente y/o descendente, materiales dicroicos, materiales ópticamente activos, materiales ópticamente polarizantes, tintas o polvos variables ópticamente, y combinaciones de los mismos. Las micro estructuras de relieve de imagen, la superficie sobre o dentro de la cual son formadas las micro estructuras de relieve de imagen, o una combinación de las mismas, también pueden ser formadas por materiales que tienen diversos aspectos (por ejemplo, materiales metálicos, materiales brillantes, materiales mate, materiales coloreados, materiales transparentes, materiales opacos, materiales fluorescentes, etc.). Combinando las micro estructuras de relieve de imagen formadas por un primer material con una superficie formada por un segundo material, se pueden crear efectos de contraste (por ejemplo, imágenes brillantes sobre un fondo mate, imágenes mate sobre un fondo brillante, imágenes de color (transparentes u opacas) sobre un fondo incoloro (transparente u opaco), imágenes incoloras (transparentes u opacas) sobre un fondo de color (transparente u opaco), etc.).

En algunas formas de realización, las micro estructuras de relieve de imagen, la superficie sobre o dentro de la cual son formadas las micro estructuras de relieve de imagen, o una combinación de las mismas pueden comprender modificaciones de superficie a nivel de sub-longitudes de onda, tales como hologramas, cristales fotónicos o recubrimientos de interferencia. Se pueden utilizar estructuras de sub-longitud de onda para alterar el color, la reflectividad y/o la absorción del sistema. En algunas formas de realización, se pueden incorporar estructuras difractivas de luz y/o estructuras de cristales fotónicos en o sobre las micro estructuras de relieve de imagen, en o sobre la superficie sobre o dentro de la cual son formadas las micro estructuras de relieve de imagen, o una combinación de las mismas.

En algunas formas de realización, las micro estructuras de relieve de imagen, la superficie sobre o dentro de la cual son formadas las micro estructuras de relieve de imagen, o una combinación de las mismas puede comprender una tinta o polvo ópticamente variable.

También se pueden incorporar tintas de impresión a las micro estructuras de relieve de imagen, a la superficie sobre o dentro de la cual son formadas las micro estructuras de relieve de imagen, o a una combinación de las mismas. En algunas formas de realización, el sistema puede comprender además una impresión tradicional, tal como una sobreimpresión y/o impresión selectivas por debajo de regiones transparentes del sistema. Si se desea, se puede variar el ancho de línea de las imágenes (por ejemplo, imágenes delgadas vs. imágenes anchas).

Si se desea, se puede aplicar una capa de recubrimiento al sistema, que cubre la superficie y/o la micro matriz de relieves de imagen. La capa de recubrimiento puede ser, por ejemplo, una capa de recubrimiento brillante o un barniz. La Figura 17 ilustra un sistema de magnificación de muaré que incluye una capa de recubrimiento que cubre la matriz de micro estructuras de relieve de imagen. En este ejemplo, las micro estructuras de relieve de imagen 153 pueden comprender un polvo reflectante de micro partículas (por ejemplo, las micro estructuras pueden ser moldeadas a partir de una composición que incluye polvo reflectante de micro partículas. Se proporciona una capa de recubrimiento 154 sobre la matriz de micro estructuras.

Según se ha descrito anteriormente, las micro estructuras de relieve de imagen pueden ser micro estructuras de relieve de imagen en relieve positivo o en relieve negativo. Según se ha descrito anteriormente, en algunos casos las micro estructuras de relieve de imagen pueden ser micro estructuras de relieve de imagen en relieve positivo que se proyectan hacia arriba desde la superficie y terminan en una superficie generadora de imagen arqueada. En otros casos, las micro estructuras de relieve de imagen pueden ser micro estructuras de relieve de imagen en relieve negativo que son espacios vacíos formados dentro de la superficie que terminan en una superficie generadora de imagen arqueada. La Figura 15 ilustra un ejemplo de un sistema de magnificación de muaré que incluye una matriz de micro estructuras de relieve de imagen en relieve negativo. Las micro estructuras de relieve de imagen en relieve negativo son espacios vacíos formados dentro de la superficie 151 que terminan en una superficie generadora de imagen arqueada. La curvatura de superficie periódica de la matriz que se ilustra en la Figura 15 es cóncava.

Las superficies generadoras de imagen arqueadas de las micro estructuras de relieve de imagen de la matriz pueden tener una curvatura de superficie periódica convexa o cóncava a lo largo de la matriz. La Figura 16 ilustra un sistema de magnificación de muaré que incluye micro estructuras de relieve de imagen en relieve negativo que tienen una curvatura de superficie periódica cóncava. En este ejemplo, las micro estructuras son presionadas contra un sustrato 152 (por ejemplo, grabadas o estampadas).

Procedimientos de fabricación

Los sistemas de magnificación de muaré que se describen en el presente documento pueden ser formados usando patrones fotolitográficos y procesos de fabricación y replicación de moldes de micro estructuras conocidos en la técnica. Usando la fabricación de moldes blandos para crear un molde duro, se puede crear una herramienta de grabado en relieve dura. Una vez se ha creado, la herramienta de grabado en relieve dura se puede utilizar, por ejemplo, para moldear la estructura de matriz de los sistemas de magnificación de muaré en sustratos de plástico termo formable o para fundido de polímeros curables en un sustrato. La herramienta de grabado en relieve dura también se puede utilizar para fundido de un molde negativo en un portador de plástico que puede ser rellenado con una composición extraíble que puede ser transferida a un sustrato final (por ejemplo, mediante un proceso de estampado o de curado en caliente) en un proceso similar a transferencia de lámina holográfica.

En las Figuras 9A – 9I se ilustra un ejemplo de procedimiento para crear un maestro. La Figura 9A ilustra un sustrato de vidrio liso 128 que es cubierto por una capa de aluminio 129. Encima del aluminio 129 se deposita una capa de fotorresistor positivo 130. Una foto máscara de cromo sobre vidrio 131 con un patrón de matriz de curvaturas 132 es colocada en contacto con el fotorresistor 130, según se muestra en la Figura 9B. A continuación, la estructura es expuesta utilizando luz ultravioleta colimada 133, a través de las áreas claras de la máscara 134, permitiendo la exposición del fotorresistor sólo en las partes en las que se pretende retirar el fotorresistor 135. El vidrio con fotorresistor es colocado a continuación en una solución desarrolladora cáustica de modo que las áreas expuestas son eliminadas mediante lavado junto con el aluminio subyacente. Como resultado se producen unos cilindros de fotorresistor 136 sobre unas bases de aluminio 137, en que las bases actuarán como una región de barrera que evita que el fotorresistor se empape en el vidrio después del calentamiento, según se muestra en la Figura 9C.

A continuación, el vidrio es colocado en una placa caliente con el fin de fundir el fotorresistor, creando unas estructuras de curvatura con forma 138 a partir del tensionado de la superficie del resistor fundido, según se muestra en la Figura 9D. Una vez se ha enfriado, se aplica un fotopolímero líquido 139 a la superficie de las formas de resistor 138, según se muestra en la Figura 9E, seguido de un nuevo sustrato de cubierta de vidrio 140. El fotopolímero es a continuación endurecido por una gran exposición a luz ultravioleta y elevado con respecto a las estructuras de fotorresistor. El resultado es un maestro blando que incluye una matriz de formas de curvatura cóncava 141 en el fotopolímero adherido al nuevo sustrato de vidrio. El maestro de matriz de curvaturas blando 142 se puede utilizar a continuación para definir la curvatura de la superficie superior de la estructura final, pero requiere un procesamiento adicional para introducir las formas de imagen.

Para introducir las formas de imagen, los espacios vacíos cóncavos del maestro de matriz de curvaturas blando 142 son rellenados con un fotorresistor 143. Una foto máscara con patrones de región de imagen 144 es colocada en contacto con el maestro blando rellenado con el fotorresistor y es expuesta a luz ultravioleta colimada 133, según se muestra en la Figura 9F. En este ejemplo, las áreas de imagen 145 de la máscara son claras con un fondo opaco, lo que permite una exposición de las áreas de imagen al fotorresistor. La estructura es colocada a continuación en una solución desarrolladora, con lo que el resistor expuesto es desarrollado alejándolo, y dejando una versión negativa de la matriz de imágenes, que se muestra en la Figura 9G.

El fotopolímero líquido 146 se puede aplicar a continuación junto con un sustrato de cubierta de vidrio 147, según se muestra en la Figura 9H. El fotopolímero puede a continuación ser endurecido con una exposición a luz ultravioleta, y eliminado, lo que da lugar a un sistema de magnificación de muaré que incluye una matriz periódica de micro estructuras de relieve de imagen en relieve positivo que tienen una curvatura de superficie periódica convexa, según se muestra en la Figura 9I.

Cada micro estructura de relieve de imagen, que ha sido seccionada en esencia a partir de un elemento de matriz de curvaturas con sus propias características, puede ser provista con una mayor o una menor curvatura. El sistema puede

proporcionar diferentes campos de visión alterando la curvatura, que puede ser adaptada durante las primeras etapas del proceso de construcción del maestro (que se ha descrito anteriormente en las Figuras 9A – 9D). Las Figuras 10A – 10D ilustran cómo se puede alterar la curvatura proporcionando una capa más gruesa o más delgada de fotorresistor antes de definir los patrones. Cuando se utiliza una capa más delgada de fotorresistor 148, habrá un volumen menor de fotorresistor en una huella equivalente, lo que dará lugar a un elemento de curvatura menos profundo 149 después del tensionado de la superficie del proceso de reflujo.

Las estructuras formadas de las Figuras 9G y 9I son maestros de grabado en relieve blandos, lo que significa que se pueden hacer unas pocas réplicas de sus superficies (por ejemplo, llenando el maestro blando con una composición curable, curando la composición y retirando la composición curada del maestro blando) antes de que se produzcan daños. Para un molde más robusto, por ejemplo, que se puede utilizar para una producción en masa de un sistema de magnificación de muaré mediante grabado en relieve duro o blando, se puede preparar y utilizar un maestro duro.

Un maestro duro es un molde de metal de grabado en relieve que tiene una versión negativa de la micro estructura deseada, de modo que cuando su superficie es replicada por medio de grabado en relieve o moldeado, se puede producir una versión positiva de la estructura. Un maestro duro puede ser formado por medio de una metalización y electro formación conductiva, según se conoce en la técnica de fabricación por deposición directa de vapor. A modo de ejemplo, el maestro blando que se ilustra en la Figura 9I puede ser recubierto con una capa delgada de plata mediante deposición directa de vapor, provisto con un contacto eléctrico, y colocado en una solución de chapado de níquel para electro deposición. Después de que se haya chapado la superficie con un grosor suficiente de níquel (por ejemplo 1/4 o 1/2 mm de grosor), la estructura chapada es retirada de la solución. El maestro duro electro formado puede a continuación ser extraído del maestro blando. Se puede hacer a continuación un número casi ilimitado de grabados en relieve blandos de la superficie del maestro duro (un sistema de magnificación de muaré) a partir de la superficie del maestro duro, siempre que la superficie del maestro duro permanezca sin rayar o sin estropear.

La estructura de maestro duro también puede ser copiada en otros maestros duros que tienen una estructura duplicada a modo de espejo si se repite el proceso de electro formación. En la construcción de un maestro por deposición directa de vapor, el primer maestro de níquel se denomina el padre, y las copias de la superficie del padre se denominan madres. La madre se puede utilizar en la producción sólo si se desea una imagen duplicada a modo de espejo de la original. Esto puede ser útil si se desea cambiar entre estructuras cóncavas y convexas, aunque el texto y las imágenes no simétricas serán invertidas. De lo contrario, se puede utilizar la electro forma de la madre para generar otra electro forma que se conoce como el hijo, que tendrá la misma estructura que el padre, a partir de la cual se pueden hacer réplicas o grabados en relieve blandos que se corresponden con la estructura del maestro blando original.

Para facilitar la producción en masa del sistema de magnificación de muaré utilizando equipo de impresión industrial convencional, se puede formar el maestro duro padre o hijo en un cilindro alrededor de un núcleo rígido, de modo que se forma un cilindro de grabado en relieve duro. Este cilindro se puede utilizar, por ejemplo, para imprimir continuamente el sistema de magnificación de muaré en un sustrato alimentado por bobina mediante un grabado en relieve en caliente, o para un fundido del sistema de magnificación de muaré sobre la superficie de un sustrato utilizando una resina polimérica curable, tal como una resina de acrilato curable con energía.

El maestro duro puede ser hecho de níquel electro formado, pero sin estar limitado por el material utilizado, ya que éste puede variar en función de los requisitos de producción. Por ejemplo, los moldes maestros se pueden hacer de cobre electro formado, o de epoxis rígidos modernos para la fabricación de productos ligeros. Un molde maestro para un sistema de magnificación de muaré también puede ser formado por medio de un proceso de fabricación aditivo tal como de impresión en 3D, siempre que la resolución sea lo suficientemente alta. La impresión podría ser utilizado directamente o utilizado para hacer más maestros duros.

Para aplicaciones más pesadas, tales como el estampado de alta presión, puede ser necesario un molde maestro de gran dureza. Para crear dicha herramienta, se puede recubrir una madre maestra de níquel con un primer metal blando tal como plata, que actuará como una capa de liberación o extracción. A continuación se puede aplicar una capa de nitruro de titanio a la superficie de plata, lo que proporcionará una dureza superior al maestro final. La madre se puede colocar dentro de un molde de grafito y calentar todo el conjunto para reducir el efecto de choque térmico. A continuación se vierte acero al carbono fundido en el molde a presión, en la cara de la madre recubierta con nitruro de titanio. Se puede dejar que se enfríe lentamente o se puede tratar térmicamente con un enfriado rápido en aceite para proporcionar una gran dureza. Con el enfriamiento, se puede romper el molde, aplanar la parte trasera del acero, y la madre se puede desprender del molde de acero fundido, separándose en la interfaz de plata. El molde de acero endurecido que tiene una capa delgada de nitruro de titanio puede ser adecuado para algunas aplicaciones en las que se emplea el estampado o el fundido de metales para trabajos pesados.

