

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 425 799**

51 Int. Cl.:

B41M 3/00 (2006.01)
B42D 15/10 (2006.01)
B44F 7/00 (2006.01)
G02B 5/30 (2006.01)
G02B 27/22 (2006.01)
B42D 15/00 (2006.01)
B41M 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2011 E 11168298 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2013 EP 2529940**

54 Título: **Dispositivo impreso con aspecto tridimensional**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.10.2013

73 Titular/es:

SICPA HOLDING SA (100.0%)
Avenue de Florissant 41
1008 Prilly, CH

72 Inventor/es:

LEFÈBVRE, OLIVIER;
DEGOTT, PIERRE;
DEMANGE, RAYNALD y
PIETROLUNGO, NICOLAS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 425 799 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo impreso con aspecto tridimensional

Introducción

5 La presente invención se refiere generalmente al campo de dispositivos útiles como elemento de seguridad para la protección de billetes de banco y documentos de valor o artículos, y específicamente a un dispositivo y a un método para producir dispositivos impresos útiles como elementos de seguridad con aspecto tridimensional cuando se visualizan con un equipo de visualización óptico apropiado, tal como gafas con lentes que actúan como filtros circularmente polarizantes. El dispositivo impreso se forma con imágenes estereoscópicas del objeto, estando compuestas estas últimas de bloques de construcción separados.

10 Estado de la técnica

Las representaciones tridimensionales de objetos compuestos de imágenes formados por pares de proyecciones estereoscópicas son conocidas en la técnica.

15 En el documento 215 5457554 y en el documento US 5364557, S.M. Faris describe un método para producir imágenes tridimensionales hechas de capas de tinta que comprenden materiales de cristales líquidos colestéricos, reflejando dichas capas de tinta la luz circularmente polarizada de mano derecha (capa de tinta de RHLC) o de mano izquierda (capa de tinta de LHLC), respectivamente. A fin de producir dichas imágenes tridimensionales, las capas de tinta de LC de diferentes colores primarios se imprimen unas encima de otras.

20 En el documento US 7041233, M Kuntz et al. describen un método para generar un efecto tridimensional con 2 imágenes no estereoscópicas formadas con material de cristal líquido quiral (también denominado cristal líquido colestérico). Las capas de cristal líquido se alinean mediante un proceso térmico, o se usan preferiblemente en una forma encapsulada. El efecto tridimensional producido mediante esta tecnología se puede observar desde una gran distancia, tal como al menos 5 metros. La formación de áreas coloreadas diferentes requirió el uso de una máscara durante el proceso de curado de LC (por ejemplo, ejemplo 1).

25 La US-5398131 describe un método de impresión estereoscópica a todo color para la presentación de una imagen de un par estéreo de imágenes codificadas para cada ojo de un espectador.

30 La impresión industrial de dispositivos útiles como elementos de seguridad con tecnologías de impresión tales como impresión serigráfica, flexogrado o rotogrado, deben cumplir con ciertas limitaciones que no fueron atendidas por las tecnologías descritas anteriormente para generar efectos tridimensionales. Por ejemplo, con estas tecnologías de impresión, se necesitan dos unidades de impresión para imprimir las capas de tinta de cristal líquido de mano izquierda (LHLC) y de mano derecha (RHLC) de un par de proyecciones estereoscópicas; ambas unidades de impresión pueden imprimir una capa de tinta de LC del mismo color a un cierto ángulo de visión, o las dos unidades de impresión pueden imprimir un par de capas de tinta de LC de diferente color al mismo ángulo de visión, dando como resultado un color aditivo para la imagen 3-D. El número de unidades de impresión disponibles para imprimir un dispositivo está restringido generalmente a 2 unidades o 4 unidades; por tanto, el número de colores disponibles para imprimir un dispositivo con tintas de LC es muy estrecho.

40 La percepción 3-D descansa en muchos parámetros que son interpretados simultáneamente por el cerebro humano. Para objetos reales o escenas reales, el cerebro humano usa esencialmente la disparidad binocular para extraer la percepción 3-D de objetos y la información de profundidad focal de una escena; la disparidad binocular se refiere a la diferencia en la localización de la imagen retiniana de un objeto visto por los ojos izquierdo y derecho. Para imágenes impresas, las pistas más relevantes de formas 3-D son el gradiente de textura, tonos, o las sombras; para escenas que comprenden una pluralidad de objetos, la oclusión de un objeto por el otro (es decir, un objeto se coloca enfrente del otro y de este modo oculta al objeto subyacente) es una pista importante adicional de la disposición espacial de la escena y de la forma 3-D de los objetos.

45 Cuando sólo existe un número muy limitado de capas de tinta monocolor (por ejemplo, una o dos capas de tinta monocolor), la percepción del volumen se desvanece debido a la reducción o desaparición de las pistas 3-D tales como los tonos; en el caso de escenas que comprenden una pluralidad de objetos impresos con una capa de tinta monocolor, la oclusión de un objeto por otro evita que el observador tenga una pista de la distancia relativa de los diferentes objetos.

50 Este efecto se ejemplifica en las **Figuras 1 a 4** de la presente solicitud. La **Figura 1** muestra un par de proyecciones estereoscópicas monocolor de un objeto no subdividido, un cubo, formado por una capa monocolor impresa una al lado de la otra. La **Figura 2** muestra dicho par de proyecciones estereoscópicas monocolor de la **Figura 1** impreso en una localización parcialmente superpuesta. El volumen o la forma 3-D del cubo no se puede reconocer, incluso

cuando se imprime la Figura 1 o Figura 2 con capas de tinta de LHLC y RHLC y se usan los filtros circularmente polarizantes apropiados para la observación, debido a que el objeto carece de alguna pista a partir de la cual el cerebro humano pudiera deducir una forma tridimensional del cubo.

5 La Figura 3 y Figura 4 ilustra la desaparición del efecto 3-D cuando se usa una capa monocolor (Figura 4) en lugar de matices de sombra (Figura 3) para la formación del objeto. Mientras que en la Figura 3 los detalles de la cabeza humana son manifiestos y el cerebro humano es capaz de comprender al objeto como una imagen tridimensional de una cabeza humana, esto mismo no es posible con la imagen en la Figura 4. En la Figura 4, sólo se pueden percibir los contornos de la cabeza humana. El cerebro del observador no puede interpretar la Figura 4 como una imagen tridimensional de una cabeza humana.

10 Las restricciones específicas impuestas por procesos de impresión industriales de dispositivos útiles como elementos de seguridad hacen imposible generar efectos tridimensionales por cualquiera de las técnicas de la técnica anterior explicadas anteriormente.

De este modo, todavía existe la necesidad de un método para imprimir un dispositivo con un aspecto tridimensional con un número muy limitado de capas de tinta que reflejen luz circularmente polarizada (capas de tinta de LC).

15 Las tecnologías descritas no dicen nada sobre métodos para producir dispositivos con un aspecto tridimensional (dispositivos 3-D) útiles como elementos de seguridad, reflejando sólo dos capas de tinta de LC monocolor la luz de dirección de polarización opuesta, o reflejando un número muy restringido de pares de capas de tinta de LC monocolor la luz de dirección de polarización opuesta. Fue la tarea de la presente invención proporcionar tal método y dispositivo.

20 Sumario de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo que comprende, sobre un fondo subyacente, capas de tinta primera y segunda que representan juntas un objeto gráfico que muestra, cuando se observa con un equipo de visualización apropiado, un aspecto tridimensional, en el que una de dichas capas de tinta muestra un primer color a un cierto ángulo de visión y es un revestimiento circularmente polarizante de mano izquierda o comprende pigmento circularmente polarizante de mano izquierda, y la otra de dichas capas de tinta muestra el mismo u otro color a dicho ángulo de visión y es un revestimiento circularmente polarizante de mano derecha o comprende pigmento circularmente polarizante de mano derecha, representando dichas capas de tinta primera y segunda una primera y una segunda imagen de un par de proyecciones estereoscópicas de dicho objeto gráfico, y superponiéndose dichas capas de tinta primera y segunda una sobre otra, o que se pueden superponer una sobre otra, o que se pueden imprimir una al lado de la otra, caracterizado porque dicho objeto gráfico está compuesto de bloques de construcción separados, y porque, en cada una de las proyecciones estereoscópicas, los bloques de construcción que forman el objeto gráfico se representan de tal manera que permitan que el fondo subyacente de dichas capas de tinta sea *manifiesto* entre los bloques de construcción.

La presente invención se refiere además a un método para preparar un dispositivo como se define anteriormente, comprendiendo dicho método la etapa de aplicar una primera y una segunda composición de tinta para formar una primera y una segunda capa de tinta, en el que una de dichas composiciones de tinta comprende pigmentos de cristal líquido colestérico circularmente polarizante de mano izquierda que tiene un primer color a un cierto ángulo de visión, y la otra composición de tinta comprende pigmentos de cristal líquido colestérico circularmente polarizante de mano derecha del mismo o de otro color a dicho ángulo de visión, mediante un método de impresión, preferiblemente seleccionado del grupo que consiste en impresión por serigrafía, flexografía, heliografía o impresión por chorro de tinta, muy preferiblemente mediante impresión por serigrafía, sobre un sustrato.

La presente invención se refiere además a un método para preparar un dispositivo como se define anteriormente, comprendiendo dicho método las etapas de

45 a) aplicar una primera y una segunda composición de tinta sobre un sustrato con diseño previo mediante un método de impresión, preferiblemente seleccionado del grupo que consiste en impresión por serigrafía, impresión por flexografía, heliogravado o impresión por chorro de tinta, muy preferiblemente mediante impresión por serigrafía, para formar una primera y una segunda capa de tinta,

50 en el que una de dichas composiciones de tinta comprende una sustancia de cristal líquido colestérico circularmente polarizante de mano izquierda que tiene un primer color a un cierto ángulo de visión, y la otra composición de tinta comprende una sustancia de cristal líquido colestérico circularmente polarizante de mano derecha del mismo o de otro color a dicho ángulo de visión;

b) alinear dichas capas que comprenden dichas sustancias de cristal líquido colestérico mediante interacción con el sustrato con diseño previo; y

c) curar las capas aplicadas y alineadas en las etapas a) y b).

5 La presente invención se refiere además a un método para producir un dispositivo que representa un objeto gráfico que muestra, cuando se observa con un equipo de visualización apropiado, un aspecto tridimensional, caracterizado por las etapas de subdividir dicho objeto gráfico en bloques de construcción separados, y generar una primera y una segunda proyección estereoscópica del objeto gráfico subdividido sobre el plano de impresión generado.

La presente invención se refiere además a un sistema de autenticación, que comprende un dispositivo como se define anteriormente y un equipo de visualización, preferiblemente gafas que comprenden un filtro circularmente polarizante izquierdo y derecho para las dos lentes, cubriendo cada lente un ojo de un observador que tiene puestas esas gafas.

10 La presente invención se refiere además al uso de un dispositivo como se define anteriormente para la protección contra la falsificación de un bien comercial o un documento de seguridad seleccionado del grupo que consiste en billetes bancarios, documentos de valor o tarjetas, billetes o tarjetas de transporte, timbres fiscales, y etiquetas de productos.

