

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 521 622**

51 Int. Cl.:

B42D 25/328 (2014.01)

B42D 25/373 (2014.01)

B42D 25/324 (2014.01)

B44C 1/14 (2006.01)

G03H 1/02 (2006.01)

G03H 1/00 (2006.01)

G03H 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2006 E 06706767 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.07.2014 EP 1851066**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de un cuerpo de múltiples capas**

30 Prioridad:

10.02.2005 DE 102005006277

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

13.11.2014

73 Titular/es:

**OVD KINEGRAM AG (100.0%)
ZÄHLERWEG 12
6301 ZUG, CH**

72 Inventor/es:

**STAUB, RENÉ;
TOMPKIN, WAYNE ROBERT y
SCHILLING, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro

ES 2 521 622 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

Procedimiento de fabricación de un cuerpo de múltiples capas

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un cuerpo de múltiples capas con una capa de replicación y al menos una primera capa parcialmente moldeada dispuesta sobre la misma en el registro con respecto a una primera estructura de relieve de acuerdo con la reivindicación 1.

10 Los elementos de construcción de este tipo son adecuados como elementos de construcción ópticos o también como sistemas de lentes en el sector de la telecomunicación. El documento GB 2 136 352 A describe un procedimiento de fabricación para la fabricación de una lámina de sello dotada de un holograma como característica de seguridad. Según esto se metaliza por toda la superficie una lámina de plástico tras la estampación de una estructura de relieve difractiva y luego se desmetaliza por zonas de manera exacta al registro con respecto a la estructura de relieve difractiva estampada.

15 La desmetalización exacta al registro es costosa y la resolución que puede conseguirse está limitada mediante las tolerancias de ajuste y el procedimiento usado.

20 El documento EP 0 537 439 B2 describe procedimientos para la fabricación de un elemento de seguridad con patrones de filigrana. Los patrones están formados de estructuras difractivas cubiertas con una capa metálica y están rodeados de zonas transparentes, en las que se ha separado la capa metálica. Está previsto colocar el contorno del patrón de filigrana como concavidad en un material de soporte revestido con metal, a este respecto dotar al mismo tiempo la base de las concavidades de las estructuras difractivas y luego rellenar las concavidades con una laca protectora. La laca protectora en exceso debe separarse por medio de una cuchilla rascadora. Tras la aplicación de la laca protectora está previsto separar la capa metálica en las zonas transparentes no protegidas mediante grabado al agua fuerte. Las concavidades ascienden a de aproximadamente 1 μm a 5 μm , mientras que las estructuras difractivas pueden tener diferencias de altura de más de 1 μm . En caso de estructuras más finas fracasa este procedimiento, que en caso de etapas de repetición requiere etapas de ajuste para la alineación exacta al registro. Además son difíciles de realizar las zonas metálicas continuas planas, dado que para la eliminación de la laca protectora faltan los "espaciadores".

25 El documento EP 1 501 045 A1 describe distintas posibilidades de individualizar un elemento de seguridad holográfico. Según esto se ha descrito también dotar un elemento de seguridad holográfico de este tipo de una capa de reflexión metálica parcial.

35 El documento WO 01/00426 A1 describe un elemento de seguridad, que presenta una primera estampación que, en caso de un ángulo de observación determinado según el tipo de imagen volteada, oculta una parte de una segunda estampación.

40 El documento DE 41 30 896 A1 describe un material compuesto de capas con estructuras de difracción que están moldeadas entre una primera capa de laca y una segunda capa de laca. Este material compuesto de capas presenta además una capa de adhesivo que está cubierta hasta la fijación sobre un documento por una lámina de soporte.

45 El documento WO 99/56964 describe un procedimiento, en el que una placa de impresión de una impresora se colorea y con ello se imprime una lámina de soporte, de modo que se produce una aplicación de color. Sobre la lámina de soporte impresa se forma una capa de cubierta delgada, que se separa por zonas a continuación entonces mediante un procedimiento de lavado en las zonas en las que se ha realizado la aplicación de color. El sustrato puede presentar según esto una estructura de difracción y en caso de la capa de cubierta puede tratarse de una capa metálica.

50 El documento US 4.882.477 describe un procedimiento para la fabricación de un objeto electrónico, en forma de tarjeta. En una capa de cubierta de este objeto se stampa un patrón de elevaciones y las zonas opuestas a estas elevaciones se rellenan, de modo que el lado trasero de la capa de cubierta opuesto a las elevaciones forma una superficie plana. Mediante esto se consigue una superficie plana entre esta capa de cubierta y el dispositivo de conexión posterior del objeto.

55 Es objetivo de la presente invención indicar un procedimiento para la fabricación de un cuerpo de múltiples capas, en el que puede aplicarse en el registro con alta exactitud y de manera económica una capa que presenta zonas en las que no está presente la capa.