También se proporciona un sistema para embellecer una superficie (por ejemplo, una superficie de un producto comercial, tal como un papel, una superficie polimérica, cerámica o metálica) con el fin de autenticar o mejorar la estética. El sistema de embellecimiento puede comprender un maestro duro que comprende un sistema de magnificación de muaré, según se describe en el presente documento. El sistema de embellecimiento se puede utilizar para formar un sistema de magnificación de muaré, según se describe en el presente documento, sobre la superficie de una o más de las siguientes maneras:

Por medio de un grabado en relieve positivo del material de sustrato a partir del cual se forma el producto comercial (es decir, para formar una matriz de micro estructuras de relieve de imagen en relieve positivo sobre la superficie del material de sustrato);

Por medio de un grabado en relieve negativo para formar espacios vacíos (es decir, matriz de micro estructuras de relieve de imagen en relieve negativo) dentro del material de sustrato a partir del que se forma el producto comercial;

Por medio de un fundido en positivo de material adicional aplicado sobre la superficie del producto comercial (es decir, para formar una matriz de micro estructuras de relieve de imagen en relieve positivo sobre la superficie del material de sustrato);

Por medio de un fundido en negativo de material adicional, que incluye una matriz de micro estructuras de relieve de imagen en relieve negativo formada dentro del material adicional.

Procedimientos de uso

Los sistemas de magnificación de tipo muaré se pueden proporcionar en diversas formas, en función de la aplicación deseada para el sistema. En ciertas formas de realización, los sistemas de magnificación de tipo muaré pueden ser formados sobre un artículo o un empaquetado o envoltura para el artículo, por ejemplo, mediante un grabado en relieve, un fundido, un moldeado o una estampación de la matriz de micro estructuras de relieve de imagen sobre el artículo o sobre el empaquetado o envoltura para el artículo. En ciertas formas de realización, los sistemas de magnificación de tipo muaré pueden ser formados sobre un sustrato (por ejemplo, un film de polímero o una lámina metálica) que se puede aplicar a un artículo o a un empaquetado o envoltura para el artículo (por ejemplo, utilizando un adhesivo). Los procedimientos precisos para la formación de los sistemas de magnificación de muaré se pueden seleccionar teniendo en cuenta una serie de factores, que incluyen la naturaleza del sustrato sobre el que o dentro del cual se forma el sistema, y consideraciones generales de producción (por ejemplo, de modo que el procedimiento se integre fácilmente en la fabricación de un artículo).

Los sistemas de magnificación de tipo muaré se pueden emplear para proporcionar una autenticación de artículos (por ejemplo, como una característica de seguridad y anti-falsificación para identificar y distinguir productos auténticos con respecto a falsificados) y/o para mejorar visualmente artículos manufacturados y de empaquetado. Los sistemas se pueden emplear en muchos campos de uso y aplicaciones. Ejemplos incluyen:

Solicitudes del gobierno y defensa, ya sean federales, estatales o extranjeros (tales como pasaportes, tarjetas de identificación, licencias de conducción, visados, certificados de nacimiento, registros vitales, tarjetas de registro de votantes, papeletas de votación, tarjetas de seguridad social, bonos, estampillas de comida, sellos postales y sellos fiscales);

Moneda, ya sea federal, estatal o extranjera (tal como hilos de seguridad en papel moneda, características en moneda de polímero y características en papel moneda);

Documentos (tales como títulos, escrituras, licencias, diplomas y certificados);

Instrumentos financieros y negociables (tales como cheques bancarios certificados, cheques corporativos, cheques, cheques personales, vales bancarios, certificados de acciones, cheques de viaje, giros postales, tarjetas de crédito, tarjetas de débito, tarjetas de cajero automático, tarjetas de afinidad, tarjetas telefónicas de prepago y tarjetas de regalo);

Información confidencial (tal como guiones de películas, documentos legales, Propiedad intelectual, Registros Médicos/Hospitalarios, Formularios/blocs de prescripción, y "Recetas secretas");

Protección de productos y marcas, que incluyen telas y cuidado del hogar (tales como Detergentes de lavandería, acondicionadores de telas, cuidado de platos, limpiadores domésticos, recubrimientos de superficies, refrescantes de telas, blanqueadores y cuidado de telas especiales);

Cuidados de belleza (tales como cuidado de cabello, color de cabello, cuidado y limpieza de la piel, cosméticos, fragancias, antitranspirantes y desodorantes, protectores femeninos, tampones y salva slips);

Cuidado del bebé y la familia (tales como pañales para bebés, toallitas para bebés y niños pequeños, baberos para bebés, cambio de bebés y colchonetas, toallas de papel, papel higiénico y pañuelos faciales);

Atención sanitaria (tal como cuidado bucal, salud y nutrición de animales domésticos, productos farmacéuticos de venta con receta, productos farmacéuticos de venta sin receta, suministro de medicamentos y atención sanitaria de personal, vitaminas de venta con receta y suplementos deportivos y nutricionales; gafas de venta con y sin receta; dispositivos y equipos médicos vendidos a hospitales, profesionales médicos y distribuidores médicos mayoristas (por ejemplo, vendas, equipos, dispositivos implantables, suministros quirúrgicos);

- Envases de alimentos y bebidas;
- Envases de productos secos;
- 5 Equipos, partes y componentes electrónicos;
- Ropa y calzado, que incluye ropa deportiva, calzado, artículos de lujo con o sin licencia, ropa deportiva y de lujo, telas;
- 10 Productos farmacéuticos biotecnológicos;
- Componentes y partes aeroespaciales;
- Componentes y piezas de automóviles;
- 15 Artículos deportivos;
- Productos de tabaco;
- 20 Software;
- Discos compactos, DVD y discos Blu-Ray;
- Explosivos;
- 25 Artículos novedosos (tales como papel y cinta de regalo)
- Libros y revistas;
- 30 Productos escolares y material de oficina;
- Tarjetas de visita;
- Documentación de embarque y empaquetado;
- 35 Cubiertas de cuadernos;
- Cubiertas de libros;
- 40 Marcas de libros;
- Boletos de eventos y transporte;
- Aplicaciones de juegos y apuestas (tales como billetes de lotería, tarjetas de juego, fichas de casino y artículos para usar en o con casinos, rifas y sorteos);
- 45 Muebles para el hogar (tales como toallas, ropa de cama y muebles);
- Recubrimientos de suelos y paredes;
- 50 Joyas y relojes;
- Bolsos;
- 55 Arte, coleccionables y objetos de recuerdo;
- Juguetes;
- Expositores (tales como expositores de puntos de venta y de marketing); y
- 60 Marcado y etiquetado de productos (tales como etiquetas, colgantes, etiquetas, hilos, tiras de apertura, envolturas, securización de una imagen a prueba de manipulaciones aplicada a un producto o un documento de una marca para su autenticación o mejora, tal como su camuflaje y como seguimiento del activo).
- 65 En ciertas formas de realización, los sistemas de magnificación de tipo muaré se pueden emplear en un documento o empaquetado o envoltura para un documento. El documento puede ser, por ejemplo, un billete de banco, un cheque, un

giro postal, un pasaporte, un visado, un registro vital (por ejemplo, un certificado de nacimiento), una tarjeta de identificación, una tarjeta de crédito, una tarjeta de cajero automático, una licencia, un sello fiscal, un sello postal, un billete de lotería, una escritura, un título, un certificado o un documento legal. En algunas formas de realización, los sistemas de magnificación de tipo muaré se pueden emplear para mejorar visualmente un artículo, tal como monedas, CD, DVD o discos Blu-Ray, o empaquetados o envolturas, tales como latas de aluminio, botellas (por ejemplo, de vidrio o plástico), film de plástico o envoltorios de papel de aluminio.

A continuación se describen con más detalle ejemplos de procedimientos de fabricación futuros.

1. Grabado en relieve de sustratos de papel

En un ejemplo de procedimiento de fabricación, un sustrato de papel alimentado por bobina que tiene un recubrimiento polimérico termo formable es pasado entre un cilindro de grabado en relieve duro calentado para un sistema de magnificación de muaré y un cilindro de níquel con fósforo liso para aplicar una presión uniforme. El calor y la presión de rodillo hacen que el recubrimiento polimérico termo formable fluya en el molde del cilindro maestro y, al separarse, el papel tendrá los sistemas de magnificación de tipo muaré grabados o impresos en su recubrimiento. Este procedimiento se puede utilizar, por ejemplo, para proporcionar sistemas de magnificación de tipo muaré sobre o dentro de papeles que han sido barnizados o provistos de recubrimientos anti suciedad.

2. Grabado en relieve de sustratos de film polimérico

En un ejemplo de procedimiento de fabricación, un film de polipropileno de orientación biaxial (BOPP: biaxially oriented polypropylene film) alimentado por bobina es grabado en caliente con un maestro duro para un sistema de magnificación de muaré. Este procedimiento se puede utilizar, por ejemplo, para producir un sistema de magnificación de muaré sobre o dentro de un sustrato de papel moneda de polímero, o para preparar etiquetas que incluyan un sistema de magnificación de muaré.

3. Grabado en relieve de sustratos de film metálico

En un ejemplo de procedimiento de fabricación, un film polimérico (por ejemplo, PET o BOPP), que opcionalmente tiene una capa termo formable y una capa de metal reflectante, o capas reflectantes de cambio de color, es grabado en relieve en caliente con un maestro duro para un sistema de magnificación de muaré, de modo que el sistema de magnificación de muaré se forma sobre o dentro de la capa y/o film termo formable, con la capa de metal reflectante, o capas reflectantes de cambio de color siguiendo una curvatura de superficie periódica de las micro estructuras de relieve de imagen. El sustrato puede ser, por ejemplo, un film base preexistente utilizado en la fabricación de hologramas.

4. Fundido sobre sustratos de fim metálico

En un ejemplo de procedimiento de fabricación, se utiliza como sustrato un film polimérico que tiene un recubrimiento reflectante metálico, o que tiene un recubrimiento reflectante que cambia de color (tal como films de interferencia de cambio de color que cambian de color con la inclinación). El sistema de magnificación de muaré es moldeado por encima de las capas reflectantes o de cambio de color utilizando una resina curable por luz ultra violeta y una fuerte fuente de curado por luz ultra violeta que puede penetrar en la capa de metal.

5. Fundido sobre sustratos poliméricos

En un ejemplo de procedimiento de fabricación, se puede utilizar un film polimérico (por ejemplo, PET) como sustrato y se puede utilizar una resina curable por luz ultra violeta a base de acrilato para moldeado del sistema de magnificación de muaré a partir de un cilindro de grabado duro para un sistema de magnificación de muaré. El moldeado puede implicar un curado por luz ultra violeta y una extracción de la resina curable del maestro en un proceso continuo. El sistema de magnificación de muaré resultante puede, a continuación, ser metalizado y aplicado a un sustrato final (por ejemplo, un artículo o un empaquetado o envoltura para un artículo) con un adhesivo.

6. Fundido con polvos de micro partículas

En un ejemplo de procedimiento de fabricación, el sistema de magnificación de muaré puede ser formado a partir del maestro utilizando una composición de polvo reflectante de micro o nano partículas. Esto abre un amplio campo de aplicaciones en las que se utilizan tintas variables ópticamente (OVI: optically variable inks) o composiciones de polvo, y permite que las tintas variables ópticamente sean suministradas a un sustrato en un patrón que da como resultado una imagen compuesta magnificada de muaré. Mediante un proceso de barrido con aplicador ranurado a modo de huecogrado (gravure-like doctor blading) de las tintas en partículas en un cilindro maestro que tiene representaciones negativas del sistema de magnificación de muaré final, las tintas pueden ser retiradas del molde o moldeadas sobre un sustrato, de modo que se proporciona la precisa micro estructura sobre la superficie de la tinta ópticamente variable, dando lugar a un perfil reflectante más espectacular que las tintas estáticas solas. Este fundido con tintas variables ópticamente también puede ser combinado con partículas orientadas de dominio magnético.

7. Moldear o fundir usando polvos de micro partículas

En un ejemplo de procedimiento de fabricación, se puede proporcionar un sustrato de papel o plástico que incluye una región sin patrones (es decir, una superficie micro estructuralmente sin patrones, en otras palabras; en este caso se incluyen macro formas) que comprende un polvo micro o nano particulado que contiene una composición, tal como una composición de tintas variables ópticamente. El sistema de magnificación de muaré puede posteriormente ser estampado

o grabado en relieve sobre o dentro de la composición que contiene el polvo micro o nano particulado utilizando un maestro duro con presión y/o calor aplicada.

8. Fundido usando polvos micro particulados con una capa de recubrimiento

5 En un ejemplo de procedimiento de fabricación, un polvo reflectante que contiene composiciones, tales como un dióxido de titanio en resina acrílica curable por luz ultravioleta, puede ser introducido con un barrido con aplicador ranurado en un maestro para el sistema de magnificación de muaré, y transferido a un sustrato de papel o plástico por medio de un curado por luz ultravioleta, formando un sistema de magnificación de muaré en la superficie. Toda la superficie puede ser a continuación recubierta o barnizada con una composición clara, tal como un acrílico curable por luz ultravioleta, para proporcionar un acabado brillante que agudice el perfil reflectante y el aspecto de la imagen de muaré magnificada formada por el sistema de magnificación de muaré.

9. Fundido de estructuras transparentes usando polvos de micro partículas

15 En un ejemplo de procedimiento de fabricación, un sustrato que ha sido recubierto con una composición que contiene dióxido de titanio u otra composición que contiene polvo reflectante, puede tener un sistema de magnificación de muaré transparente moldeado por encima de la composición que contiene polvo reflectante, de tal manera que se mejora el brillo de la imagen de muaré magnificada formada por el sistema de magnificación de muaré.

10. Estampado de sustratos metálicos

20 En un ejemplo de procedimiento de fabricación, se puede utilizar un molde maestro de acero tratado con calor para el sistema de magnificación de muaré para estampado forjado del sistema de magnificación de muaré en metales blandos, tales como tapas de latas de bebidas de aluminio o monedas.