15 La presente invención describe un método para imprimir dispositivos útiles como elementos de seguridad que muestran, cuando se observan con un equipo de visualización apropiado, un efecto tridimensional, usando una primera tinta que comprende pigmentos o sustancias de cristal líquido quirral, reflejando dichos pigmentos o sustancias la luz circularmente polarizada de mano izquierda (capa de tinta de LHLC), y una segunda tinta que comprende pigmentos o sustancias de cristal líquido quirral, reflejando dichos pigmentos o sustancias la luz circularmente polarizada de mano derecha (capa de tinta de RHLC). Según el método de la presente invención, el efecto tridimensional se puede producir con un número muy limitado de colores, preferiblemente con pigmentos de LC de hasta dos colores diferentes a un cierto ángulo de visión, muy preferiblemente con pigmentos de LC de un solo color a un cierto ángulo de visión.

20 Según el método de la presente invención, el efecto tridimensional se produce imprimiendo un par de imágenes, representando cada imagen una de un par de proyecciones estereoscópicas, de un objeto gráfico compuesto de bloques de construcción separados, siendo dicho objeto gráfico una representación de un objeto real o de un objeto virtual. El efecto tridimensional se observa cuando el observador usa un equipo de visualización apropiado que comprende un par de filtros o lentes circularmente polarizantes para observar el dispositivo de la presente invención.

25 En una realización adicional, presente invención describe un método para subdividir un objeto gráfico en bloques de construcción separados.

30 En una realización adicional, la presente invención describe un método para crear un par de proyecciones estereoscópicas de un objeto gráfico compuesto de bloques de construcción separados, e imprimir imágenes que representan dicho par de proyecciones estereoscópicas sobre un sustrato.

35 La subdivisión del objeto gráfico en una pluralidad de bloques de construcción separados permite superar las limitaciones inherentes a los rasgos de seguridad descritos, dando pistas al cerebro para comprender el volumen del objeto representado o de la escena representada que comprende una pluralidad de objetos.

40 La generación de un efecto tridimensional basado en la proyección de dos imágenes de perspectiva diferentes que se visualizan con el ojo izquierdo y el ojo derecho de un observador es conocida en la técnica (por ejemplo documentos US 5.457.554 o US 7.041.233). Se sabe en la técnica que se puede crear un par de proyecciones estereoscópicas capturando con una cámara real o con una cámara virtual un par de imágenes de un objeto real o de un objeto virtual, moviéndose dicha cámara a lo largo de un eje a una distancia constante del objeto (**Figura 21a**); o, como alternativa, moviéndose dicha cámara a lo largo de una ruta en ángulo recto de la dirección de disparo de la cámara (**Figura 21b**) (las direcciones de disparo de la cámara (eje y) hacia el objeto o la escena en ambas posiciones son paralelas entre sí y son perpendiculares a la ruta de movimiento de la cámara (eje x)). El par de proyecciones estereoscópicas primera y segunda se obtiene mediante la proyección en un plano del par de imágenes capturadas por la cámara.

45 En una realización preferida según la presente invención, se eliminan los bloques de construcción que pertenecen al lado posterior del objeto gráfico, con relación a la posición del observador, y, de este modo, ocultos al observador desde su posición de visión. La eliminación de los bloques de construcción ocultos mejora el efecto 3-D evitando cualquier oclusión de los bloques de construcción. Esta eliminación de los bloques de construcción se puede omitir si la subdivisión del objeto gráfico en bloques de construcción se lleva a cabo mediante una aplicación diferente de un conjunto apropiado de bloques de construcción sobre sólo la parte de la superficie del objeto gráfico que se ve por el observador desde su ángulo de visión.

Las capas de imágenes de LC primera y segunda, que corresponden a las proyecciones estereoscópicas primera y

5 segunda, se imprimen una encima de otra (capas de imágenes de LC superpuestas), o se pueden colocar una encima de otra (capas de imágenes de LC superponibles) de manera que solapen parcialmente entre sí; o, como alternativa, las capas de imágenes de LC primera y segunda, que corresponden a las proyecciones estereoscópicas primera y segunda, se imprimen unas al lado de las otras, separadas entre sí (capas de imágenes de LC no superpuestas).

10 Cuando se imprimen unas al lado de las otras, la distancia entre las dos capas de tinta de LC puede variar entre cero (posición contigua; las dos proyecciones estereoscópicas están unidas entre sí por un punto o un lado) y unos pocos centímetros, preferiblemente 0-5 cm, más preferiblemente 0-3 cm, y muy preferiblemente 0-1 cm (posición no contigua). Las dos capas de imágenes de LC no superpuestas deben ser visibles simultáneamente por el observador usando el equipo de visualización a fin de visualizar al objeto con un aspecto 3-D. El efecto 3-D del dispositivo mejora al disminuir la distancia entre las dos proyecciones estereoscópicas. El mejor efecto 3-D se obtiene cuando las dos proyecciones estereoscópicas se imprimen de manera que solapan parcialmente entre sí.

15 Cuando las capas de imágenes de LC primera y segunda que corresponden a las proyecciones estereoscópicas primera y segunda se imprimen unos pocos centímetros de distancia entre sí, el aspecto 3-D del dispositivo se percibe mejor cuando el observador visualiza el dispositivo desde una distancia, por ejemplo desde una longitud de un brazo o desde una distancia más larga. Para cada dispositivo, existe una distancia óptima de observación a fin de percibir el efecto 3-D óptimo; cuando la distancia de observación es más corta o más larga que la distancia óptima, el efecto 3-D todavía se percibe, pero es menos notable. La distancia óptima de observación depende del grado de solapamiento de las capas de imágenes de LHLC y RHLC, o de la distancia entre las capas de imágenes de LHLC y RHLC impresas unas al lado de las otras; la distancia óptima de observación también depende de las dimensiones del triángulo virtual definido por la posición del objeto gráfico y ambas posiciones de la cámara cuando se fotografía a las imágenes estereoscópicas.

20 Para dispositivos útiles como elementos de seguridad para documentos de seguridad, billetes de banco o bienes valiosos, las capas de imágenes de LC primera y segunda se imprimen muy preferiblemente de manera que solapen parcialmente entre sí. Cuando las capas de imágenes primera y segunda se imprimen de manera que solapan parcialmente entre sí, se necesita el curado de la primera capa de tinta de LC antes de aplicar la segunda capa de tinta de LC.

25 El dispositivo es útil como elemento de seguridad o como un rasgo de seguridad para la protección de billetes de banco, documentos de valor, documentos de identidad, o, generalmente, cualquier artículo que requiera una autenticación.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra un par de proyecciones estereoscópicas monocolor y un cubo no subdividido en bloques de construcción separados (no es parte de la presente invención).

35 La Figura 2 muestra un par de proyecciones estereoscópicas de la Figura 1, colocándose parcialmente las proyecciones una encima de la otra (no es parte de la presente invención).

La Figura 3 muestra una ilustración de un objeto 3-D (cabeza humana) que comprende variación de la claridad del color (áreas sombreadas) (no es parte de la presente invención).

La Figura 4 muestra la ilustración de la Figura 3 representado con una capa de tinta monocolor (no es parte de la presente invención).

40 La Figura 5 muestra una vista de un dispositivo que comprende un cubo subdividido como se muestra en la Figura 6, consistiendo la superposición de las dos capas de imágenes de LC en las dos proyecciones estereoscópicas. Si las dos capas de imágenes de LC se imprimiesen con un par de capas de tinta de LC sobre una superficie subyacente absorbente, un observador que usase un par apropiado de filtros circularmente polarizantes podría ver un cubo monocolor con un volumen 3-D.

45 La Figura 6 muestra el par de proyecciones estereoscópicas monocolor de la Figura 1 de un cubo subdividido en 3 bloques de construcción separados.

La Figura 7 muestra el objeto gráfico de la Figura 3 subdividido en una pluralidad de puntos monocolor.

La Figura 8 muestra un par de proyecciones estereoscópicas del objeto subdividido de la Figura 7.

La Figura 8a muestra una ilustración de un dispositivo impreso con composiciones de LHLC y RHLC a partir del par

de proyecciones estereoscópicas de la Figura 8. Las capas de LHLC y RHLC se imprimen de manera que solapan ligeramente entre sí.

5 La Figura 8b muestra una ilustración de un dispositivo impreso con composiciones de LHLC y RHLC a partir del par de proyecciones estereoscópicas de la Figura 8. Las capas de LHLC y RHLC se imprimen de manera que solapan parcialmente entre sí.

La Figura 9 muestra un par de proyecciones estereoscópicas monocolor de un cubo subdividido en una pluralidad de bloques de construcción separados.

La Figura 10 muestra un par de proyecciones estereoscópicas monocolor de una esfera subdividida en una pluralidad de bloques de construcción separados.

10 La Figura 11a muestra un par de proyecciones estereoscópicas monocolor de un cubo subdividido en una pluralidad de bloques de construcción separados, siendo los bloques de construcción discos.

La Figura 11b muestra el par de proyecciones estereoscópicas monocolor de un cubo subdividido en una pluralidad de bloques de construcción separados de la Figura 11a, impreso como una imagen negativa.

15 La Figura 12 muestra un par de proyecciones estereoscópicas monocolor de un cubo subdividido en una pluralidad de bloques de construcción separados, siendo los bloques de construcción puntos.

La Figura 13 muestra un par de proyecciones estereoscópicas monocolor de un cubo subdividido en una pluralidad de bloques de construcción separados, siendo los bloques de construcción líneas rectas.

La Figura 14 muestra un par de proyecciones estereoscópicas monocolor de un cubo subdividido en una pluralidad de bloques de construcción separados, siendo los bloques de construcción la letra "A".

20 La Figura 15 muestra una vista lateral de un dispositivo, por ejemplo el dispositivo de la Figura 5, con superposición parcial de las capas de imágenes de RHLC y LHLC sobre una superficie subyacente absorbente, consistiendo dichas capas de imágenes de RHLC y LHLC en el par de proyecciones estereoscópicas. Las capas de imágenes de LHLC y RHLC están superpuestas.

25 La Figura 15a muestra una vista lateral de un dispositivo, por ejemplo el dispositivo de la Figura 5, con las capas de imágenes de RHLC y LHLC impresas unas al lado de las otras (posición no superpuesta y contigua) sobre una superficie subyacente absorbente, consistiendo dichas capas de imágenes de RHLC y LHLC en el par de proyecciones estereoscópicas.

30 La Figura 15b muestra una vista lateral de un dispositivo, por ejemplo el dispositivo de la Figura 5, con las capas de imágenes de RHLC y LHLC impresas unas al lado de las otras (posición no superpuesta y no contigua) sobre una superficie subyacente absorbente, consistiendo dichas capas de imágenes de RHLC y LHLC en el par de proyecciones estereoscópicas.

35 La Figura 16 muestra una vista lateral de un dispositivo con una primera capa de imagen de LC impresa sobre una superficie absorbente, y una segunda capa de imagen de LC impresa sobre una zona transparente del mismo sustrato, consistiendo dichas capas de imágenes primera y segunda en el par de proyecciones estereoscópicas. Las dos capas de imágenes de LC son superponibles: a fin de ver el dispositivo tridimensional, el sustrato se debe plegar de tal manera que la segunda capa de imagen de LC impresa sobre la zona transparente descansa sobre la parte superior de la primera capa de imagen de LC. En esta configuración, a fin de reconstruir correctamente el dispositivo con el aspecto 3-D (dispositivo 3-D), las dos capas de LC se han de imprimir aplicando a la segunda proyección estereoscópica una rotación de 180° a lo largo de un eje de simetría, paralelo al eje de plegamiento del sustrato.