60 De acuerdo con la invención se soluciona este objetivo mediante un procedimiento según la reivindicación 1.

65 El uso de un cuerpo de múltiples capas como máscara de exposición para la fabricación de otro cuerpo de múltiples capas con otra capa parcialmente moldeada es ideal. A este respecto está previsto que la máscara de exposición presente una capa de replicación, que en una primera zona de la capa de replicación esté moldeada una primera estructura de relieve difractiva, que en una segunda zona de la capa de replicación no esté moldeada la primera

5 estructura de relieve en la capa de replicación y que una primera capa esté aplicada sobre la capa de replicación en la primera zona y en una segunda zona, en la que la primera estructura de relieve no está moldeada en la capa de replicación, de modo que una capa fotosensible o máscara de lavado fotosensible irradiada a través de la primera capa se irradia de manera condicionada por la primera estructura de relieve en la primera y en la segunda zona de manera distinta.

10 La invención se basa en el conocimiento de que mediante la estructura de relieve difractiva en la primera zona se ven influidas las propiedades físicas de la primera capa aplicada sobre la capa de replicación en esta zona, por ejemplo espesor eficaz o densidad óptica, de modo que se diferencian las propiedades de transmisión de la primera capa en la primera y segunda zona. La primera capa se usa ahora en un procedimiento de exposición como "capa de máscara" para la separación parcial de la propia primera capa, irradiándose una capa fotosensible colindante con la primera capa a través de la primera capa (o sea la capa funcional). Mediante esto se consigue, en comparación con las capas de máscara aplicadas con procedimientos convencionales, la ventaja de que la capa de máscara está alineada de manera exacta al registro sin gasto de ajuste adicional. La primera capa es parte constituyente integral de la estructura moldeada en la capa de replicación. Por tanto, sólo las tolerancias de esta estructura de relieve tienen influencia sobre las tolerancias de la posición de la primera capa. No se produce un desplazamiento lateral entre la primera estructura de relieve y las zonas de la primera capa con iguales propiedades físicas. La disposición de zonas de la primera capa con iguales propiedades físicas es exacta en el registro con la primera estructura de relieve. No se producen tolerancias adicionales. En el caso de la primera capa se trata de una capa que cumple una doble función. Ésta aporta por un lado la función de una máscara de exposición sumamente exacta para el proceso de fabricación, por otro lado ésta forma al final del proceso de fabricación una capa funcional colocada de manera sumamente exacta, por ejemplo una capa OVD o un circuito impreso o una capa funcional de un elemento de construcción eléctrico, por ejemplo de un elemento de construcción semiconductor orgánico.

25 Además pueden conseguirse por medio de la invención capas estructuradas de muy alta resolución. El registro y la resolución que pueden conseguirse puede conseguirse aproximadamente en el factor de 100 mejor que mediante procedimientos de desmetalización conocidos. Dado que la anchura de los elementos de estructura de la primera estructura de relieve puede encontrarse en el intervalo de la longitud de onda de la luz visible (aproximadamente de 380 a 780 nm), sin embargo también por debajo de éste, pueden configurarse zonas de patrón con contornos muy finos. Con ello se generan también en este sentido grandes ventajas en comparación con los procedimientos de desmetalización usados hasta ahora, y es posible con la invención fabricar elementos de seguridad con seguridad frente a la copia y la falsificación más alta que hasta ahora.

35 Pueden generarse líneas y/o puntos con alta resolución, por ejemplo con una anchura o un diámetro inferior a 5 μm , en particular hasta aproximadamente 200 nm. Preferentemente se generan resoluciones en el intervalo de aproximadamente 0,5 μm a 5 μm , en particular en el intervalo de aproximadamente 1 μm . Por el contrario con procedimientos que prevén un ajuste en el registro pueden realizarse anchuras de líneas inferiores a 10 μm únicamente con gasto muy alto.

40 La primera capa se aplica sobre la capa de replicación preferentemente por medio de pulverización catódica de metales, metalización por evaporación o pulverización. En la pulverización catódica de metales existe de manera condicionada por el procedimiento una aplicación de material dirigida, de modo que durante una pulverización catódica de metales de material de la primera capa se deposita el material localmente con distinto espesor en densidad superficial constante con respecto al plano extendido por la capa de replicación sobre la capa de replicación dotada de la estructura de relieve. En la metalización por evaporación y la pulverización de la primera capa se genera de manera técnica de procedimiento preferentemente también una aplicación de material al menos parcialmente dirigida.

50 En caso del cuerpo de múltiples capas puede tratarse de un elemento de lámina o de un cuerpo rígido. Los elementos de lámina se usan por ejemplo para dotar documentos o billetes de banco de características de seguridad. A este respecto puede tratarse también de hilos de seguridad para el entretelado en papel o la introducción en una tarjeta, que pueden configurarse con el procedimiento de acuerdo con la invención con una desmetalización parcial en perfecto registro con respecto a un diseño OVD.