11. Estampado de láminas

25 En un ejemplo de procedimiento de fabricación, se puede utilizar un maestro para el sistema de magnificación de muaré para grabar en relieve el sistema de magnificación de muaré en papel de aluminio o en sustratos compuestos de aluminio/polímero, tales como los que se utilizan convencionalmente para envoltorios de goma de mascar, envases de lámina en forma de blíster (por ejemplo, las partes traseras en forma de lámina de los envases de tipo blíster utilizados para productos farmacéuticos), envases de alimentos y envases de productos de belleza.

12. Moldeado o fundido de un material adhesivo

30 En un ejemplo de procedimiento de fabricación, se proporciona un film transparente que tiene un adhesivo seco extruido. Se puede utilizar un cilindro maestro de grabado en relieve para el sistema de magnificación de muaré para grabar en relieve una matriz en relieve negativo de micro estructuras de relieve de imagen en el adhesivo maleable. A continuación, se puede introducir una composición de tinta reflectante o una resina curable por luz ultra violeta teñida mediante barrido con aplicador ranurado en los espacios vacíos formados sobre la superficie adhesiva. De este modo se crea un laminado de seguridad que tiene un sistema de magnificación de muaré incrustado en el adhesivo. Este laminado puede a continuación ser adherido a un documento de seguridad con laminación en caliente, encapsulando el sistema de magnificación de muaré entre el sobre laminado y el documento, de tal manera que si se intenta manipular el laminado se destruirá o alterará el sistema de magnificación de muaré.

13. Decoración en molde

45 En un ejemplo de procedimiento de fabricación, se puede utilizar un maestro del sistema de magnificación de muaré para decoración o embellecimiento en molde durante la extrusión de plástico, el moldeado por inyección, la formación por vacío, el moldeado por soplado, el fundido a presión u otras formas de moldeado de plástico. Por ejemplo, un molde para botellas de agua de plástico puede tener la estructura de sistema de magnificación de muaré moldeada en la parte inferior de la botella para indicar que la botella no tiene BPA y no es una falsificación.

50 Según se ha indicado anteriormente, según la invención, las micro estructuras no se extienden desde una superficie generadora de imagen arqueada hasta una superficie óptica plana sino que, en lugar de ello, comienzan o terminan en algún lugar entre estas superficies. Más en concreto, según la invención, el sistema de proyección de imágenes de una sola capa comprende una capa material, que está constituida por una disposición de elementos arqueados opcionalmente reflectantes que tienen una superficie arqueada superior, una superficie inferior, y un área arqueada delimitada por las superficies arqueada superior y la inferior, y un patrón opcionalmente reflectante de micro estructuras de relieve de imagen dispuestas sobre o dentro de al menos algunas de las superficies arqueadas superiores de los elementos arqueados. Los elementos arqueados pueden tener superficies arqueadas superiores que son superficies curvadas, tales como superficies de ondas sinusoidales, estructuras en forma de caja de huevos, estructuras con secciones transversales elípticas, parabólicas, hiperbólicas u otras no esféricas, así como estructuras con secciones transversales esféricas. La disposición de elementos arqueados opcionalmente reflectantes y el patrón opcionalmente reflectante de micro estructuras de relieve de imagen están en una sola capa e interactúan para proyectar una o más imágenes. En el caso de una superficie arqueada superior con una curvatura de superficie convexa, las micro estructuras de relieve de imagen se extienden hacia abajo desde esta superficie y terminan dentro del área arqueada distal con respecto a la superficie inferior, y en el caso de una superficie arqueada superior con una curvatura de superficie cóncava, las micro estructuras de relieve de imagen se extienden hacia arriba desde esta superficie y terminan dentro de un área definida por la curvatura de la superficie arqueada superior. En una forma de realización preferida, los elementos arqueados y las micro estructuras

de relieve de imagen se disponen en patrones repetitivos e interactúan para proyectar una o más imágenes (por ejemplo, una o más imágenes de muaré magnificadas).

En una de esas formas de realización preferidas, el sistema inventivo de proyección de imágenes de una sola capa proyecta una o más imágenes de muaré magnificadas. El sistema inventivo comprende un patrón repetitivo de elementos arqueados opcionalmente reflectantes que tienen una superficie arqueada superior, una superficie inferior, y un área arqueada delimitada por las superficies arqueada superior y la inferior, y un patrón repetitivo opcionalmente reflectante de micro estructuras de relieve de imagen dispuestas sobre o dentro de al menos algunas de las superficies arqueadas superiores de los elementos arqueados. Según se ha indicado anteriormente, en el caso de una superficie arqueada superior con una curvatura de superficie convexa, las micro estructuras de relieve de imagen se extienden hacia abajo desde esta superficie y terminan dentro del área arqueada distal con respecto a la superficie inferior, y en el caso de una superficie arqueada superior con una curvatura de superficie cóncava, las micro estructuras de relieve de imagen se extienden hacia arriba desde esta superficie y terminan dentro de un área definida por la curvatura de la superficie arqueada superior.

El sistema inventivo de proyección de imágenes de una sola capa se basa en principios de la reflexión especular. Como tal, las superficies generadoras de imagen arqueadas del sistema inventivo de proyección de imágenes de una sola capa pueden ser cualquier tipo de superficie curvada que se repite y no se limita a elementos de enfoque (por ejemplo, lentes).

Las dimensiones preferidas de las superficies arqueadas superiores y el período de repetición de esas superficies (por ejemplo, el radio de curvatura de cada superficie arqueada superior (preferiblemente de 1 micrón a 500 micrones), el tamaño de cada superficie arqueada superior (medido entre dos puntos de entramado (o red) en la superficie) (preferiblemente menos de un milímetro), el período de repetición de patrón de la superficie arqueada superior (preferiblemente de 1 micrón a 1.000 micrones), etc.) se han descrito anteriormente. Además, también se han descrito anteriormente las relaciones de escala (es decir, la relación del período de repetición de micro estructuras de relieve de imagen con respecto al período de repetición de las superficies arqueadas superiores) y la necesaria alineación o desalineación axial de los patrones de repetición para conseguir diferentes efectos ópticos.

El espacio intersticial entre cada superficie arqueada superior en el patrón repetitivo utilizado en la presente invención es preferiblemente de aproximadamente 0 a aproximadamente 2 micrones para sistemas de micro escala con un grosor total menor que aproximadamente 100 micrones, mientras que el espacio intersticial en sistemas inventivos de macro escala es normalmente de mayor tamaño, preferiblemente mayor que aproximadamente 10 milímetros.

Las superficies arqueadas superiores y las micro estructuras de relieve de imagen (o partes de las mismas) se pueden hacer reflectantes para oscurecer la imagen o imágenes proyectadas. Por ejemplo, los perfiles de las superficies arqueadas superiores cóncavas o convexas y micro estructuras (o partes de las mismas) se pueden proporcionar con una capa de metal reflectante (por ejemplo, una capa de metal depositada por vapor). En lugar de una capa de metal reflectante totalmente opaca, se puede proporcionar una capa de metal semitransparente (o parcialmente metalizada), o una capa de alto índice de refracción. Además, se pueden utilizar múltiples capas de material depositado por vapor para proporcionar reflectividad, por ejemplo, recubrimientos de interferencia de cambio de color formados por capas dieléctricas, o a partir de una combinación de capas metálicas y dieléctricas tal como metal/dieléctrico/metal también pueden proporcionar la reflectividad necesaria.

Estas formas de realización reflectantes (metalizadas) funcionan según el principio de reflexión en oposición a la dispersión y refracción. La iluminación ideal es una fuente de luz puntual (como un cielo diurno claro). La imagen o imágenes proyectadas serán normalmente del color del material reflectante y/o de la fuente de iluminación. Sin embargo, si las superficies arqueadas superiores están hechas de un material que ya está coloreado o es reflectante, a continuación el fondo de la imagen o imágenes proyectadas pueden adquirir esta característica.

Cuando las superficies arqueadas superiores y las micro estructuras de relieve de imagen no se hacen reflectantes, la imagen o imágenes proyectadas serán débiles, pero discernibles. Esto permite que imágenes encubiertas se oculten dentro del sistema inventivo de proyección de imágenes de una sola capa, así como en sistemas de proyección de imágenes de múltiples capas. En una de dichas formas de realización, se utiliza un proceso de metalización con patrones (o un proceso de eliminación de metal con patrones) para formar zonas (es decir, zonas metalizadas) en las superficies arqueadas superiores en las que la imagen o imágenes proyectadas (y cualquiera de sus diversos efectos) son aparentes. Las zonas metalizadas se entremezclarían con zonas (es decir, zonas no metalizadas) en las que la imagen o imágenes proyectadas son menos aparentes o débiles, pero discernibles. En otra forma de realización de este tipo, el sistema inventivo de una sola capa y un sistema de proyección de imágenes de múltiples capas se combinan o integran en un solo dispositivo (por ejemplo, una tira, hilo o parche de seguridad) en, por ejemplo, una disposición paralela o alterna. Ejemplos de dichos sistemas de proyección de imágenes de múltiples capas se describen en la Patente de EE.UU. Número 7.333.268 de Steenblik y otros, la Patente de EE.UU. Número 7.468.842 de Steenblik y otros, y la Patente de EE.UU. Número 7.738.175 de Steenblik y otros. En esta forma de realización, también se pueden incorporar depresiones o espacios vacíos en los elementos de enfoque (por ejemplo, lentes refractarias, lentes reflectantes) del sistema de múltiples capas, y se pueden utilizar zonas metalizadas y no metalizadas en el sistema de múltiples capas para proporcionar áreas en las que la imagen o imágenes proyectadas resultantes de las depresiones o espacios vacíos son aparentes y áreas en las que la imagen o imágenes proyectadas son menos aparentes o débiles, pero discernibles. Dicho

dispositivo, ya sea que esté formado sólo por el sistema inventivo de una sola capa o por una combinación del sistema inventivo de una sola capa y un sistema de múltiples capas, es una estructura compleja y extremadamente resistente a la manipulación.

Las micro estructuras de relieve de imagen utilizadas en la práctica de la presente invención son dispuestas con respecto a los elementos arqueados para proporcionar una o más imágenes proyectadas. Para formas de realización reflectantes, las micro estructuras de relieve de imagen y las superficies arqueadas superiores están diseñadas de tal manera que la reflexión de la luz es la fuente de la imagen o imágenes. En otras palabras, el tamaño, la profundidad, la rugosidad, el número y la ubicación de las micro estructuras de relieve de imagen, así como la curvatura de las superficies arqueadas superiores están diseñadas para conseguir este resultado.

Relaciones generales entre estos parámetros son las siguientes:

a) Curvatura de las superficies arqueadas superiores: una curvatura mayor está relacionada con un movimiento más lento de un punto de reflexión especular contra una superficie, lo que significa que se puede hacer un sistema con superficies arqueadas superiores que tienen una curvatura menor para tener imágenes de "movimiento más rápido".

b) El tamaño, la profundidad y la rugosidad de las depresiones o espacios vacíos son variables interrelacionadas. Pero en general:

i) Las depresiones "más grandes" (en términos de anchura a lo largo del sistema) formarán imágenes proyectadas más grandes;

ii) Las depresiones "más profundas" pueden dar lugar a unos bordes de mayor contraste en las imágenes proyectadas. Sin embargo, si son muy profundas pueden tener un efecto similar al de una depresión brusca (según se describe a continuación); y

iii) Las depresiones "rugosas" (es decir, las que tienen una superficie desigual o irregular, no lisa o nivelada) forman imágenes proyectadas de mayor contraste. Cuanto más rugosa sea la depresión (cuanto menos refleje la luz en lugar de dispersarla) más nítida será la imagen resultante. Esto causa en esencia un fondo brillante y una imagen oscura. El grado de dispersión de la luz de cada depresión se puede utilizar para medir el nivel de rugosidad de una depresión.

Las micro estructuras de relieve de imagen en relieve negativo (es decir, depresiones o espacios vacíos) son formadas con paredes laterales sustancialmente verticales (o inclinadas) que conducen hacia abajo a una superficie "inferior" horizontal. Ventajosamente, se ha determinado que las paredes laterales inclinadas (especialmente las paredes laterales inclinadas obtusamente), como espacios vacíos poco profundos, facilitan la extracción del sistema inventivo de una sola capa de una cavidad de molde. Las paredes laterales y las superficies "inferiores" pueden ser de textura lisas o rugosa. Las depresiones o espacios vacíos pueden ser recubiertos y/o rellenados parcial o totalmente con otro material (por ejemplo, un material o materiales pigmentados). El tamaño, la forma y el color de las depresiones no están limitados. De hecho, se contemplan formas de realización en las que se utilizan dos o más tipos de depresiones o espacios vacíos (por ejemplo, espacios vacíos de micro y nano tamaño).

Las micro estructuras de relieve de imagen en relieve positivo también son formadas con paredes laterales sustancialmente verticales (o inclinadas), que se extienden hacia abajo desde o hacia arriba hasta una superficie horizontal. Una vez más, las paredes laterales inclinadas, especialmente las inclinadas obtusamente, como espacios vacíos poco profundos, facilitan la extracción del sistema inventivo de una sola capa de una cavidad de molde. Las paredes laterales y las superficies "superiores" o "inferiores" pueden ser de textura lisas o rugosa y el tamaño, la forma, y el color de las micro estructuras de relieve de imagen en relieve positivo no están limitados. Las áreas que rodean las micro estructuras de relieve de imagen en relieve positivo pueden ser recubiertas y/o rellenadas parcial o totalmente con otro material (por ejemplo, un material o materiales pigmentados).

En la práctica de la presente invención no es necesario que las micro estructuras de relieve de imagen sean las mismas o se dispongan sobre o dentro de cada superficie arqueada superior. En lugar de ello, por ejemplo, se pueden disponer las mismas o diferentes micro estructuras de relieve de imagen sobre o dentro de superficies arqueadas superiores en regiones o zonas seleccionadas del patrón repetitivo de estas superficies.