40 La Figura 17 muestra una vista lateral de un dispositivo con una primera capa de imagen de LC impresa sobre una superficie absorbente de un primer sustrato, y la segunda capa de imagen de LC impresa sobre un área transparente de un segundo sustrato, consistiendo dichas capas de imágenes primera y segunda en el par de proyecciones estereoscópicas. En esta configuración, a fin de reconstruir correctamente el dispositivo 3-D, la segunda capa de imagen (impresa sobre el sustrato transparente) debe descansar sobre la parte superior de la capa de imagen impresa sobre la superficie absorbente. Las dos capas de imágenes de LC son superponibles.

45 La Figura 18 muestra una vista lateral de un dispositivo con la superposición de las capas de imágenes de RHLC y LHLC impresas sobre un sustrato transparente, consistiendo dichas capas de imágenes de RHLC y LHLC en el par de proyecciones estereoscópicas. Se necesita un sustrato adicional, revestido con una capa absorbente, para visualizar las capas de imágenes de LC; el sustrato revestido se coloca bajo el par de capas de imágenes de LC

superpuestas del dispositivo 3-D. Las capas de LC están superpuestas.

5 La Figura 19 muestra una vista lateral de un dispositivo con las capas de imágenes de RHLC y LHLC impresas en diferentes áreas de un sustrato transparente, consistiendo dichas capas de imágenes de RHLC y LHLC en el par de proyecciones estereoscópicas. La segunda capa de imagen de LC está impresa en una orientación inversa según un eje de simetría paralelo al eje de plegamiento del sustrato, y las dos capas de imágenes de LC son superponibles (de forma similar como en la Figura 16). Se necesita un sustrato adicional, revestido con una capa absorbente, para visualizar las capas de imágenes de LC; dicho sustrato revestido se coloca bajo el par de capas de imágenes de LC superpuestas, plegándose el sustrato transparente de manera que se superpone a las capas de imágenes de LHLC y RHLC.

10 La Figura 20 muestra una vista lateral de un dispositivo con las capas de imágenes de RHLC y LHLC impresas sobre 2 sustratos transparentes diferentes, consistiendo dichas capas de imágenes de RHLC y LHLC en el par de proyecciones estereoscópicas. Las capas de imágenes de LC son superponibles. Se necesita un sustrato adicional, revestido con una capa absorbente, para visualizar las capas de imágenes de LC; el sustrato revestido se coloca bajo el par de capas de imágenes de LC superpuestas.

15 La Figura 21a muestra una representación del trayecto de una cámara que captura un par de imágenes de un objeto gráfico, por ejemplo un cubo, a una distancia constante desde el objeto. El par de proyecciones estereoscópicas se obtiene proyectando sobre una superficie bidimensional el par de imágenes capturado por la cámara.

20 La Figura 21b muestra una representación del trayecto de una cámara que captura un par de imágenes de un objeto gráfico, por ejemplo un cubo, en la que la cámara viaja a lo largo de una ruta perpendicular a la dirección de disparo con respecto al objeto. El par de proyecciones estereoscópicas se obtiene proyectando sobre una superficie bidimensional del par de imágenes capturado por la cámara.

Descripción detallada

25 Según la presente invención, el dispositivo que representa un objeto gráfico que tiene un aspecto tridimensional cuando se visualiza con el equipo de visualización apropiado está formado a partir de una primera y una segunda capa de imagen. La primera capa de imagen se imprime con una capa de tinta de LC que refleja la luz polarizada de mano izquierda (capa de tinta de LHLC), comprendiendo dicha capa de tinta de LC pigmentos de cristal líquido quiral de mano izquierda (también denominados pigmentos de cristal líquido *colestérico* de mano izquierda) (pigmentos de LHLC) o sustancias de cristal líquido quiral de mano izquierda (también denominadas sustancias de cristal líquido *colestérico* de mano izquierda) (revestimiento de LHLC) de un primer color a un cierto ángulo de visión, y la segunda
30 capa de imagen se imprime con una capa de tinta de LC que refleja la luz polarizada de mano derecha (capa de tinta de RHLC), comprendiendo dicha capa de tinta de LC pigmentos de cristal líquido quiral de mano derecha (también denominados pigmentos de cristal líquido *colestérico* de mano derecha) (pigmentos de RHLC) o sustancias de cristal líquido quiral de mano derecha (también denominadas sustancias de cristal líquido *colestérico* de mano derecha) (revestimiento de RHLC) del mismo o de un color diferente, al mismo ángulo de visión. Las dos capas de imágenes se caracterizan por el hecho de que representan un par de proyecciones estereoscópicas de un objeto gráfico, y
35 porque el objeto gráfico está compuesto de bloques de construcción separados.

Como se usa aquí, la expresión "*pigmentos de LHLC*" se refiere a los pigmentos de LC comprendidos en la capa de tinta de LHLC, y la expresión "*pigmentos de RHLC*" se refiere a los pigmentos de LC comprendidos en la capa de tinta de RHLC.

40 La idea de la presente invención se muestra en la Figura 5, Figura 6 y Figuras 8 a 14. Cuando se imprime con capas de imágenes de LHLC y RHLC, la Figura 5, la Figura 6 y las Figuras 8 a 14 representan realizaciones del dispositivo de la presente invención.

La Figura 5 muestra una realización de la presente invención, imprimiéndose las dos proyecciones estereoscópicas mostradas en la Figura 6 de manera que solapan parcialmente entre sí.

45 En la Figura 6 y en las Figuras 8 a 14, las proyecciones estereoscópicas se han impreso al lado y aparte unas de las otras en aras de la claridad de la representación; en un dispositivo según la presente invención, las proyecciones estereoscópicas se imprimen de manera que solapan parcialmente entre sí, o, como alternativa, se imprimen unas al lado de las otras; para dispositivos útiles como alimentos de seguridad, las proyecciones estereoscópicas se imprimen preferiblemente de manera que solapan parcialmente entre sí.

50 La Figura 6 ilustra un ejemplo de la presente invención. La Figura 6 muestra un par de proyecciones estereoscópicas del cubo de la Figura 1 subdividido en 3 bloques de construcción. El par de proyecciones estereoscópicas se imprime al lado unas de las otras. Cuando la Figura 6 se imprime con capas de tinta de LHLC y RHLC, un observador que usa un equipo de visualización apropiado que comprende filtros circularmente

polarizantes observará, desde una distancia que proporciona un paralaje apropiado de las dos proyecciones, una representación 3-D del cubo.

5 La imagen de la Figura 7 ilustra un ejemplo de la presente invención. La Figura 7 muestra la cabeza humana según la Figura 3, que, sin embargo, ahora está subdividida en una pluralidad de bloques de construcción, siendo aquí puntos. La imagen de la Figura 7 se "limpia" para eliminar los bloques de construcción que pertenecen a la cara de la cabeza humana situados en el lado posterior con relación a la posición del observador, y de este modo ocultos al observador desde su posición de visión. El proceso de limpieza mejora el efecto 3D, evitando cualesquiera oclusiones de los bloques de construcción. Esta "etapa de limpieza" se puede omitir si la división en bloques de construcción se realiza aplicando un conjunto apropiado de bloques de construcción sobre la superficie de los objetos vistos por el observador desde su ángulo de visión.

La Figura 8 muestra un par de proyecciones estereoscópicas del objeto gráfico subdividido producido fotografiando dos imágenes de la Figura 7 desde dos posiciones diferentes. El par de proyecciones estereoscópicas se imprime unas al lado de las otras.

15 La Figura 8a y la Figura 8b muestran ilustraciones de algunos dispositivos según la presente invención basándose en un par de proyecciones estereoscópicas de la Figura 8. En la Figura 8a, las proyecciones estereoscópicas solapan ligeramente entre sí, mientras que en la Figura 8b las proyecciones estereoscópicas se imprimen de manera que solapan fuertemente entre sí. Una observación que observe la Figura 8a y que use un equipo de visualización apropiado que comprende filtros circularmente polarizantes observará, desde una distancia que proporciona un paralaje apropiado de las dos proyecciones, una representación 3-D de la cabeza humana. El efecto 3-D es todavía más espectacular con la Figura 8b, debido al solapamiento mucho más importante de las proyecciones estereoscópicas; la Figura 8b también se puede observar desde una distancia más corta, ya que el paralaje apropiado se obtiene a una distancia más corta con la Figura 8b que con la Figura 8a.

25 Los pigmentos de cristales líquidos circularmente polarizantes (denominados como los "pigmentos de LHLC y RHLC") adecuados para la presente invención son conocidos en la técnica, por ejemplo pigmentos de LC comercializados con el nombre comercial Helicone® de LCP Technology GmbH. La tecnología de pigmentos de LC y su uso en revestimientos y tintas se han descrito, por ejemplo, en los documentos EP 1 213 338 A1, EP 1 046 692 A1 o EP 0 601 483 A1, cuyas descripciones respectivas se incorporan como referencia aquí. Los materiales de cristales líquidos colestéricos adecuados para la presente invención son conocidos en la técnica, y se han descrito, por ejemplo, en el documento US 6.410.130, cuya descripción respectiva se incorpora aquí como referencia.

30 Los pigmentos de LHLC y RHLC se pueden incorporar en composiciones de tinta convencionales según el método de impresión seleccionado para imprimir el dispositivo de la presente invención. Los ejemplos de formulaciones adecuadas se pueden encontrar, por ejemplo, en The Printing Ink Manual, ed. R.H. Leach, R.J. Pierce, 5.ª edición.

Las composiciones que comprenden los pigmentos de LC adecuadas para la presente invención se han descrito, por ejemplo, en los documentos EP 0 597 986 A1 o WO 2003/020 835 A1.

35 Preferiblemente, las composiciones de tinta usadas para la presente invención no comprenden pigmentos adicionales distintos de los pigmentos de LC. Las formulaciones típicas que comprenden pigmentos de LC usadas para la presente invención son, por ejemplo:

- formulación para impresión mediante flexografía con una tinta a base de agua:

Componente	% en peso
Pigmento de LHLC o RHLC	10-30
Aglutinante de resina acrílica/alquílica	50-70
Compuesto de cera de polietileno	2-6

(continuación)

Componente	% en peso
Agua	10-20
Antiespumante de silicona	0,1-0,5

- formulación para impresión mediante flexografía con una tinta a base de disolventes:

Componente	% en peso
Pigmento de LHLC o RHLC	10-30
Barniz de resina maleica	10-25
Barniz de nitrocelulosa	30-50
Compuesto de cera	2-6
Plastificante	1-5
Etanol	5-15
Acetato de isopropilo	5-10

5

- formulación para huecograbado:

Componente	% en peso
Pigmento de LHLC o RHLC	10-30
Nitrocelulosa	10-20
Resina maleica	2-6
Dispersión de cera	2-6
Ftalato de dioctilo	2-6
Etanol	40-60
Acetato de etilo	2-8
Glicoléter	2-6

- formulación para impresión mediante serigrafía:

Componente	% en peso
Pigmento de LHLC o RHLC	8-25
Etilcelulosa	10-20
Ftalato de dioctilo	2-10
Propilenglicol metil éter	20-30
Dipropilenglicol metil éter	2-10
Hidrocarburo aromático (160-180°C)	20-40

- formulación para impresión mediante serigrafía con una tinta curable por UV:

Componente	% en peso
Pigmento de LHLC o RHLC	8-25
Prepolímeros	20-35
Monómeros/oligómeros	30-50
Fotoiniciadores	5-10
Otros aditivos	1-5

5

Las composiciones que comprenden sustancias de LC adecuadas para la presente invención se han descrito, por ejemplo, en el documento US 6.410.130.