En las Figuras 18 y 19 se muestran dos formas de realización del sistema inventivo. En la Figura 18, el sistema 10 incluye una disposición en forma de un patrón de elementos arqueados 12 con superficies arqueadas superiores 20 que tienen una curvatura de superficie cóncava. Las micro estructuras de relieve de imagen en relieve positivo 14 se extienden hacia arriba desde las superficies arqueadas superiores 20 terminando para formar una superficie "superior" horizontal 16 dentro de áreas 18 definidas por la curvatura de las superficies arqueadas superiores 20. Si bien no se representa en la Figura 18, también se contempla que las micro estructuras de relieve de imagen se extienden hacia abajo desde la superficie arqueada superior 20 hasta una ubicación dentro del área arqueada que es distal con respecto a la superficie inferior. En la Figura 19, el sistema 10 incluye un patrón de elementos arqueados 22 que tienen superficies arqueadas superiores 30 con una curvatura de superficie convexa. Las micro estructuras de relieve de imagen en relieve negativo 24 se extienden hacia abajo desde estas superficies terminando para formar superficies "inferiores" horizontales 26 dentro de las áreas

arqueadas 28. Si bien no se representa en las Figuras 18 y 19, pero según se ha indicado anteriormente, las micro estructuras de relieve de imagen dispuestas sobre o dentro de al menos algunas de las superficies arqueadas superiores pueden tener diferentes tamaños, formas, colores y/o niveles de reflectividad.

En las Figuras 20 y 21 se muestran dos ejemplos no reivindicados de la presente divulgación. En la Figura 20, el sistema 10 incluye un patrón de elementos arqueados 32 con superficies arqueadas superiores 36 que tienen una curvatura de superficie cóncava. Las micro estructuras de relieve de imagen en relieve positivo 34 se extienden hacia arriba desde las superficies arqueadas superiores 36 terminando para formar una segunda superficie curvada 38 que es sustancialmente paralela a las superficies arqueadas superiores 36. En un ejemplo no reivindicado, estas superficies son paralelas.

En la Figura 21, el sistema 10 incluye un patrón de elementos arqueados 40 con superficies arqueadas superiores 46 con una curvatura de superficie convexa. Las micro estructuras de relieve de imagen en relieve negativo (depresiones o espacios vacíos) 42 se extienden hacia abajo de estas superficies terminando para formar una segunda superficie curvada 44 que es sustancialmente paralela a las superficies arqueadas superiores 46 (es decir, una primera superficie arqueada o curvada). En un ejemplo no reivindicado, estas superficies son paralelas. En estos dos ejemplos no reivindicados, la primera y la segunda superficies curvadas reflejan la luz radialmente, proporcionando de este modo mejores efectos ópticos en forma de imágenes que tienen bordes oscuros, con interiores brillantes y exteriores brillantes (como un dibujo de contorno). Estos efectos ópticos se pueden mejorar aún más utilizando depresiones "más rugosas", lo que proporcionará unas imágenes más claras con una nitidez más consistente.

En la Figura 22, se muestra un patrón de elementos arqueados 48 con superficies arqueadas superiores con una curvatura de superficie convexa. A diferencia de los ejemplos no reivindicados anteriores, en el ejemplo no reivindicado de la Figura 22, los elementos arqueados 48 de la Figura 22 no son hemisferios totalmente convexos sino que son hemisferios parcialmente convexos. Cuando se observa este sistema desde el lado que encara hacia las micro estructuras de relieve de imagen 50, el sistema proyectará una o más imágenes brillantes, pero cuando se observa desde un lado opuesto al que encara hacia estas micro estructuras 50, el sistema no proyectará ninguna imagen o proyectará una o más imágenes débiles.

En la Figura 23, se muestra un ejemplo no reivindicado de un patrón de elementos arqueados 52 con superficies arqueadas superiores con una curvatura de superficie cóncava. En este caso, los elementos arqueados 52 no son hemisferios totalmente cóncavos sino que, en lugar de ello, son hemisferios parcialmente cóncavos. Como se ha comentado anteriormente, al observar este sistema desde el lado que encara hacia las micro estructuras de relieve de imagen 54, el sistema proyectará una o más imágenes brillantes, pero al observarlo desde un lado opuesto al que encara hacia estas micro estructuras 54, el sistema no proyectará ninguna imagen o proyectará una o más imágenes débiles.

Si bien las superficies superiores de las micro estructuras de relieve de imagen en relieve positivo y las superficies inferiores de las micro estructuras de relieve de imagen en relieve negativo se muestran en las Figuras 18 – 23 como niveladas o en el mismo plano, esto no es necesario para la práctica de la presente invención o ejemplos no reivindicados descritos.

El sistema de proyección de imágenes de una sola capa y, en particular, los elementos arqueados y las micro estructuras de relieve de imagen pueden ser formados por una diversidad de materiales tales como polímeros sustancialmente transparentes o claros, coloreados o incoloros, tales como acrílicos, poliésteres acrilados, uretanos acrilados, epoxis, policarbonatos, polipropilenos, poliésteres, uretanos y similares. También se pueden utilizar en la práctica de la presente invención materiales coloreados o incoloros con índice de refracción alto, que tienen unos índices de refracción (en 589 nanómetros, 20°C) superiores a 1,5, 1,6, 1,7, o mayores, como los que se describen en la Patente de EE.UU. Número 8.557.369 de Hoffmuller y otros.

Los elementos arqueados y las micro estructuras de relieve de imagen también pueden ser formados por una composición que incluye polvo reflectante de micro partículas. Como podrán apreciar fácilmente los expertos en la materia, el sistema resultante será reflectante sin la necesidad de añadir una o más capas reflectantes.

Además de las formas de realización de ejemplo que se han descrito anteriormente, las micro estructuras de relieve de imagen también pueden ser formadas por un recubrimiento reflectante (por ejemplo, metal) con patrones que se ajusta a las superficies arqueadas superiores. En esta forma de realización, cada una de las superficies arqueadas superiores convexas o cóncavas es provista con un patrón reflector de zonas reflectantes y no reflectantes.

Anteriormente se han mencionado procedimientos y técnicas preferidas para formar sistemas de proyección de imágenes de una sola capa, que incluyen el uso de láseres, fotolitografía, grabado, impresión en 3D a pequeña escala, mecanizado y similares.

En un procedimiento de ejemplo de fabricación del sistema de proyección de imágenes de una sola capa de la presente invención, se utiliza una herramienta de lente que incorpora un patrón repetitivo de elementos arqueados cóncavos, tales como los que se describen en la Patente de EE.UU. Número 7.333.268 de Steenblik y otros, en la Patente de EE.UU. Número 7.468.842 de Steenblik y otros, y en la Patente de EE.UU. Número 7.738.175 de Steenblik y otros. La herramienta de lente es recubierta con un metal reflectante y a continuación los huecos o copas (es decir, las áreas definidas por las

superficies generadoras de imagen arqueadas) de la herramienta de lente son rellenadas o parcialmente rellenadas con un fotorresistor. Se coloca sobre la herramienta de lente una foto máscara que incorpora un patrón repetitivo de iconos de imagen que coinciden con el patrón repetitivo deseado de micro estructuras de relieve de imagen, y a continuación se expone el fotorresistor que hay en los huecos o copas a través de la foto máscara a la luz ultravioleta (UV) colimada. Los iconos de imagen de la foto máscara bloquean la luz ultravioleta, causando de este modo la formación de sombras en los huecos o copas metalizadas rellenadas o parcialmente rellenadas. Como resultado, los elementos arqueados cóncavos no son curados o completamente curados en estas regiones de sombra, lo que causa la formación de depresiones sobre la superficie metalizada. El patrón repetitivo resultante de elementos arqueados cóncavos con depresiones (es decir, patrón repetitivo de micro estructuras de relieve de imagen) produce unos efectos ópticos, según se ha descrito anteriormente, sin la necesidad de formar una superficie grabada en relieve adicional.

Los efectos ópticos conseguidos por estas otras formas de realización contempladas se han descrito anteriormente y también se describen en la Patente de EE.UU. Número 7.333.268 de Steenblik y otros, la Patente de EE.UU. Número 7.468.842 de Steenblik y otros, y en la Patente de EE.UU. Número 7.738.175 de Steenblik y otros. Los efectos ópticos incluyen, pero no se limitan a, un movimiento orto paraláctico, flotación, profundidad, levitación, transformación y/o efectos tridimensionales a medida que el sistema es inclinado o se cambia el ángulo de visión. En particular, el sistema inventivo puede proyectar una o más imágenes de muaré magnificadas que:

- i. muestran un movimiento a medida que el sistema es inclinado u observado desde diferentes ángulos de visión;
- ii. parece que se encuentran en un plano espacial más profundo que el grosor del sistema;
- iii. parece que se encuentran en un plano espacial por encima de una superficie del sistema;
- iv. oscilan entre un plano espacial más profundo que el grosor del sistema y un plano espacial por encima de una superficie del sistema, a medida que el sistema es rotado azimutalmente;
- v. se transforman de una forma, tamaño y/o color a una forma, tamaño y/o color diferente, a medida que el sistema es rotado azimutalmente u observado desde diferentes puntos de visión; y/o
- vi. aparecen como una imagen o imágenes tridimensionales.

El sistema inventivo de proyección de imágenes de una sola capa, que se puede utilizar solo o en combinación con un sistema de proyección de imágenes de múltiples capas, puede adoptar cualquier forma que incluye, pero no se limita a, bandas, tiras, franjas, hilos o parches, y puede formarse directamente por encima de una superficie objetivo o como un dispositivo independiente para su posterior transferencia a una superficie objetivo.

El sistema inventivo como dispositivo independiente se puede preparar formando patrones repetitivos de elementos arqueados y micro estructuras de relieve de imagen de un material transparente en un film portador (u otro sustrato). Las superficies arqueadas superiores y micro estructuras repetitivas son recubiertas a continuación con un metal (metalizadas). Debido a que la estructura original era transparente, ambos lados de este sistema o dispositivo proyectarán imágenes. Se aplica un adhesivo sobre las superficies repetitivas arqueadas superiores metalizadas, lo que da como resultado un dispositivo que está listo para ser transferido a una superficie objetivo. El adhesivo es presionado contra una superficie objetivo, y el adhesivo es activado para que se forme una unión entre la superficie objetivo y el dispositivo. El film portador es extraído o arrancado, dejando atrás una estructura independiente que tiene la siguiente ventaja: ahora las micro estructuras están encapsuladas en un material transparente. Esto las hace más resistentes a la suciedad y a otros efectos ambientales perjudiciales.

El grosor del sistema inventivo no está limitado y puede variar desde muy delgado (es decir, un par de micrones o tal vez menos) para sistemas de micro escala hasta muy gruesos (es decir, pulgadas, pies, etc.) para sistemas de macro escala.

La presente invención proporciona además materiales de lámina fibrosos y no fibrosos (por ejemplo, polímero) que están hechos de o emplean el sistema inventivo, así como documentos hechos de estos materiales (por ejemplo, papel y moneda de polímero). El término "documentos", según se utiliza en el presente documento, designa documentos de cualquier tipo, que incluyen documentos con valor financiero, tal como billetes de banco o moneda, bonos, cheques, cheques de viaje, billetes de lotería, sellos postales, certificados de acciones, títulos de propiedad y similares, documentos de identidad, tales como pasaportes, tarjetas de identidad, permisos de conducir y similares, y documentos no seguros, tales como etiquetas. También se contempla la posibilidad de utilizar el sistema de proyección de imágenes de una sola capa con bienes (de consumo o no consumo), así como con bolsas, envases o etiquetas que se utilizan con esos bienes.

Otras aplicaciones de uso final contempladas para el sistema inventivo incluyen productos para proyectar imágenes de mayor dimensión, tales como pantallas publicitarias y multimedia (por ejemplo, vallas publicitarias, señales de tráfico y de seguridad industrial, pantallas comerciales con fines de marketing o de ferias), productos para mejorar la apariencia de un vehículo (por ejemplo, calcos, envoltorios), envoltorios y papeles decorativos, cortinas de ducha, pantallas artísticas y similares.

Los dispositivos, sistemas y procedimientos de las reivindicaciones adjuntas no están limitados en su alcance por los dispositivos, sistemas y procedimientos específicos que se describen en el presente documento, que tienen por objeto ilustrar algunos aspectos de las reivindicaciones.

5 El término "comprender" y sus variaciones, según se utilizan en el presente documento, se emplea como sinónimo del término "incluir" y sus variaciones y son términos abiertos y no limitativos. Aunque los términos "comprender" e "incluir" se han utilizado en el presente documento para describir diversas formas de realización, los términos "consistir esencialmente en" y "consistir en" se pueden utilizar en lugar de "comprender" e "incluir" para proporcionar formas de realización más específicas de la invención y también se divulgan. Salvo cuando se indique lo contrario, todos los números
10 que expresen geometrías, dimensiones, etc. que se utilizan en la especificación y las reivindicaciones se deben entender como un mínimo, y no como un intento de limitar la aplicación de la doctrina de los equivalentes al alcance de las reivindicaciones, que se interpretará a la luz del número de dígitos significativos y los criterios de redondeo ordinarios.

15 A menos que se defina de otro modo, todos los términos técnicos y científicos que se utilizan en el presente documento tienen el mismo significado que entiende comúnmente un experto en la técnica al que pertenece la invención divulgada.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de proyección de imágenes de una sola capa para proyectar una o más imágenes que comprende una disposición de elementos arqueados opcionalmente reflectantes (12, 22) que tienen una superficie arqueada superior (20, 30), una superficie inferior, y un área arqueada delimitada por las superficies arqueada superior y la inferior, y un patrón opcionalmente reflectante de micro estructuras de relieve de imagen (107) dispuestas sobre o dentro de al menos algunas de las superficies arqueadas superiores de los elementos arqueados, en el que la disposición de elementos arqueados opcionalmente reflectantes y el patrón opcionalmente reflectante de micro estructuras de relieve de imagen están en una sola capa e interactúan para proyectar una o más imágenes, **caracterizado por el hecho de que:**
para una superficie arqueada superior (30) con una curvatura de superficie convexa, las micro estructuras de relieve de imagen (24) se extienden hacia abajo desde esta superficie y terminan dentro del área arqueada (28), y
para una superficie arqueada superior (20) con una curvatura de superficie cóncava, las micro estructuras de relieve de imagen (14) se extienden hacia arriba desde esta superficie y terminan dentro de un área (18) definida por la curvatura de la superficie arqueada superior (20);
en el que las micro estructuras de relieve de imagen (14, 24) tienen paredes laterales y una superficie horizontal superior o inferior;
en el que las micro estructuras de relieve de imagen son seleccionadas del grupo que consiste en micro estructuras de relieve de imagen en relieve positivo, micro estructuras de relieve de imagen en relieve negativo y combinaciones de las mismas;
en el que las paredes laterales de las microestructuras de relieve de imagen en relieve negativo son paredes laterales verticales o inclinadas y en el que las paredes laterales de las microestructuras de relieve de imagen en relieve positivo son paredes laterales verticales o inclinadas.
2. El sistema de proyección de imágenes de una sola capa de la reivindicación 1, que es combinado con un sistema de proyección de imágenes de múltiples capas que comprende una disposición de elementos de enfoque y una disposición de iconos de imagen, que interactúan para proyectar una o más imágenes, en el que opcionalmente se incorporan espacios vacíos o depresiones en los elementos de enfoque del sistema de proyección de imágenes de múltiples capas, en el que los espacios vacíos o depresiones opcionales forman una o más imágenes encubiertas que no son aparentes cuando el sistema es observado utilizando una fuente de luz puntual.
3. El sistema de proyección de imágenes de una sola capa de la reivindicación 1, en el que la superficie horizontal superior o inferior es desigual o irregular.
4. El sistema de proyección de imágenes de una sola capa de la reivindicación 1, en el que las superficies arqueadas superiores (20, 30) tienen forma de domos que se aproximan a hemisferios completos o en el que las superficies arqueadas superiores (20, 30) tienen forma de domos parciales que se aproximan a hemisferios parciales.
5. Un material en forma de lámina que tiene superficies opuestas y que comprende al menos un sistema de proyección de imágenes de una sola capa de la reivindicación 1 que está montado sobre, o parcialmente incrustado dentro de, una superficie del material en forma de lámina, o parcialmente incrustado dentro del material en forma de lámina.
6. Un material en forma de lámina preparado a partir del sistema de proyección de imágenes de una sola capa de la reivindicación 1.
7. Un documento preparado a partir del material en forma de lámina de la reivindicación 5.
8. Un documento preparado a partir del material en forma de lámina de la reivindicación 6.
9. Un bien de consumo o no consumo que tiene al menos un sistema de proyección de imágenes de una sola capa de la reivindicación 1 que está: (a) montado sobre, o incrustado dentro de, una superficie del bien, o de bolsas, envases o etiquetas utilizadas con el bien, o (b) parcialmente incrustado dentro del bien, o de bolsas, envases o etiquetas utilizadas con el bien.
10. Un producto para proyectar imágenes de gran dimensión que comprende al menos un sistema de proyección de imágenes de una sola capa de la reivindicación 1 montado sobre, o incrustado dentro de, una superficie del mismo, en el que el producto es seleccionado del grupo de pantallas publicitarias y multimedia, productos para mejorar el aspecto de vehículos, envoltorios decorativos, papel pintado, cortinas de ducha y pantallas artísticas.