Los métodos de impresión adecuados incluyen impresión serigráfica, impresión flexográfica, heliograbado o impresión por chorro de tinta.

10 Mientras que en los pigmentos de LC adecuados para la presente invención los cristales líquidos ya están alineados y polimerizados (curados) en el estado colestérico, este no es el caso para sustancias de LC. Después de aplicarlas mediante cualquiera de las técnicas de impresión anteriores, se ha de lograr un alineamiento de las sustancias de LC en las composiciones antes del curado de las capas aplicadas. Según la presente invención, el alineamiento de las sustancias de LC se logra aplicando las placas que comprenden la sustancia de LC sobre un sustrato con un diseño previo. El sustrato actúa entonces como una capa de alineamiento para los cristales líquidos en las capas aplicadas. La formación de un diseño previo del sustrato se puede producir, por ejemplo, a través del frotamiento con un material, tal como terciopelo, o con cepillos o a través de una exposición adecuada. El alineamiento de las sustancias de LC se produce a través de una interacción con el sustrato que tiene un diseño previo. Después, las capas de LC alineadas se pueden curar como es habitual, preferiblemente mediante curado por UV. Este método de alineamiento de las sustancias de LC es conocido, por ejemplo, desde el documento US 2011/0095518 A1, cuyo contenido respectivo se incorpora aquí como referencia.

20 Las composiciones de tinta adecuadas para la presente invención se pueden curar como es conocido por la persona experta, por ejemplo mediante secado físico (evaporación del disolvente), curado por UV, curado mediante haz de electrones, termocurado, oxipolimerización, mediante sus combinaciones, o mediante otros mecanismos de curado. Preferiblemente, para la presente invención se usan composiciones de tinta curables por UV.

25

Como se usa aquí, el *dispositivo* es útil como un elemento de seguridad o rasgo de seguridad para la protección de

billetes bancarios, documentos de valor, documentos de identidad o, generalmente, cualesquiera artículos que requieran autenticación.

Como se usa aquí, la expresión “*elemento de seguridad*” designará un elemento en un billete de banco u otro documento de seguridad con el fin de determinar su autenticidad y protegerlo frente a falsificaciones.

5 Como se usa aquí, la expresión “*bloques de construcción*” se refiere a un grupo de figuras geométricas que juntas forman un objeto gráfico, tales como, pero sin limitarse a, cuadrados, rectángulos, polígonos, círculos, puntos, discos, elipsoides, líneas rectas, líneas curvas, o cualesquiera superficies cerradas delimitadas por cualesquiera líneas sinusoidales. La expresión “*bloques de construcción separados*” también se puede referir a letras, textos, logotipos, números o imágenes. Estos bloques de construcción pueden comprender algunas áreas vacías, tales como, por ejemplo, el área vacía en la letra mayúscula “A” (véase la Figura 14). Los bloques de construcción que forman el objeto gráfico se pueden disponer en un alineamiento equidistante o de una manera aleatoria, de tal manera que el cerebro de un observador puede combinar los bloques de construcción separados en un objeto representado. En otras palabras, la distancia entre los bloques de construcción separados ha de ser suficientemente amplia de manera que un observador reconozca a los bloques de construcción como separados entre sí. El espacio entre dos bloques de construcción ayuda a definir los bordes del objeto subdividido; el par de imágenes estereoscópicas de cada bloque de construcción contribuye a definir el volumen del objeto representado o de la escena representada.

20 En cada uno de los pares de proyecciones estereoscópicas, los bloques de construcción están completa o parcialmente separadas entre sí, dependiendo de las posiciones de la cámara con relación al objeto cuando se crea el par de imágenes.

25 Como se usa aquí, la expresión “*bloques de construcción separados*” se refiere al hecho de que, dentro del objeto gráfico subdividido, los bloques de construcción que forman el objeto están dispuestos de manera que son distinguibles de forma separada, en el que, dentro de las proyecciones estereoscópicas, los bloques de construcción pueden solapar parcialmente entre sí. Como se usa aquí, la expresión “*bloques de construcción separados*” se refiere al hecho de que el fondo subyacente de las capas de tinta es *manifiesto* entre los bloques de construcción; el término “*manifiesto*” significa *visible* a simple vista para un observador.

El número de bloques de construcción requerido para subdividir un objeto gráfico depende del tamaño del dispositivo, de la complejidad del objeto representado, y de la resolución de impresión lográble.

30 Para objetos gráficos simples, la división en dos bloques de construcción puede bastar para dar una indicación suficiente de la forma 3-D del objeto representado; para objetos o escenas representadas más complejas, es necesario una pluralidad de bloques de construcción para dar una buena representación 3-D. El número y posición óptimos de los bloques de construcción separados para un objeto gráfico dado se puede determinar por una persona experta mediante rutina normal.

35 El procedimiento de subdivisión se lleva a cabo sobre el objeto gráfico. Las imágenes capturadas por una cámara para producir el par de proyecciones estereoscópicas se producen después de la división del objeto gráfico en bloques de construcción separados.

Una secuencia inversa de etapas (producción de proyecciones estereoscópicas, seguido de la división en bloques de construcción) conduciría a dificultades a la hora de mantener la coherencia entre las dos proyecciones estereoscópicas, y de este modo impediría la producción de un dispositivo con un efecto 3-D.

40 Las dos imágenes capturadas por una cámara para producir el par de proyecciones estereoscópicas se obtienen típicamente con un pequeño cambio de la perspectiva visual de la imagen, obtenido mediante una pequeña traslación de la cámara (véanse las Figuras 21a y 21b). Las dos posiciones de disparo y los ángulos de las cámaras se deberían seleccionar de manera que la mayoría de los bloques de construcción que forman el objeto gráfico sigan siendo distinguibles de los bloques de construcción vecinos; en tal configuración, dos bloques de construcción separados no solapan entre sí, o dos bloques de construcción separados sólo solapan parcialmente entre sí.

En las Figuras 5 a 14, se muestran realizaciones según la presente invención en las que se obtienen objetos gráficos de complejidad variable a partir de un número apropiado de bloques de construcción separados con forma y complejidad variables.

50 Como se usa en la presente invención, la expresión “*objeto gráfico*” se refiere a una representación de un objeto virtual o una representación de un objeto real.

Los objetos representados útiles para crear dispositivos de la presente invención comprenden objetos simples, por ejemplo una línea o un dibujo 2-D, u objetos muy complejos, por ejemplo una vista de una escultura como, por

ejemplo, una cabeza humana.

El objeto gráfico de la presente invención se puede representar como una imagen positiva o como una imagen negativa. Cuando el objeto se representa como una imagen positiva, los bloques de construcción que componen el objeto, por ejemplo cuadrados, rectángulos, polígonos, círculos, puntos, discos, elipsoides, líneas rectas, líneas curvas, superficies cerradas delimitadas por cualesquiera líneas sinusoidales, letras, textos, logotipos, números o imágenes, se imprimen con las capas de tinta de LC. Cuando el objeto se representa como una imagen negativa, las áreas de separación entre los bloques de construcción se imprimen con las capas de LC. La Figura 11a representa un ejemplo de un par de proyecciones estereoscópicas de una imagen positiva de un cubo subdividido según la presente invención; la Figura 11b representa un ejemplo de un par de proyecciones estereoscópicas de una imagen negativa de un cubo subdividido según la presente invención.

Según la presente invención, el dispositivo que tiene un aspecto tridimensional se obtiene aplicando dos o como máximo cuatro capas de tinta a partir de tintas de impresión que comprenden los pigmentos de LC colestéricos o sustancias de LC descritos anteriormente, preferiblemente aplicando dos o como máximo cuatro capas de tinta a partir de tintas de impresión que comprenden los pigmentos de LC colestéricos descritos anteriormente.

Los sustratos adecuados según se usan en la presente invención son papel, material compuesto o sustrato plástico. Por ejemplo, en el caso de billetes de banco, el sustrato es papel, material compuesto o polímero.

La porosidad del sustrato impreso con el dispositivo puede influir en la calidad del efecto 3-D percibido. Sobre sustratos porosos o fibrosos, puede aparecer variación del brillo en diferentes zonas del par de capas de tinta de LC, dependiendo de la capa subyacente en estas zonas. Tales variaciones de brillo en las capas de LC pueden conducir a una degradación del efecto de 3-D. Para mejorar la calidad óptica de las capas de tinta de LC y evitar tales variaciones del brillo, los sustratos porosos o fibrosos se pueden revestir con una primera capa de revestimiento, una capa de imprimación. Tales capas de imprimación son conocidas en la técnica, y se han usado, por ejemplo, para mejorar el aspecto visual de los elementos de seguridad a base de imágenes orientadas magnéticamente (véase el documento WO 2010 058026).

Como se usa aquí, la expresión "*fondo subyacente*" de las capas de tinta de LHLC y RHLC se refiere a superficie sobre la que se imprimen o se colocan las capas de tinta de LC.

El fondo subyacente de las capas de tinta puede ser una superficie *absorbente* no transparente o una superficie *transparente*.

Como se usa aquí, los términos superficie o fondo "*absorbente*" o "*absorbente de la luz*" se refiere a una capa que absorbe al menos parte del espectro visible de la luz, preferiblemente a una superficie de un color oscuro, muy preferiblemente a una superficie negra.

En el caso de un fondo *absorbente*, la superficie de fondo puede consistir en una capa de revestimiento subyacente impresa sobre el sustrato, o en el propio sustrato opaco.

Como se usa aquí, la expresión "*transparente*" significa proporcionar transparencia óptima al menos en parte del espectro visible (400-700 nm). Los sustratos transparentes pueden estar coloreados, completamente o en parte, con la condición de que haya transparencia en al menos parte del espectro visible, a fin de permitir a un observador ver a través del sustrato.

La Figura 15 a Figura 20 ilustra ejemplos de la diferente disposición de las capas de imágenes de LHLC y RHLC sobre sustratos absorbentes o transparentes. En la Figura 15 a Figura 20, las capas de imágenes de LHLC y RHLC pueden estar dispuestas como se muestra en las Figuras, o las capas se pueden intercambiar entre sí.

Cuando el dispositivo se imprime sobre un fondo transparente, la capa de imagen de LHLC, la capa de imagen de RHLC, o tanto las capas de imágenes LHLC como RHLC se pueden imprimir sobre una superficie transparente.