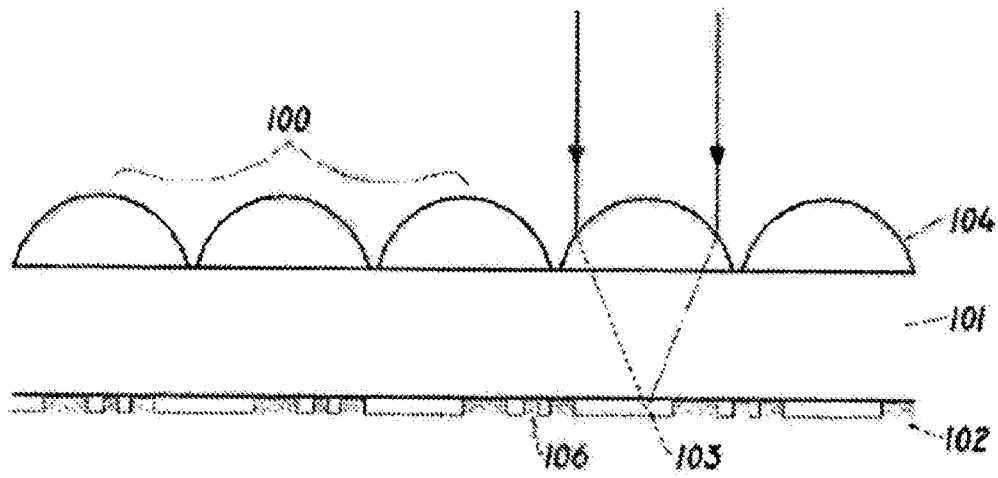


FIGURA 1

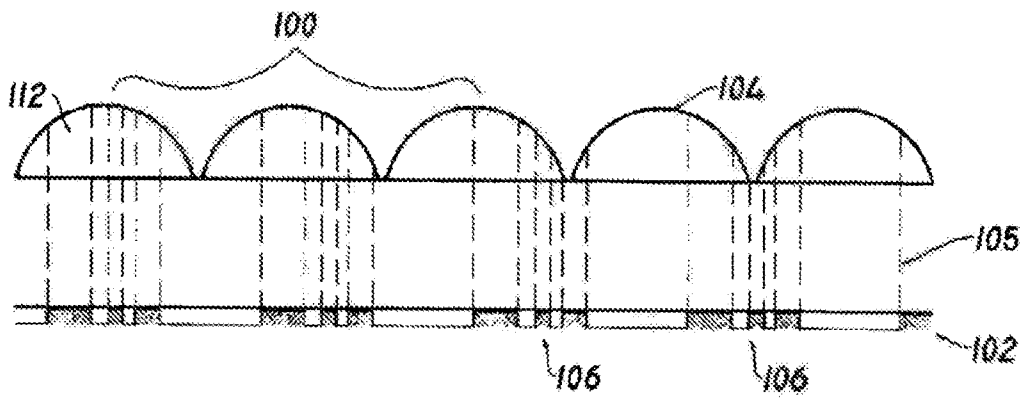


FIGURA 2

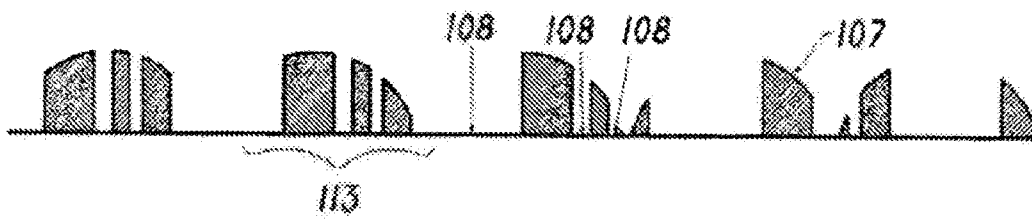


FIGURA 3A



FIGURA 3B

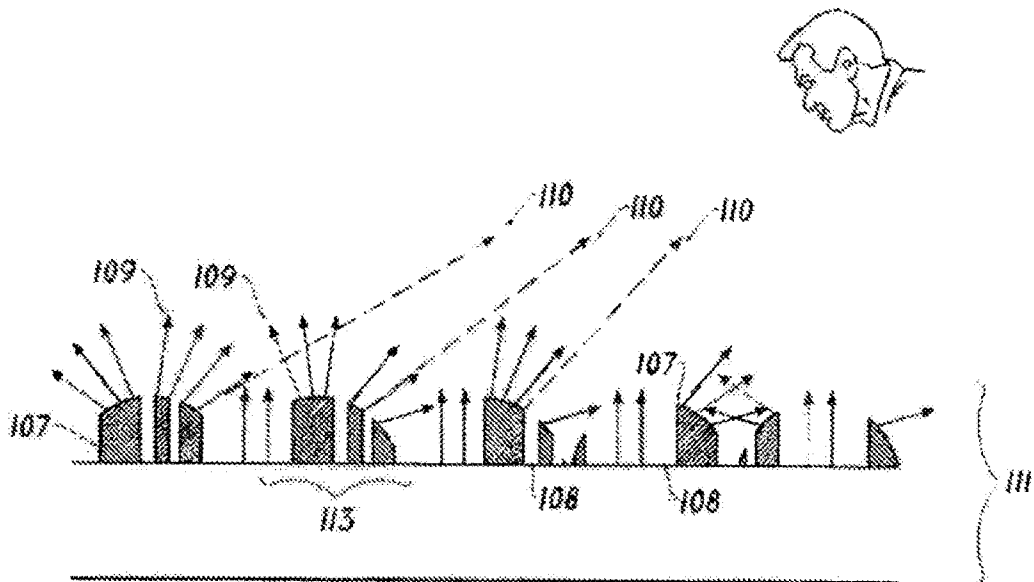


FIGURA 3C

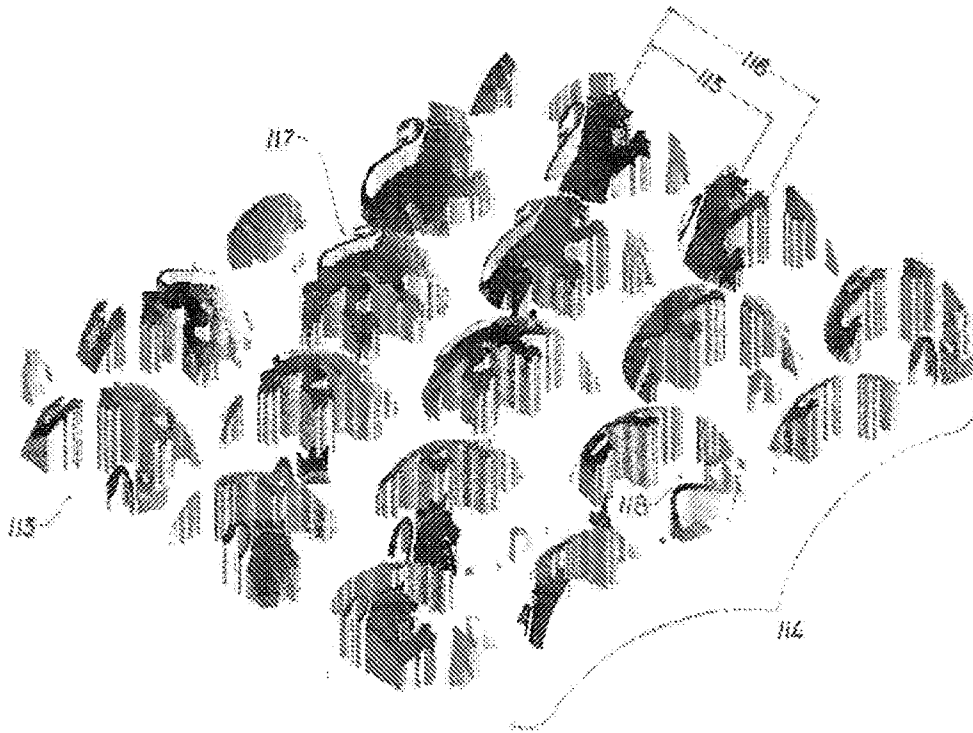


FIGURA 3D

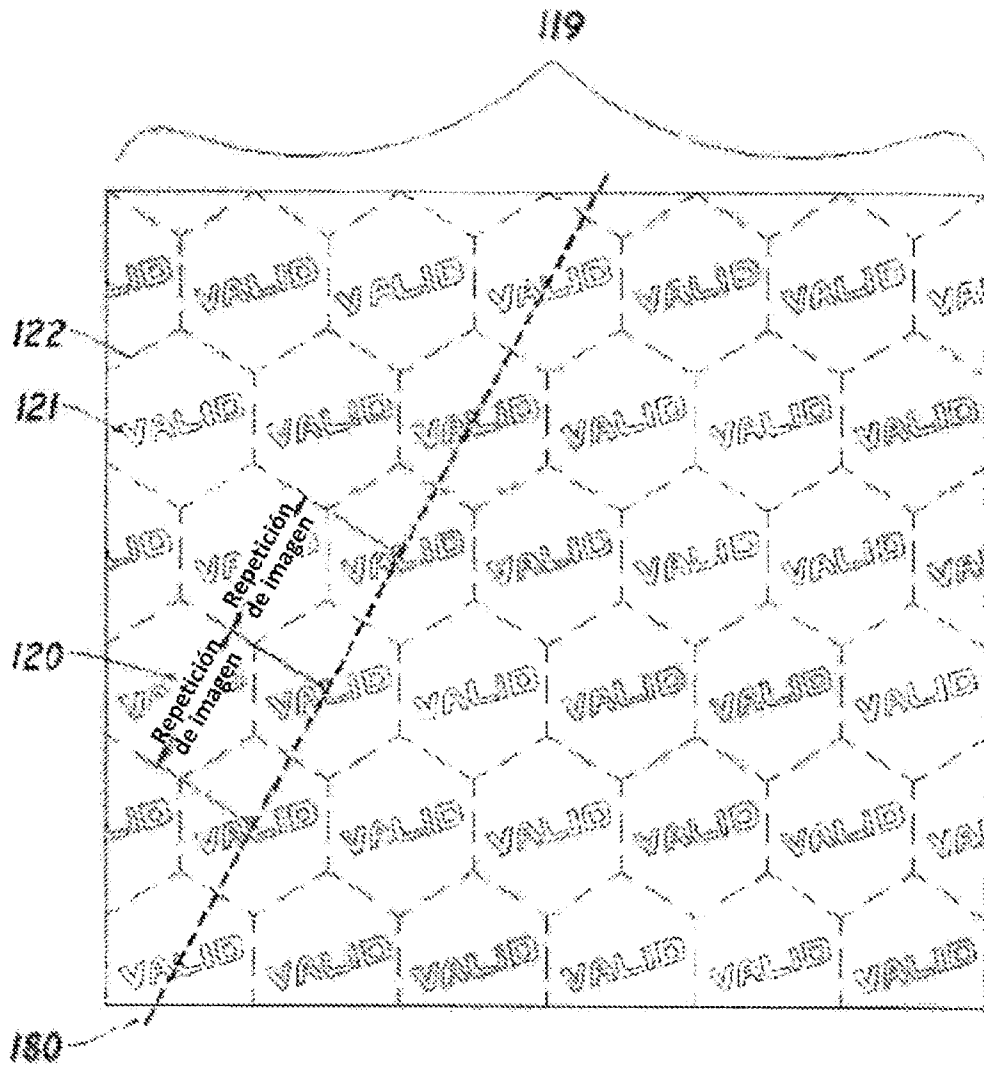


FIGURA 4

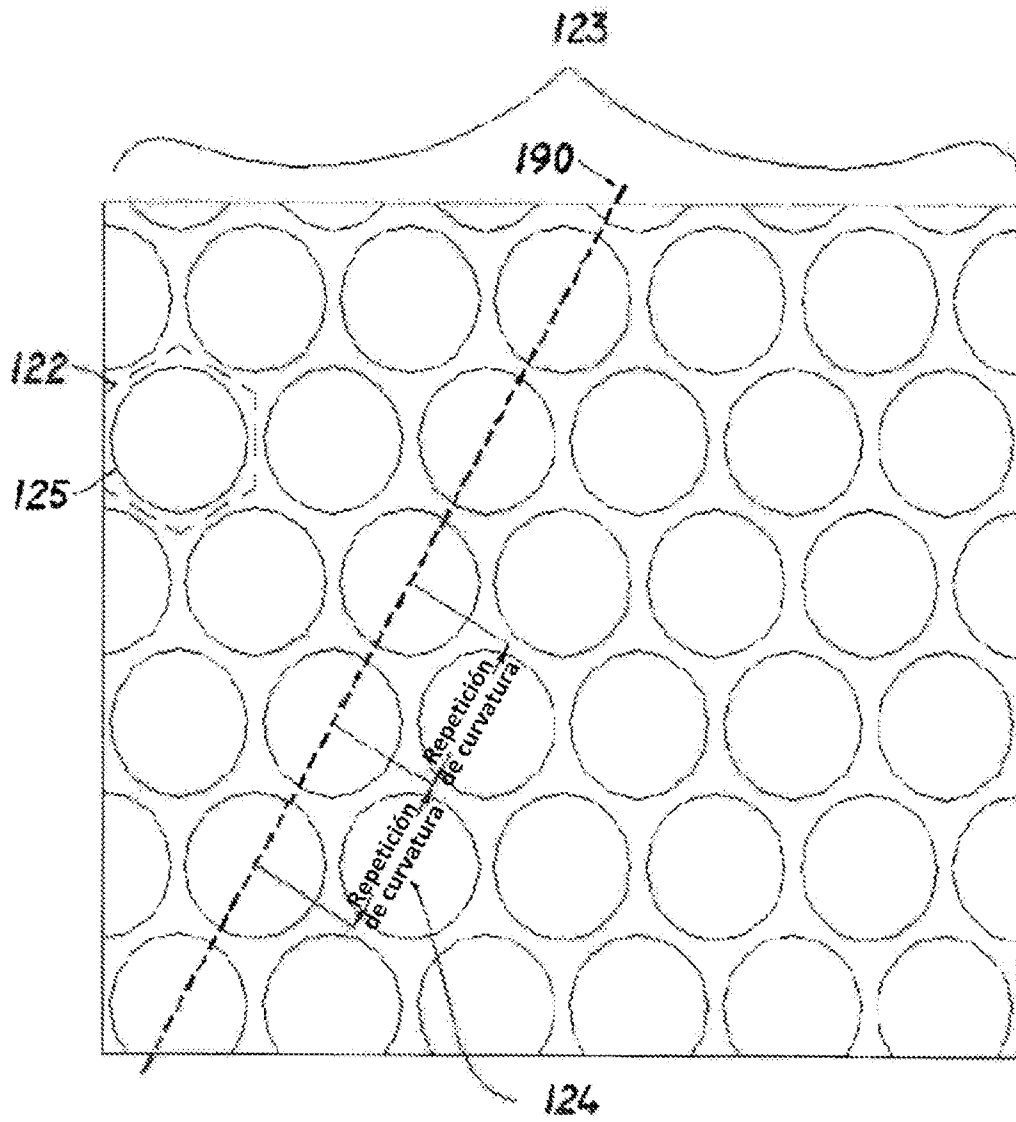


FIGURA 5

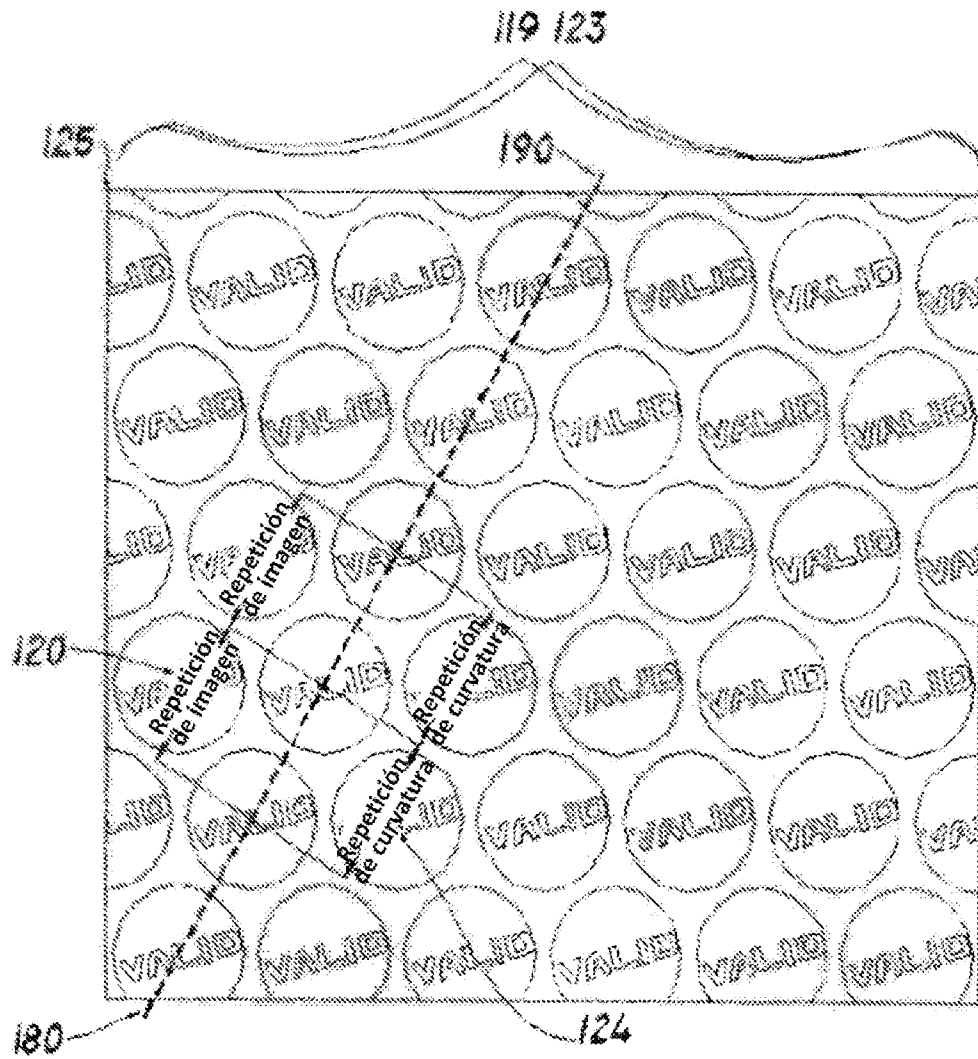


FIGURA 6

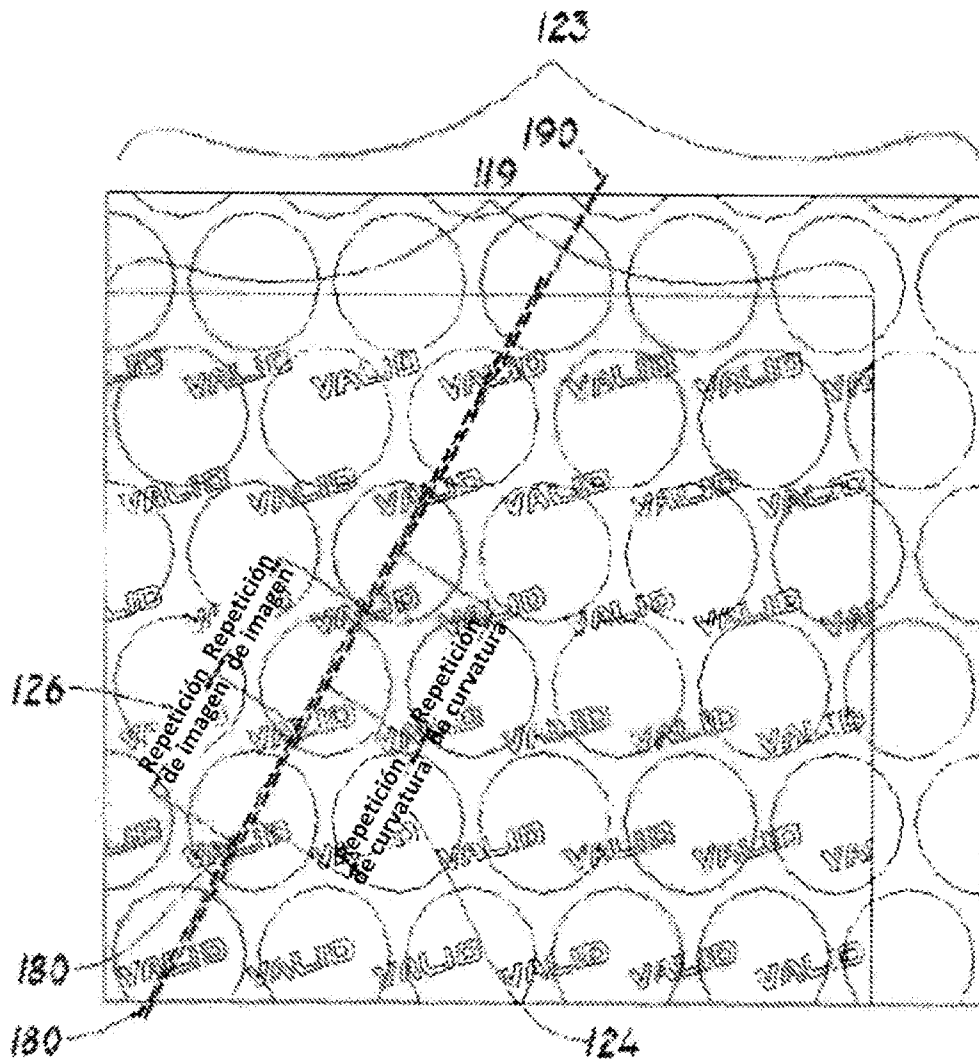
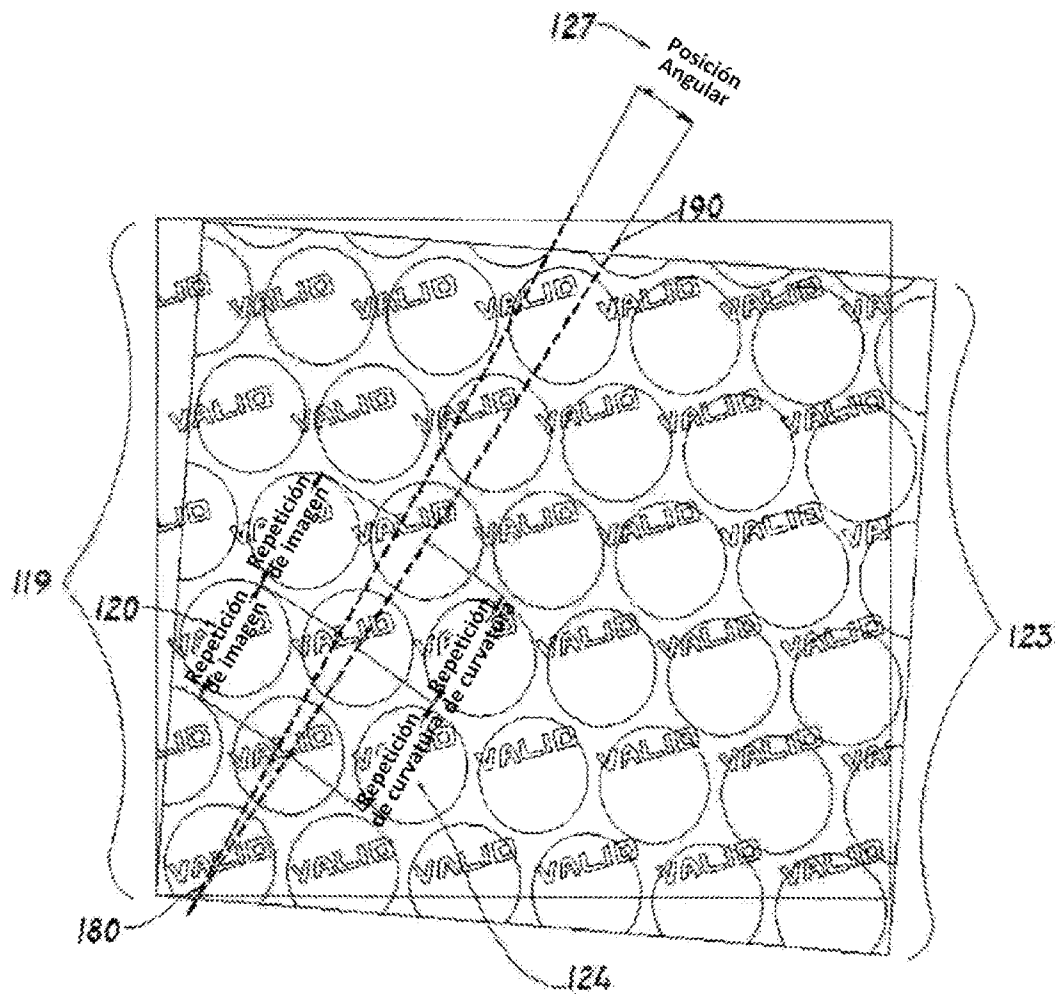