Cuando una de las capas de imágenes de LHLC o RHLC se imprime sobre una superficie transparente y la otra capa de imagen se imprime sobre una superficie absorbente, la superficie absorbente y la superficie transparente pueden ser parte del mismo sustrato, o pueden ser parte de dos sustratos diferentes. Cuando la superficie transparente y la absorbente son parte de un sustrato, las dos capas de tinta de LHLC y RHLC se pueden observar como un dispositivo 3-D plegando el sustrato de manera que la capa transparente impresa se coloque sobre la parte superior de la superficie absorbente impresa.

Como se usa aquí, la expresión proyecciones estereoscópicas "*superpuestas*" o capas de imágenes de LC "*superpuestas*" o capas de tinta de LC "*superpuestas*" significa que las capas de tinta de LC primera y segunda que

corresponden a las proyecciones estereoscópicas primera y segunda se imprimen sobre la parte superior de cada una en una posición de solapamiento parcial. Un solapamiento absoluto total en el registro se evita mediante la ligera diferencia entre las 2 proyecciones estereoscópicas.

5 Como se usa aquí, la expresión proyecciones estereoscópicas “no superpuestas” o capas de imágenes de LC “no superpuestas” o capas de tinta de LC “no superpuestas” significa que las proyecciones estereoscópicas primera y segunda se imprimen unas al lado de las otras en una posición contigua o en una posición no contigua, con una distancia entre las proyecciones de unos pocos centímetros, preferiblemente 0-5 cm, más preferiblemente 0-3 cm, y muy preferiblemente 0-1 cm.

10 Como se usa aquí, la expresión proyecciones estereoscópicas “superponibles” o capas de imágenes de LC “superponibles” o capas de tinta de LC “superponibles” significa que las proyecciones estereoscópicas primera y segunda se imprimen sobre dos estratos diferentes, siendo al menos uno de los dos sustratos transparente, y se pueden colocar una encima de la otra; o, como alternativa, la expresión “proyecciones estereoscópicas superponibles” o “capas de imágenes de LC superponibles” o capas de tinta de LC “superponibles” significa que las proyecciones estereoscópicas primera y segunda se imprimen sobre dos zonas diferentes del mismo sustrato, siendo al menos una de las dos zonas transparente, y se pueden superponer en la segunda zona plegando el sustrato.

15 Cuando las capas de imágenes de LHLC y RHLC se imprimen ambas en una superficie transparente, ambas capas de imágenes se pueden imprimir sobre la misma superficie transparente, o ambas capas de imágenes se pueden imprimir sobre dos superficies transparentes diferentes comprendidas en el mismo o en dos sustratos diferentes. Las capas de imágenes de LHLC y RHLC se superponen plegando el un sustrato o superponiendo ambos sustratos de manera que las capas transparentes impresas caigan unas sobre otras. Cuando ambas capas de imágenes de LHLC y RHLC se imprimen sobre una superficie transparente, las capas de imágenes de LC superpuestas se pueden colocar sobre la parte superior de una superficie absorbente para permitir que las dos proyecciones estereoscópicas y el efecto 3D sean visibles para un observador que use filtros circularmente polarizantes apropiados.

20 Se sabe en la técnica que algunos materiales poliméricos orientados axialmente pueden interferir con la luz circularmente polarizada; tales materiales poliméricos impactarían sobre el efecto tridimensional del dispositivo cuando una de las proyecciones estereoscópicas del objeto gráfico se observe a través del polímero orientado axialmente en el dispositivo. Por lo tanto, cuando una de las capas de tinta de LC en el dispositivo se observa a través del sustrato transparente, dicho sustrato transparente no consiste en los materiales poliméricos orientados axialmente.

25 Ambas capas de LC deben estar completamente encerradas en los límites de la superficie absorbente subyacente. En el caso de que una o ambas capas de LC estén situadas fuera de la superficie absorbente subyacente, la percepción 3-D puede desaparecer parcial o completamente.

30 A fin de observar el efecto tridimensional del dispositivo proporcionado por el par estereoscópico de imágenes, el observador necesita por ejemplo usar un equipo de visualización apropiado, en particular gafas especiales con filtros o lentes circularmente polarizantes, como se describe en el documento US 5.457.554. El equipo de visualización puede ser preferiblemente gafas que comprenden un par de filtros o lentes circularmente polarizantes, un filtro o lente circularmente polarizante izquierdo y un filtro o lente circularmente polarizante derecho, cubriendo cada filtro o lente un ojo del observador que lleva puestas esas gafas. La capa de imagen de LHLC se ve a través del filtro o lente circularmente polarizante izquierdo, y la capa de imagen de RHLC se ve a través del filtro o lente circularmente polarizante derecho. De este modo, el observador, usando el equipo de visualización, ve cada capa de tinta de LC con sólo un ojo: de este modo, una de las proyecciones estereoscópicas representa la imagen del ojo derecho, y la segunda imagen estereoscópica representa la imagen del ojo izquierdo. La imagen del objeto con el efecto 3-D es reconstruida por el cerebro del observador.

35 El método de la presente invención describe medios para proporcionar un efecto tridimensional con sólo un material de LC de un único color al mismo ángulo de visión (un par de material de LHLC y RHLC), o con materiales de LC de 2 colores diferentes al mismo ángulo de visión.

40 Cuando las capas de tinta de LHLC y RHLC son de diferente color al mismo ángulo de visión, el color observado con el equipo de visualización es el color aditivo de las dos capas.

45 La presente invención también se refiere a un procedimiento para producir una imagen tridimensional, que comprende las etapas de

a) subdividir un objeto gráfico en dos bloques de construcción separados o en una pluralidad de bloques de construcción separados, siendo dichos bloques de construcción idénticos o diferentes, usando un software de

ordenador;

b) generar para cada bloque de construcción una imagen de ojo izquierdo y una imagen de ojo derecho que corresponden a una primera y a una segunda proyecciones estereoscópicas del objeto gráfico subdividido;

5 c) transferir las mencionadas primera y segunda proyecciones estereoscópicas a una plancha o soporte de impresión, o a un par de planchas o soportes de impresión, según el método de impresión a usar para imprimir las capas de tinta de LHLC y RHLC;

d) imprimir dicha primera proyección estereoscópica usando una primera composición de tinta de LHLC o RHLC;

e) opcionalmente, curar dicha primera capa de tinta;

10 f) imprimir dicha segunda proyección estereoscópica usando una segunda composición de tinta de RHLC o LHLC, reflejando dicha segunda composición de tinta de LC luz circularmente polarizada de dirección opuesta a dicha primera composición de tinta de LC;

g) curar la composición de tinta todavía no curada.

Cuando las 2 vistas estereoscópicas se imprimen una al lado de la otra sin solapamiento de las dos capas de tinta de LC, se puede omitir la etapa e): ambas capas de LC se curan simultáneamente en la etapa g).

15 Para la etapa a), la división del objeto gráfico en bloques de construcción separados, se pueden usar diversos software apropiados. Por ejemplo, se puede usar el programa disponible públicamente *Blender* (software libre bajo la GNU General Public Licence); para lograr los mismos resultados o análogos, se pueden usar otros software, tales como 3DMax, Cinema 4D, Softimage, o cualquier herramienta similar.

20 La etapa a), división del objeto gráfico en bloques de construcción separados, se logra preferiblemente según lo siguiente, usando el software *Blender*:

i) seleccionando el objeto gráfico a subdividir usando la función <Addition>, para añadir una “*malla*”; como se usa en el software, el término *malla* se refiere a un objeto virtual, como por ejemplo un cuadrado, un cubo, una esfera, una cabeza humana, o cualquier otro objeto que se pueda representar en el dispositivo de la presente invención;

25 ii) usando la función <Edit Menu/Subdivide> del software, el objeto gráfico se subdivide en bloques de construcción. Por ejemplo, un cubo se subdivide subdividiendo cada una de sus caras en una pluralidad de bloques de construcción, por ejemplo cuadrados. Por ejemplo, la **Figura 9** muestra un par de imágenes estereoscópicas de un cubo creado subdividiendo cada cara en nueve cuadrados.

Como alternativa, la etapa a) anterior, división del objeto gráfico en bloques de construcción separados, se logra según lo siguiente:

30 j) añadiendo, usando la función <Addition> del software Blender, una “*malla*”, tal como por ejemplo un cuadrado, un punto, o una letra mayúscula A;

35 jj) copiando y pegando múltiples veces la malla de la etapa j), se crea una pluralidad de bloques de construcción y se disponen de manera para representar un objeto gráfico subdividido, por ejemplo un cubo. Por ejemplo, la Figura 11a o la Figura 14 muestran pares de proyecciones estereoscópicas de cubos que se pueden crear copiando/pegando un disco o una letra mayúscula A, respectivamente.

En una alternativa adicional, útil en particular para la subdivisión de un objeto gráfico que representa un objeto virtual o real con una superficie no uniforme irregular, la etapa a), subdivisión del objeto gráfico en bloques de construcción separados, se logra ventajosamente según lo siguiente usando el software *Blender*:

40 k) creando una red compuesta de una pluralidad de mallas (por ejemplo una pluralidad de cuadrados o de cubos) mediante copiado/pegado;

kk) mediante traslación lineal usando la función Mapping del software Blender, las mallas se apilan sobre la superficie de un objeto virtual sirviendo como molde, por ejemplo una cabeza humana; el objeto virtual se retira, dejando sólo la red de mallas con la forma del objeto virtual o real.

45 El número de bloques de construcción y los tipos de bloques de construcción se pueden seleccionar según el efecto deseado. Según la complejidad del objeto gráfico y el número de bloques de construcción, la etapa de subdivisión

- del objeto en bloques de construcción (etapa a)) puede comprender adicionalmente un “*proceso de limpieza*” de los bloques de construcción: cuando la subdivisión del objeto gráfico se realiza con un software, el objeto gráfico subdividido puede comprender bloques de construcción que pertenecen al lado posterior (lado oculto) del objeto virtual representado que no debería ser visible para el observador desde su ángulo de visión; se producen
- 5 oclusiones de los bloques de construcción del lado posterior a través de los bloques de construcción del lado frontal; a fin de producir el efecto tridimensional del dispositivo impreso, dichos bloques de construcción del lado posterior se pueden eliminar en un proceso de limpieza. Por ejemplo, en la Figura 7 son visibles oclusiones de los bloques de construcción en la barbilla de la cabeza humana; después del proceso de limpieza, los contornos de la barbilla son más precisos (como se observa en cada proyección estereoscópica en la Figura 8).
- 10 También se puede usar el mismo software usado para la subdivisión del objeto gráfico (Blender, 3DMax, Cinema 4D, Softimage o cualquier herramienta similar) para crear las imágenes estereoscópicas que corresponden a las proyecciones estereoscópicas de los objetos gráficos subdivididos usando la herramienta de cámara virtual de estos software. Por ejemplo, el software *Blender* también se usa para fotografiar con cámaras virtuales las imágenes estereoscópicas de los objetos gráficos subdivididos.
- 15 También se pueden usar ilustraciones genuinas que resultan de fotografiar con una cámara real objetos subdivididos existentes o virtuales para crear el par de imágenes que corresponde al par de proyecciones estereoscópicas.
- Los métodos para la etapa c), transferencia de las proyecciones estereoscópicas a las planchas o soportes de impresión apropiados según el método de impresión, dependen de la técnica de impresión seleccionada. Estos métodos se usan ampliamente en la industria de impresión, y se describen en manuales de referencia, por ejemplo
- 20 en *Printing Technology*, JM Adams y P.A. Dolin, Delmar Thomson Learning, 5.ª edición.
- Por ejemplo, para imprimir el dispositivo mediante impresión serigráfica, se produce un cliché para cada una de las proyecciones estereoscópicas primera y segunda mediante un procedimiento conocido en la técnica, por ejemplo produciendo un cliché fotográfico como se describe en, por ejemplo, *Printing Technology*, JM Adams y P.A. Dolin, Delmar Thomson Learning, 5.ª edición, página 302-312:
- 25 I) cada una de las proyecciones estereoscópicas primera y segunda se imprime como una imagen positiva en blanco y negro sobre una capa superpuesta transparente con una impresora de láser;
- II) pantallas de una primera y una segunda malla se revisten con una fotoemulsión y se secan en la oscuridad;
- 30 III) cada capa superpuesta transparente (que corresponde a las proyecciones estereoscópicas primera y segunda del objeto gráfico subdividido) se coloca sobre cada pantalla revestida con la emulsión, y después se expone a la luz UV;
- 35 IIII) cada pantalla se lava a conciencia para eliminar la emulsión no expuesta, dejando en cada pantalla de malla una imagen de cliché negativo de cada proyección estereoscópica.
- La primera pantalla de malla con el primer cliché negativo se usa para imprimir la primera capa de imagen que corresponde a la primera proyección estereoscópica, con la composición de tinta de LHLC o, como alternativa, con la composición de tinta de RHLC; la segunda pantalla de malla con el segundo cliché negativo se usa para imprimir la segunda capa de imagen que corresponde a la segunda proyección estereoscópica, con la composición de tinta de RHLC o, como alternativa, la composición de tinta de LHLC.
- 40 En las etapas e) y g), la composición de tinta de LC se cura mediante secado físico (evaporación de disolventes), curado mediante UV, curado mediante haz de electrones, termocurado, oxipolimerización, o sus combinaciones, muy preferiblemente mediante curado por UV.
- 45 Cuando las composiciones de tinta usadas para imprimir el par de imágenes estereoscópicas comprende *sustancias* de cristal líquido colestérico, las sustancias de LC se alinean para formar fases de LC antes de que las composiciones de tinta se curen mediante secado físico (evaporación de disolventes), curado mediante UV, curado mediante haz de electrones, termocurado, oxipolimerización, o sus combinaciones, muy preferiblemente mediante curado por UV.
- El dispositivo según la presente invención se puede imprimir mediante diversos métodos de impresión, tales como impresión serigráfica, impresión flexográfica, impresión mediante heliograbado o mediante chorro de tinta; las capas de LC se imprimen muy preferiblemente mediante impresión serigráfica.

Ejemplos

A fin de ilustrar el procedimiento para la creación de objetos gráficos subdivididos según la presente invención, se prepararon ejemplos usando el programa disponible públicamente *Blender* (software libre bajo la GNU General Public Licence) para la modelización de objetos mediante ordenador en 3-D.

- 5 El software *Blender* también se usó para fotografiar con cámaras virtuales las imágenes usadas para formar las proyecciones estereoscópicas de los objetos gráficos subdivididos.

Ejemplo 1 Comparativo: Par de proyecciones estereoscópicas monocolor de un cubo no subdividido (Figuras 1 y 2)

- 10 Observando una representación monocolor del par de proyecciones estereoscópicas de un cubo sin gradientes de tonos, reflexiones o sombras, un observador, usando un equipo de visualización apropiado tal como un par de filtros circularmente polarizantes, no podría interpretar el objeto representado como un objeto 3-D (incluso si las proyecciones se imprimen con capas de LHLC y RHLC). El objeto parecería un polígono irregular plano (Figura 1).

Cuando las proyecciones estereoscópicas de la Figura 1 se superpusieron (Figura 2), un observador todavía no podría observar el efecto 3-D, incluso cuando use un dispositivo de visualización apropiado tal como un par de filtros circularmente polarizantes apropiados.

- 15 **Ejemplo 1:** Par de proyecciones estereoscópicas monocolor de un cubo subdividido (Figura 6)

- Un objeto gráfico, una representación de un cubo virtual, se subdividió en bloques de construcción separados según el método de la presente invención. Se generó un par de proyecciones estereoscópicas del cubo subdividido fotografiando un par de imágenes a partir de dos posiciones diferentes. Cuando el par de proyecciones estereoscópicas del objeto gráfico subdividido se imprimió con las capas de LHLC y RHLC, un observador, usando un equipo de visualización apropiado tal como un par de filtros circularmente polarizantes apropiados, que observe el dispositivo desde una distancia que proporciona un paralaje apropiado de las dos proyecciones, observó una forma 3-D.

La Figura 5 se obtuvo imprimiendo el par de proyecciones estereoscópicas de la Figura 6 de manera que se solaparon parcialmente entre sí.

- 25 De manera similar, las Figuras 9, 11, 12, 13, 14 representan proyecciones estereoscópicas monocolor de un cubo con diferentes tipos de bloques de construcción (los bloques de construcción son, en la Figura 9, cubos, en la Figura 11a son discos como una imagen positiva, en la Figura 11b son discos como una imagen negativa, en la Figura 12 son puntos, en la Figura 13 son líneas, en la Figura 14 son letras mayúsculas A).

- 30 **Ejemplo 2:** Par de proyecciones estereoscópicas monocolor de un cubo subdividido que se solapa parcialmente entre sí (Figura 5)

- Un objeto gráfico, una representación de un cubo virtual, se subdividió en bloques de construcción separados según el método de la presente invención. Se generó un par de proyecciones estereoscópicas del cubo subdividido fotografiando un par de imágenes a partir de dos posiciones diferentes. El par de proyecciones estereoscópicas del objeto gráfico subdividido se imprimió con las capas de LHLC y RHLC, a fin de solaparse parcialmente entre sí. Un observador que use un equipo de visualización apropiado, tal como un par de filtros circularmente polarizantes apropiados, observó una forma 3-D incluso desde una distancia muy corta, tal como la longitud de un brazo o una distancia más corta.

Ejemplo 3: Par de proyecciones estereoscópicas monocolor de una esfera subdividida (Figura 10)

- 40 Un objeto gráfico, una representación de una esfera virtual, se subdividió en bloques de construcción separados según el método de la presente invención. Aquí, se obtuvieron buenos resultados separando la esfera en bloques de construcción a lo largo de sus latitudes y longitudes.

Ejemplo 2 comparativo:

Se modelizó un objeto 3-D virtual (una cabeza humana virtual) con el software Blender, y se imprimió usando tintas de diferentes grados de color gris (áreas de sombra) (Figura 3). La forma 3-D del objeto fue reconocible.

- 45 La imagen de la Figura 3 se imprimió con una tinta monocolor (Figura 4). La forma 3-D ya no fue reconocible.

Ejemplo 4:

La imagen de la Figura 3 se subdividió en una pluralidad de bloques de construcción, en este ejemplo puntos, según el método de la presente invención (Figura 7) usando el programa *Blender*. La forma 3-D del objeto fue reconocible.

5 Se llevó a cabo una "limpieza" de la imagen de la Figura 7 eliminando los bloques de construcción (puntos) que no deberían ser visibles desde el ángulo de visión escogido. El proceso de limpieza mejoró el efecto 3D evitando cualesquiera oclusiones de los bloques de construcción.

Usando las cámaras virtuales del software *Blender*, se creó un par de imágenes de la Figura 7, dando el par de proyecciones estereoscópicas (Figura 8).

10 El par de proyecciones estereoscópicas de la Figura 8 se usó para producir un par de clichés mediante el método de cliché fotográfico:

i) las proyecciones estereoscópicas se imprimieron como una imagen positiva en blanco y negro sobre una capa superpuesta transparente con una impresora de láser;

ii) se revistieron dos pantallas de malla con una fotoemulsión, y se secaron en la oscuridad;

15 iii) cada capa superpuesta transparente (que corresponde a las proyecciones de ojo izquierdo y de ojo derecho del objeto subdividido) se colocó sobre cada pantalla revestida con la emulsión, y después se expuso a luz UV;

iv) cada pantalla se lavó a conciencia para eliminar la emulsión no expuesta, dejando en cada pantalla de malla un cliché negativo de cada una de las proyecciones estereoscópicas.

Preparación de las composiciones de tinta que comprenden los pigmentos de LC:

Componente	Partes en peso (g)
Ebecryl 438	30
TPGDA	46
Ebecryl 438	30
PI	5
Aerosil 200	2
Pigmento de LHLC o RHLC	17

20 En la composición anterior, PI representó una mezcla de fotoiniciadores, con la siguiente composición:

Mezcla de PI	Componente	% en peso
	ITX	13
	EPD	14
	BZP	13
	BDK	40
	IRGACURE 369	20

ITX: isopropil tioxantona;

EPD: 4-dimetilamino benzoato de etilo;

BZP: 4-fenil benzofenona;

BDK: bencil dimetil cetal

- 5 a) El par de imágenes estereoscópicas de la Figura 8 se imprimió en una cartulina Chromolux, revestida en negro, usando la composición de tinta de LHLC con una de las pantallas de malla y la composición de tinta de RHLC con la segunda pantalla de malla una al lado de la otra. Las capas de tinta se curaron mediante irradiación con UV.

La Figura 8a muestra una ilustración del dispositivo obtenido mediante este método.

- 10 b) Como alternativa, una de las proyecciones estereoscópicas de la Figura 8 se imprimió en una cartulina Chromolux, revestida en negro, usando la composición de tinta que contiene LHLC con una de las pantallas de malla. La capa de tinta se secó mediante curado con UV.

La segunda proyección estereoscópica de la Figura 8 se imprimió con la composición de tinta que contiene RHLC con la segunda pantalla de malla, a fin de solapar parcialmente la primera proyección estereoscópica. Dicha segunda capa de tinta se curó mediante irradiación con UV.

- 15 La Figura 8b muestra una ilustración de dispositivo obtenida mediante este método.

Un observador que visualice los dispositivos resultantes (Figura 8a y Figura 8b) y que use un dispositivo de visualización apropiado, tal como un par de filtros circularmente polarizantes, reconocerá la forma 3-D del objeto cuando observe la imagen formada por el par de proyecciones estereoscópicas desde una distancia que proporcione un paralaje apropiado.

- 20 Para la Figura 8b, el mejor efecto 3-D fue observable desde una distancia muy corta, por ejemplo una distancia de la longitud de un brazo o una distancia más corta; la Figura 8a se observó mejor desde una distancia más larga que la Figura 8b.