FIGURA 7

**FIGURA 8**

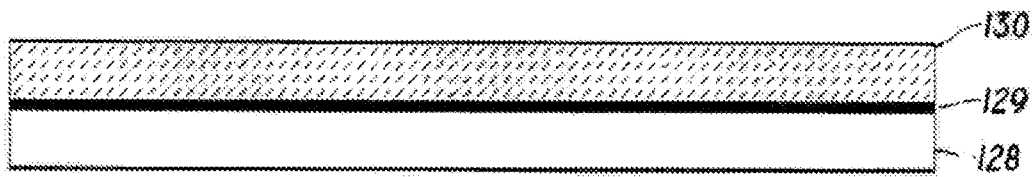


FIGURA 9A

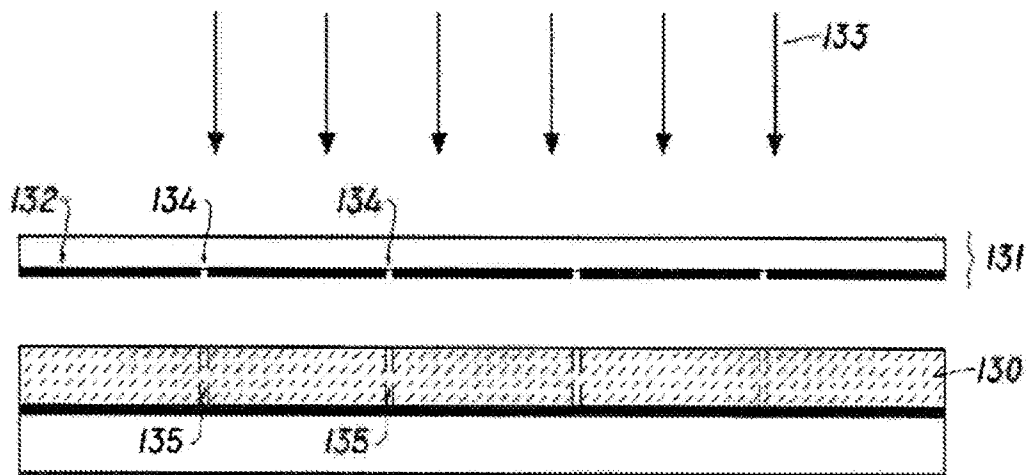


FIGURA 9B

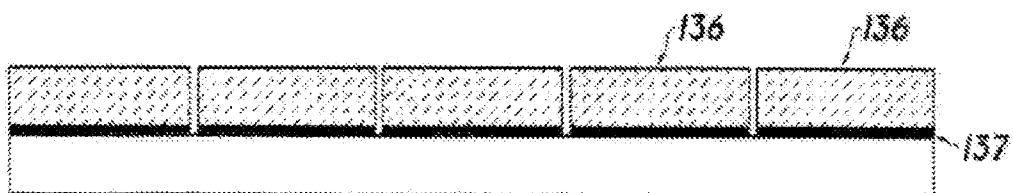


FIGURA 9C

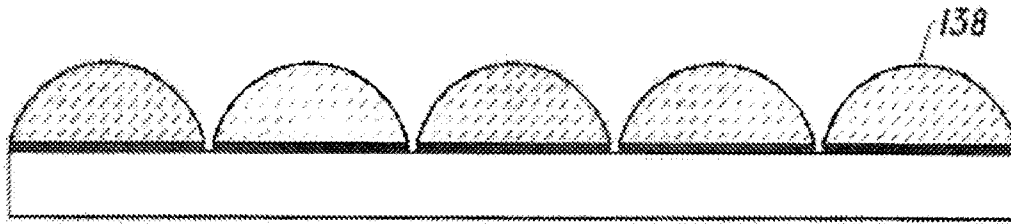


FIGURA 9D

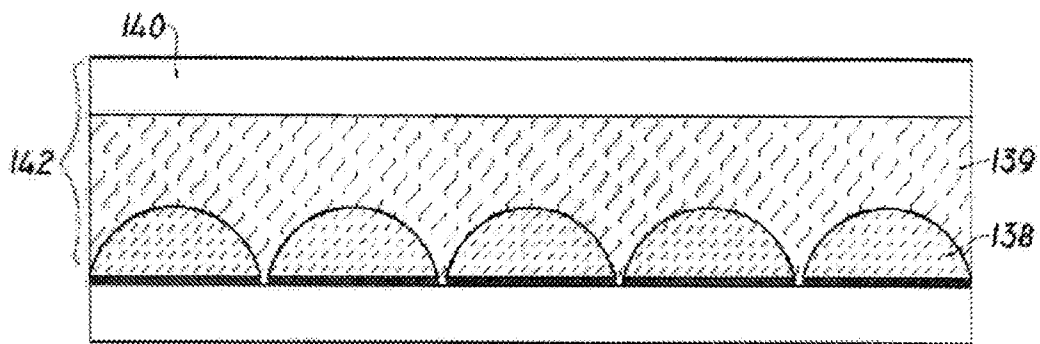


FIGURA 9E

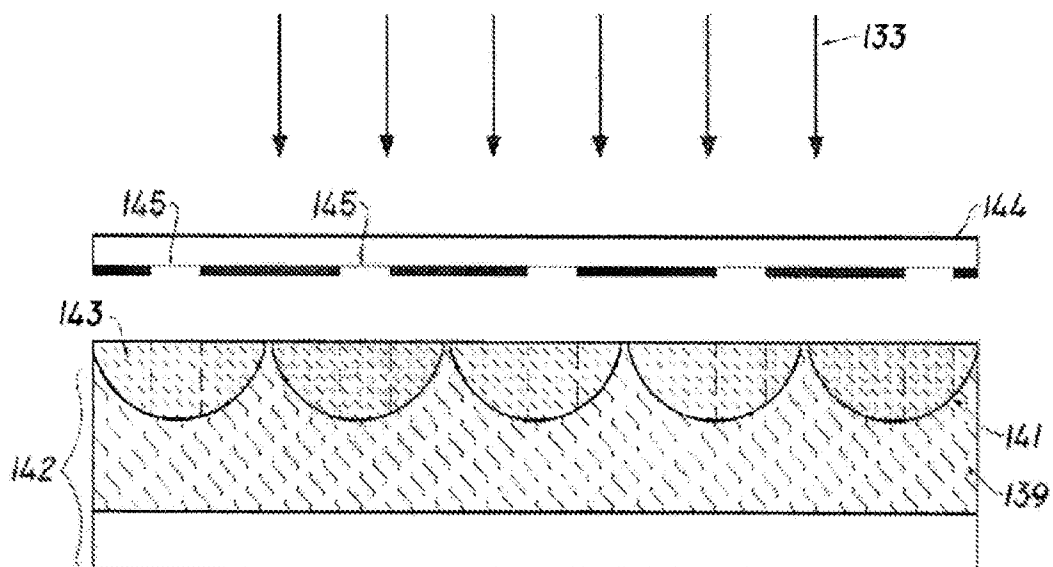


FIGURA 9F

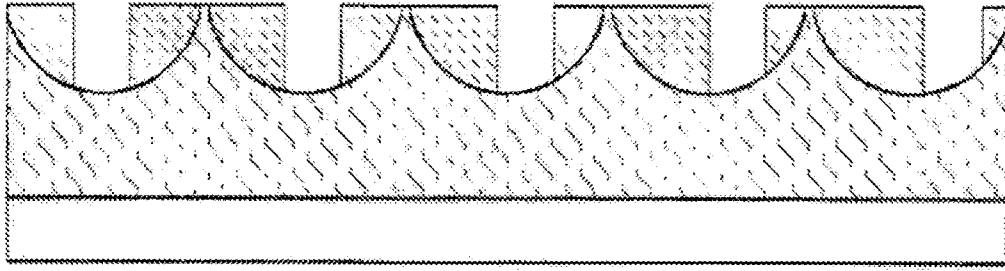


FIGURA 9G

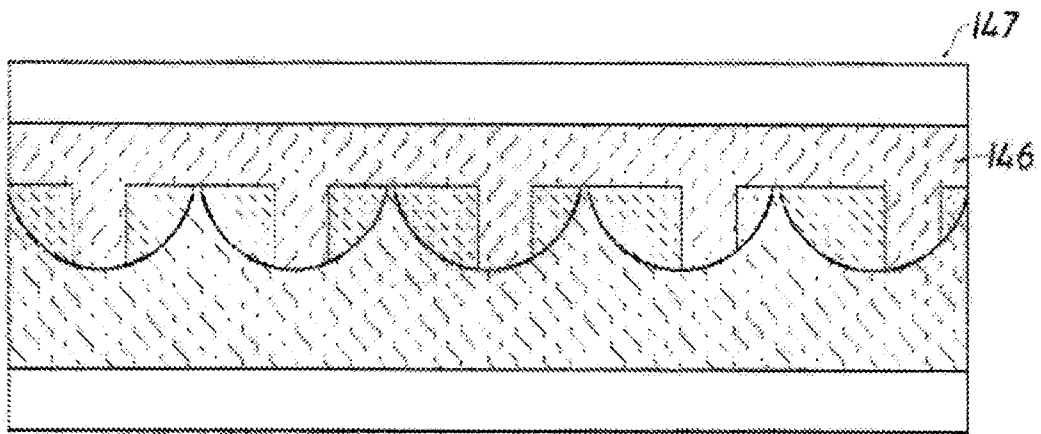


FIGURA 9H

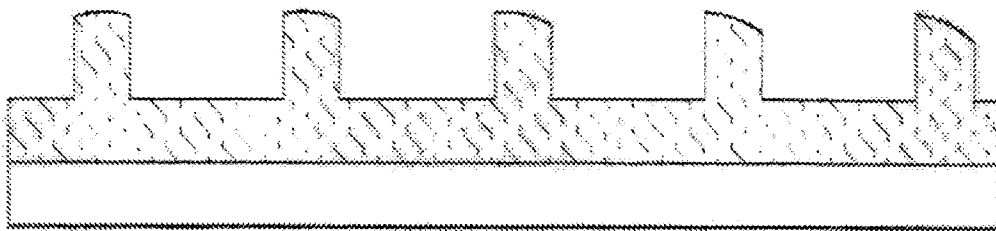


FIGURA 9I

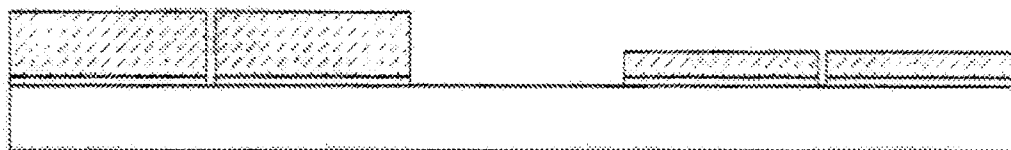
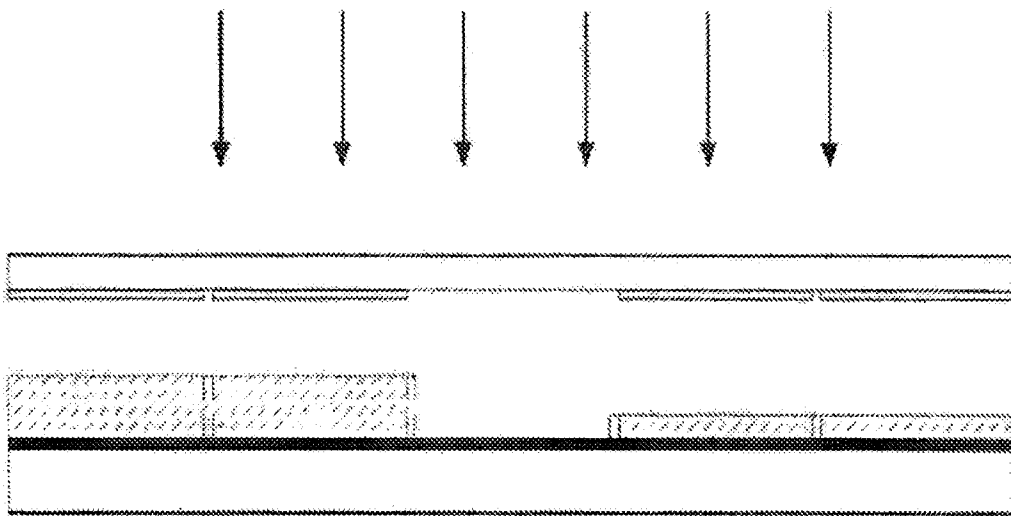