REIVINDICACIONES

- 1.-Dispositivo que comprende, sobre un fondo subyacente, capas de tinta primera y segunda que representan juntas un objeto gráfico que muestra, cuando se observa con un equipo de visualización apropiado, un aspecto tridimensional,
- 5 en el que una de dichas capas de tinta muestra un primer color a un cierto ángulo de visión y es un revestimiento circularmente polarizante de mano izquierda, o comprende pigmento circularmente polarizante de mano izquierda,
- y la otra de dichas capas de tinta muestra el mismo u otro color a dicho ángulo de visión, y es un revestimiento circularmente polarizante de mano derecha o comprende pigmento circularmente polarizante de mano derecha,
- 10 representando dichas capas de tinta primera y segunda una primera y una segunda imagen de un par de proyecciones estereoscópicas de dicho objeto gráfico, y
- superponiéndose dichas capas de tinta primera y segunda entre sí, o siendo superponibles entre sí, o imprimiéndose una al lado de la otra,
- caracterizado porque
- dicho objeto gráfico está compuesto de bloques de construcción separados, y
- 15 porque, en cada una de las proyecciones estereoscópicas, los bloques de construcción que forman el objeto gráfico se representan para permitir que el fondo subyacente de dichas capas de tinta sea *manifiesto* entre los bloques de construcción.
- 2.-Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que dichos pigmentos circularmente polarizantes son pigmentos de cristales líquidos ópticamente variables quirales.
- 20 3.-Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que dichos revestimientos circularmente polarizantes comprenden sustancias de cristales líquidos ópticamente variables quirales.
- 4.-Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que las proyecciones estereoscópicas del objeto gráfico comprenden sólo aquellos bloques de construcción que pertenecen a la superficie del objeto gráfico que es visto por el observador desde su ángulo de visión.
- 25 5.-Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que dichos bloques de construcción son cuadrados, rectángulos, polígonos, círculos, puntos, discos, elipsoides, líneas rectas o curvadas, superficies cerradas delimitadas por cualesquiera líneas sinusoidales, letras, textos, logotipos, números o imágenes, comprendiendo o no dichos bloques de construcción áreas vacías.
- 30 6.-Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que dicho objeto gráfico está compuesto de bloques de construcción idénticos.
- 7.-Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que dicho objeto gráfico está compuesto de bloques de construcción diferentes.
- 8.-Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que dichas capas de tinta se proporcionan sobre un sustrato que tiene una superficie *absorbente* de la luz.
- 35 9.-Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que dichas capas de tinta se proporcionan sobre uno o sobre dos sustratos *transparentes*.
- 10.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que una de dichas capas de tinta primera y segunda se proporciona sobre un sustrato que tiene una superficie *absorbente* de la luz, y la otra de dichas capas de tinta se proporciona sobre un sustrato *transparente*.
- 40 11.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que dichas capas de tinta son curables mediante UV.
- 12.- Método para preparar un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, comprendiendo dicho método

la etapa de aplicar una primera y una segunda composición de tinta para formar una primera y una segunda capa de tinta mediante un método de impresión, seleccionado preferiblemente del grupo que consiste en impresión serigráfica, impresión flexográfica, heliograbado o impresión por chorro de tinta, muy preferiblemente mediante impresión serigráfica, sobre un sustrato

5 en el que una de dichas composiciones de tinta comprende pigmentos de cristales líquidos colestéricos circularmente polarizantes de mano izquierda que tienen un primer color a un cierto ángulo de visión, y la otra composición de tinta comprende pigmentos de cristales líquidos colestéricos circularmente polarizantes de mano derecha del mismo o de otro color a dicho ángulo de visión.

13.- Método para preparar un dispositivo según

10 cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, comprendiendo dicho método las etapas de

a) aplicar una primera y una segunda composición de tinta sobre un sustrato con diseño previo mediante un método de impresión, seleccionado preferiblemente del grupo que consiste en impresión serigráfica, impresión flexográfica, heliograbado o impresión por chorro de tinta, muy preferiblemente mediante impresión serigráfica, para formar una primera y una segunda capa de tinta,

15 en el que una de dichas composiciones de tinta comprende una sustancia de cristal líquido colestérico circularmente polarizante de mano izquierda que tiene un primer color a un cierto ángulo de visión, y la otra composición de tinta comprende una sustancia de cristal líquido colestérico circularmente polarizante de mano derecha del mismo o de otro color a dicho ángulo de visión;

20 b) alinear dichas capas que comprenden dichas sustancias de cristales líquidos colestéricos mediante interacción con el sustrato con diseño previo; y

c) curar las capas aplicadas y alineadas en las etapas a) y b).

14.- Método para producir un dispositivo que representa un objeto gráfico que muestra, cuando se observa con un equipo de visualización apropiado, un aspecto tridimensional,

caracterizado por las etapas de

25 - subdividir dicho objeto gráfico en bloques de construcción separados;

- generar sobre el plano de impresión una primera y una segunda proyección estereoscópica del objeto gráfico subdividido.

15.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, caracterizado por que la primera capa de tinta se cura antes de que se aplique la segunda capa de tinta, preferiblemente mediante curado por UV.

30 16.- Sistema de autenticación, que comprende un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, y un equipo de visión, preferiblemente gafas, que comprenden un filtro circularmente polarizante izquierdo y derecho para las dos lentes, cubriendo cada lente un ojo de un observador que lleva puestas esas gafas.

35 17.- Uso de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 para la protección contra la falsificación de un bien comercial o un documento de seguridad seleccionado del grupo que consiste en billetes de banco, documentos o tarjetas de valor, billetes o tarjetas de transporte, timbres fiscales, y etiquetas de productos.