FIGURA 10D

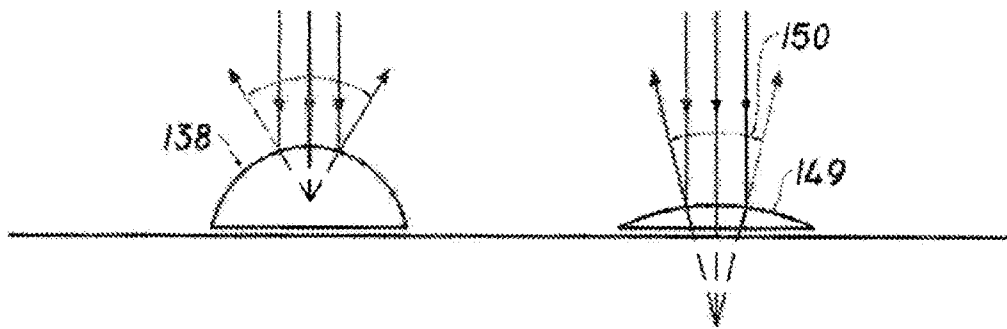


FIGURA 11

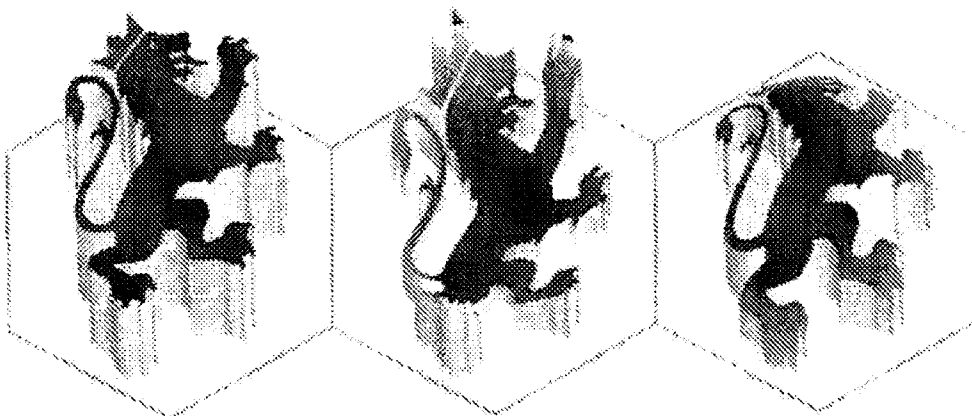


FIGURA 12

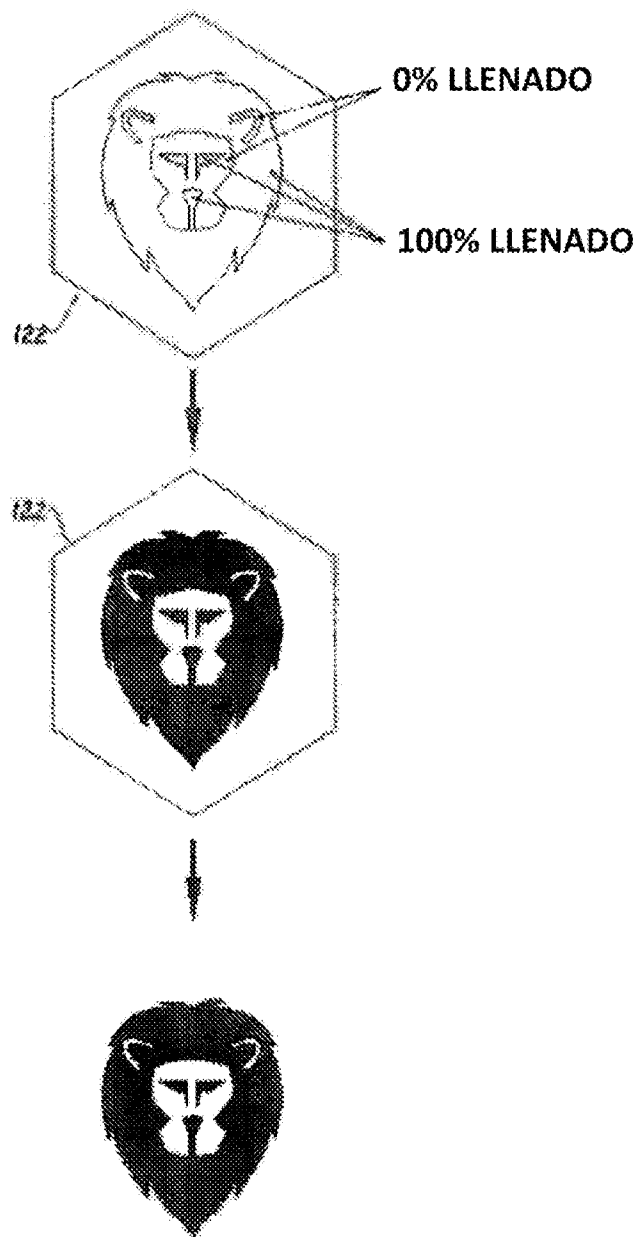


FIGURA 13

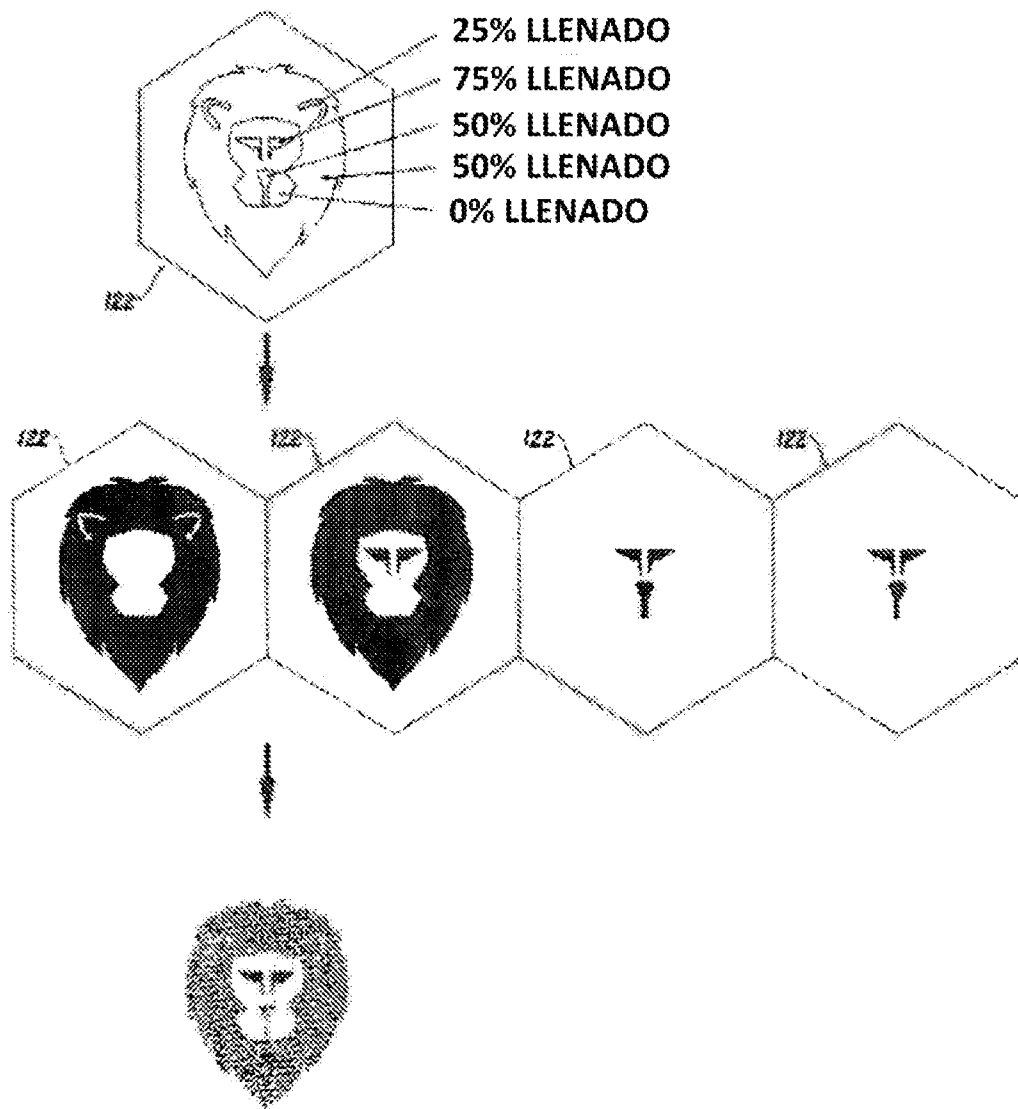


FIGURA 14

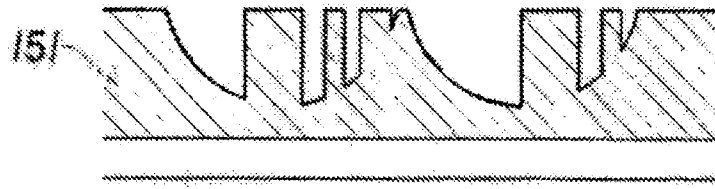


FIGURA 15

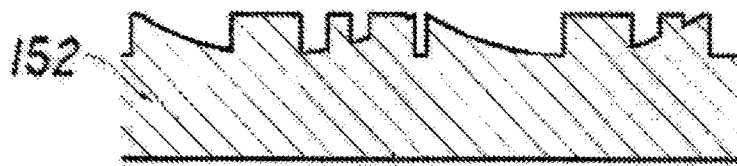


FIGURA 16

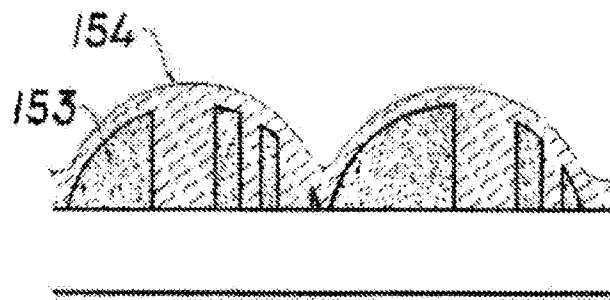


FIGURA 17

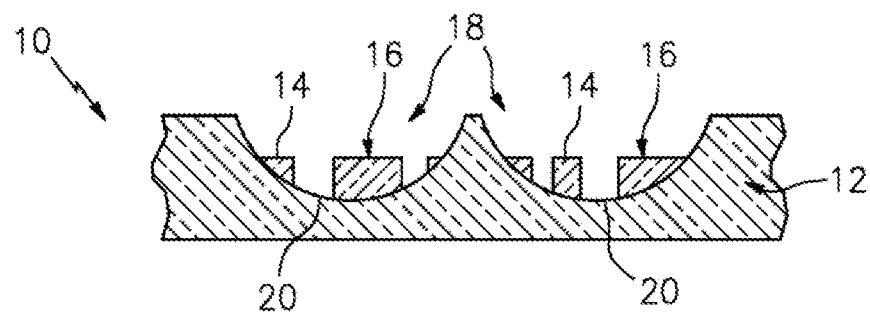


FIGURE 18

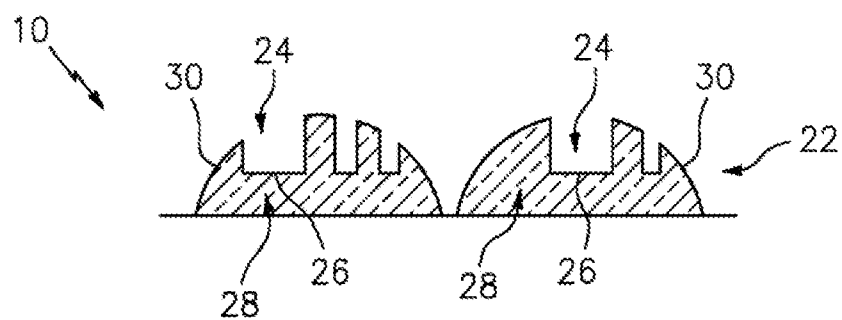


FIGURE 19

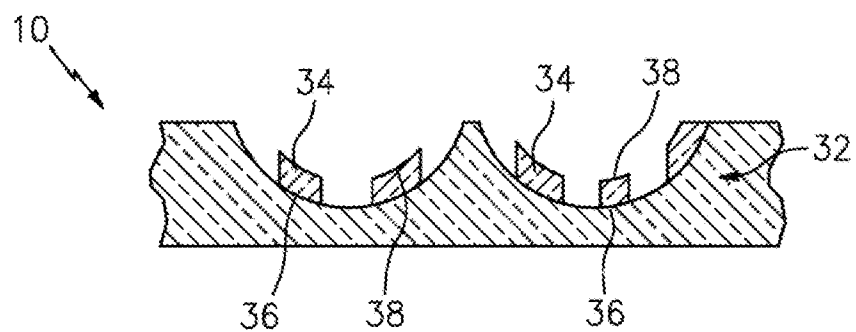


FIGURE 20

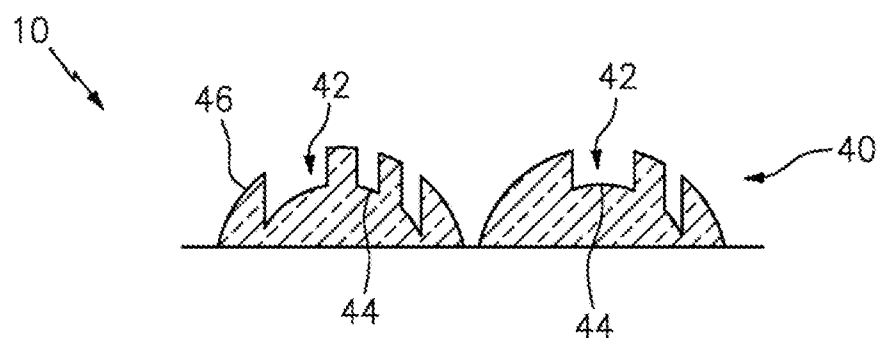


FIGURE 21



FIGURA 22

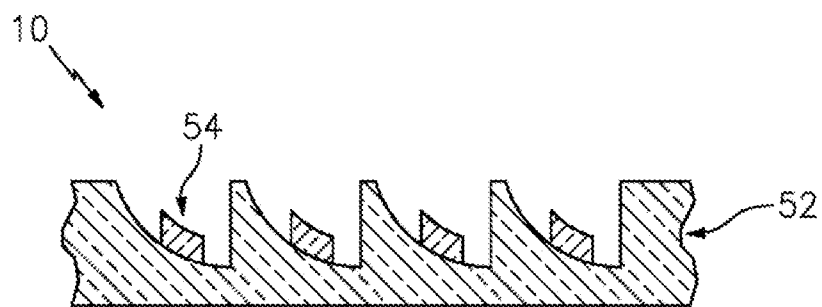


FIGURA 23