Figura 1

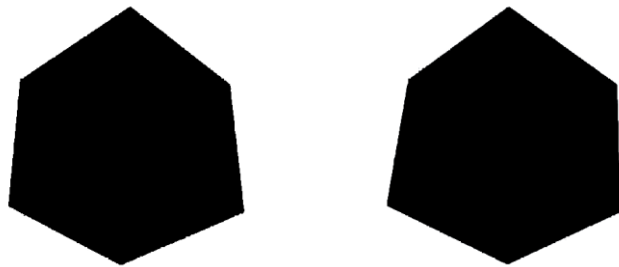


Figura 2



Figura 3

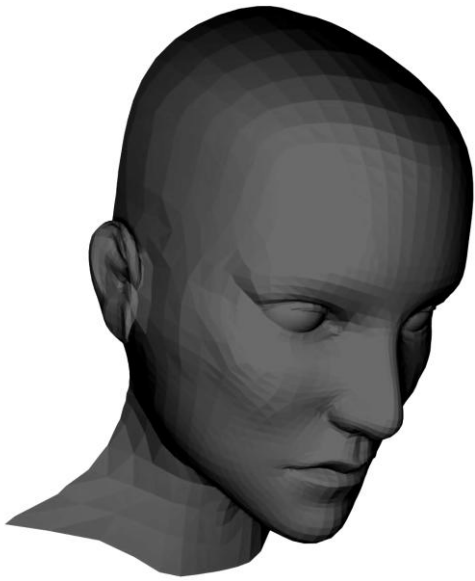


Figura 4



Figura 5

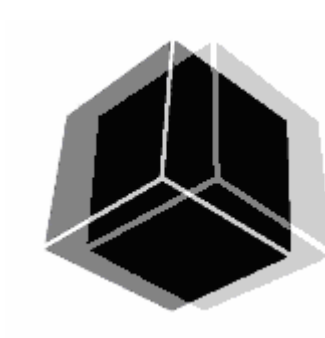


Figura 6

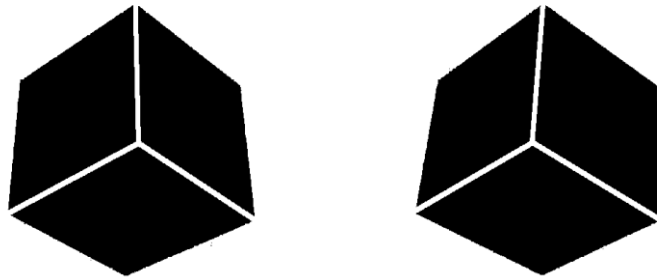


Figura 7



Figura 8

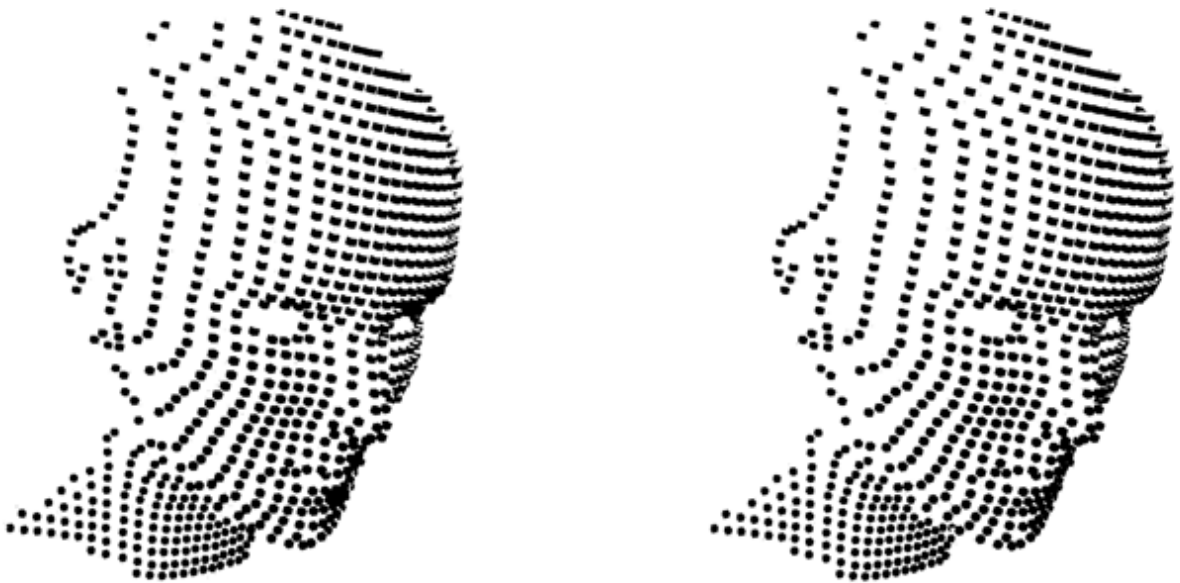


Figura 8a

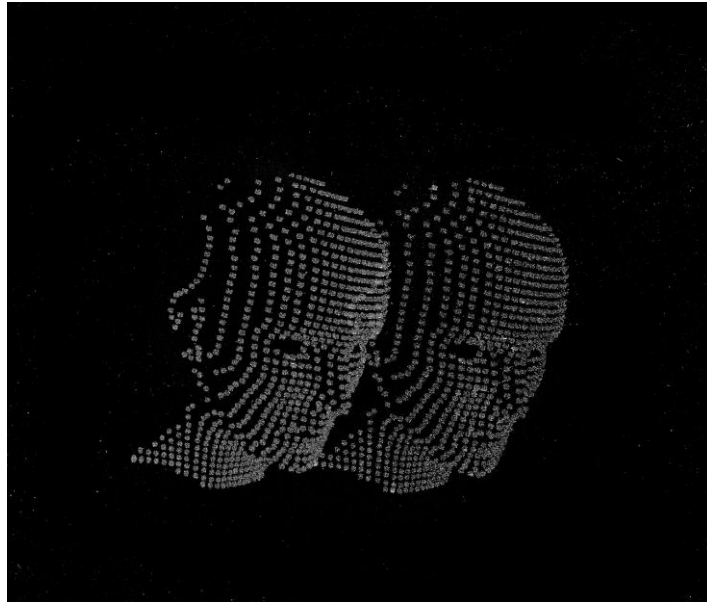


Figura 8b

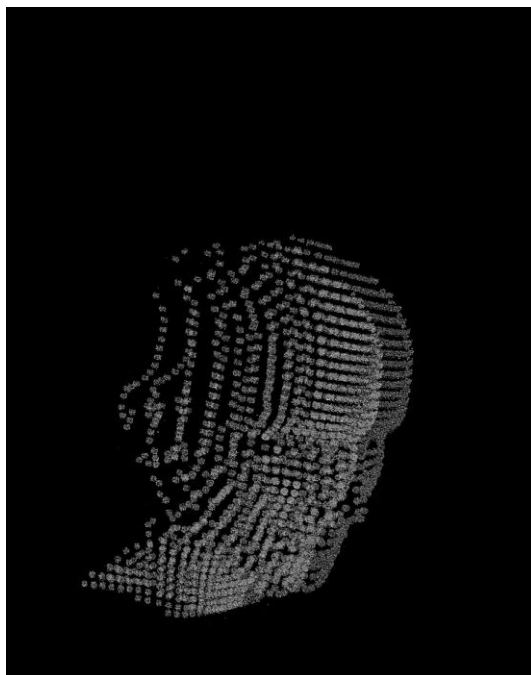


Figura 9

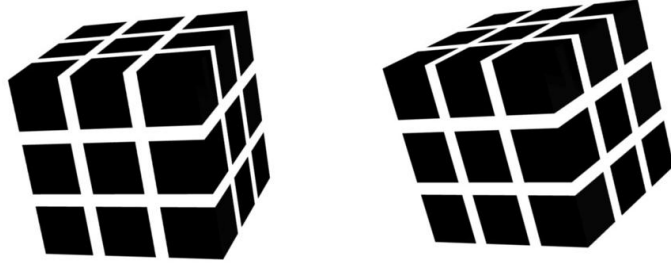


Figura 10

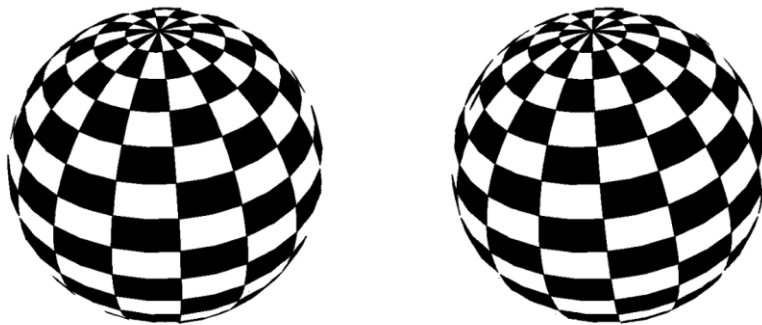


Figura 11a

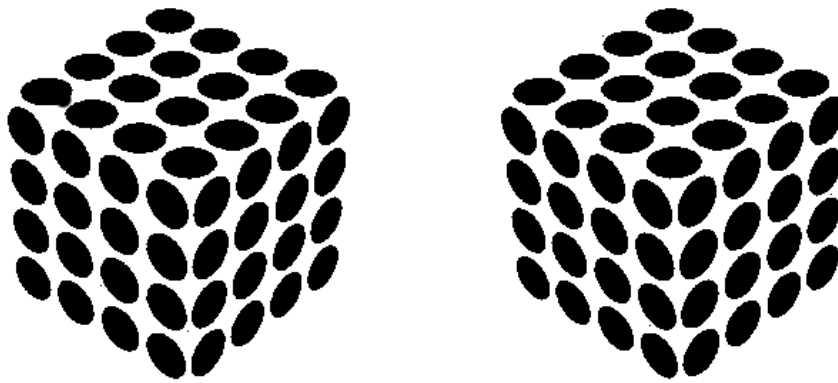


Figura 11b

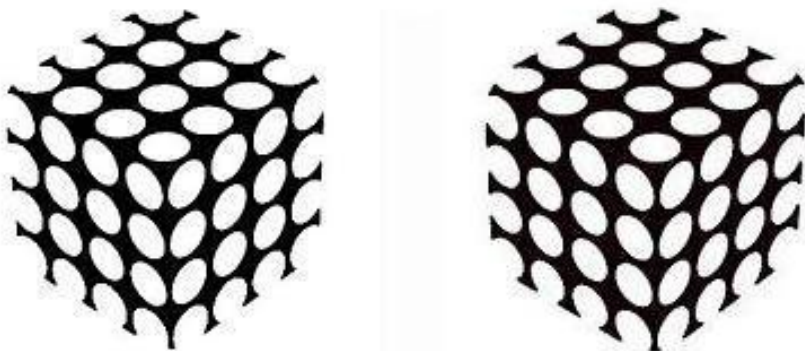


Figura 12

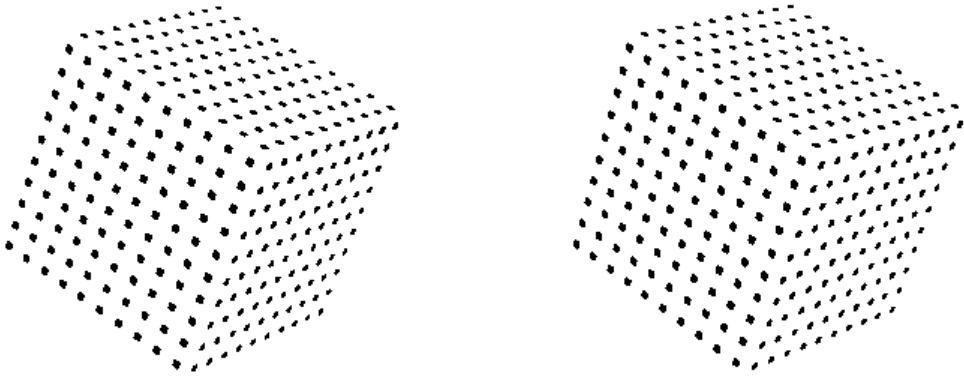


Figura 13

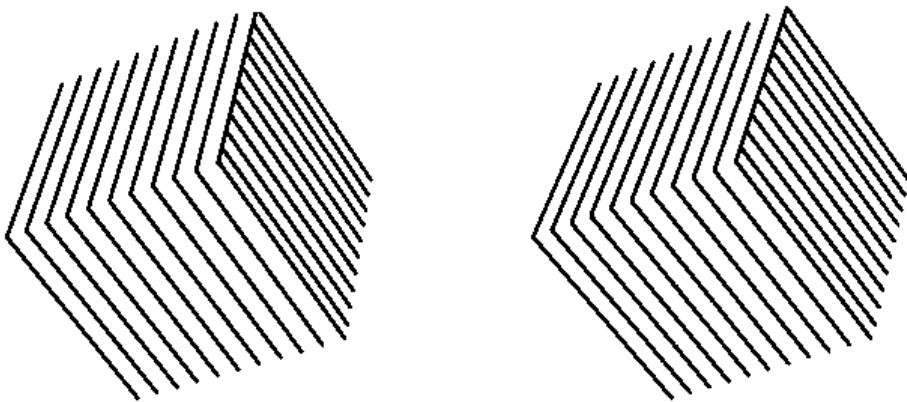


Figura 14

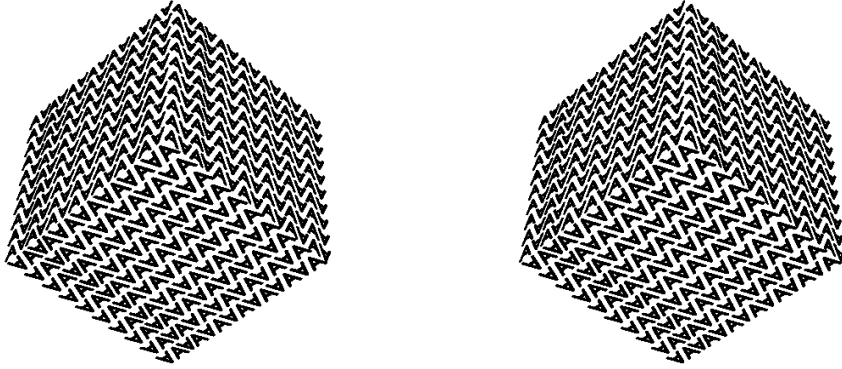


Figura 15

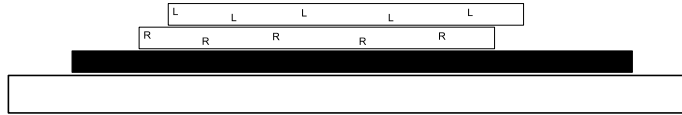


Figura 15a

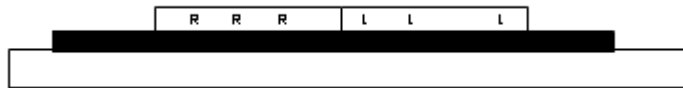


Figura 15b



Figura 16

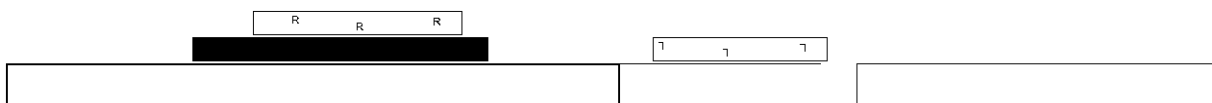


Figura 17



Figura 18

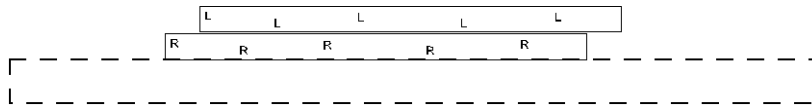


Figura 19

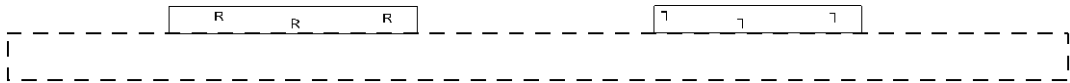


Figura 20

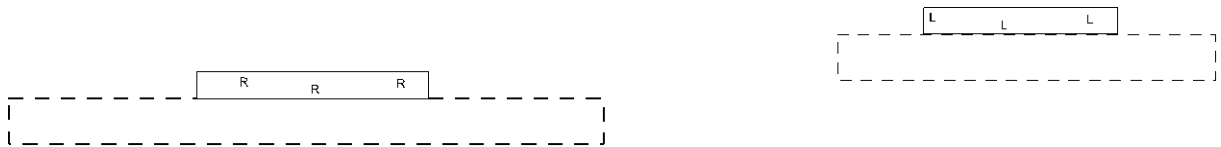


Figura 21A

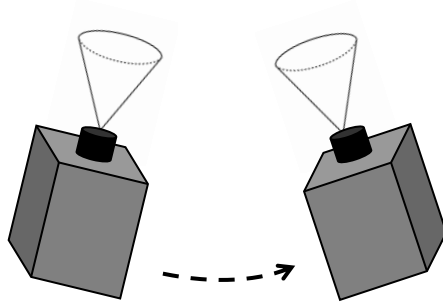
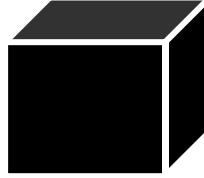


Figura 21B