55 Ventajosamente pueden dotarse también cuerpos rígidos, tal como un carné, una placa base para un elemento detector o un cubierta de carcasa para un teléfono móvil, de las capas parcialmente desmetalizadas de acuerdo con la invención, que se encuentran en el registro con respecto a estructuras funcionales o con respecto a un elemento de diseño difractivo. Puede preverse introducir y estructurar la capa de replicación directamente con el molde de inyección o por medio de moldeo de un troquel en laca UV. Sin embargo puede preverse también configurar con el procedimiento mencionado anteriormente una máscara de exposición para la formación de otro cuerpo de múltiples capas. Una máscara de exposición se caracteriza por una resolución especialmente alta que no puede formarse con otros procedimientos de producción en masa para elementos de seguridad.

65 Los cuerpos de múltiples capas de este tipo son adecuados por ejemplo como elementos de construcción ópticos, tales como sistemas de lentes, máscaras de exposición y proyección o como elementos de seguridad para asegurar documentos o tarjetas de identidad, cubriendo éstos zonas críticas del documento, tal como una foto de carné o una

firma del propietario o todo el documento. Éstos pueden usarse también como elementos de construcción o elementos de decoración en el sector de la telecomunicación.

Además ha dado buen resultado cuando el cuerpo de múltiples capas se dispone como característica de seguridad en una ventana de un documento. Por medio del procedimiento de acuerdo con la invención pueden generarse nuevas características de seguridad con aspecto especialmente brillante y de filigrana. Así es posible por ejemplo generar imágenes semitransparentes a trasluz mediante formación de una reticulación de la primera capa. Además es posible en una ventana de este tipo poder volver visible en reflexión una primera información y a trasluz una segunda información.

Ciertas configuraciones ventajosas de la invención están designadas en las reivindicaciones dependientes.

Puede estar previsto ventajosamente que la primera capa se aplique, preferentemente se metalice por evaporación, sobre la capa de replicación por toda la superficie. En caso de aplicación no uniforme de la primera capa, en zonas que están previstas con una densidad óptica constante pueden formarse diferencias de la densidad óptica y de esta manera se forma una estructura defectuosa.

Además puede estar previsto que la primera capa se aplique sobre la capa de replicación en un espesor, en el que la primera capa sea en gran parte opaca, preferentemente tenga una densidad óptica superior a 1,5.

Sorprendentemente se ha mostrado que mediante la elevación de la opacidad de la primera capa puede aumentarse la proporción de las transmisividades de las zonas con estructura de relieve difractiva. Si se irradia así con correspondiente intensidad de exposición a través de una capa habitualmente designada como opaca (por ejemplo densidad óptica de 5) que debido a su alta densidad óptica no se usaría normalmente como capa de máscara, pueden obtenerse resultados especialmente buenos.

Es especialmente ventajoso cuando la primera capa se aplica sobre la capa de replicación por toda la superficie en un espesor, en el que la primera capa tiene una densidad óptica entre 2 y 7.

Ventajosamente está previsto que la primera capa se forme de una capa metálica o de una capa compuesta de una aleación metálica. Tales capas pueden aplicarse con procedimientos probados, tales como pulverización catódica de metales, y presentan ya con espesores de capa bajos una densidad óptica suficiente. Sin embargo, en el caso de una primera capa puede tratarse también de una capa no metálica, que pueda estar por ejemplo coloreada o pueda estar dopada, por ejemplo con nanopartículas o con nanoesferas para aumentar su densidad óptica.

Puede estar previsto además que en la segunda zona esté moldeada una segunda estructura de relieve en la capa de replicación y que como primera estructura de relieve se moldee una estructura de relieve difractiva en la capa de replicación, que aumenta la transmisión de la primera capa en la primera zona en comparación con la transmisión de la primera capa en la segunda zona. Para ello puede configurarse la primera estructura con una profundidad de relieve más grande que la segunda estructura. Además puede preverse que el producto de la frecuencia espacial y profundidad de relieve de la primera estructura sea mayor que el producto de la frecuencia espacial y profundidad de relieve de la segunda estructura. También mediante esto es posible que mediante la configuración de la estructura de relieve de la capa de replicación en la primera zona y en la segunda zona se eleve la transmisión de la capa aplicada sobre la capa de replicación en la primera zona en comparación con la capa aplicada en la segunda zona. La segunda estructura de relieve puede configurarse además de modo que en la segunda zona la capa límite entre la capa de replicación y la primera capa sea en gran parte plana.

Para la formación de diferencias especialmente grandes de la densidad óptica de la primera y de la segunda estructura de relieve puede moldearse en la primera zona como primera estructura de relieve una estructura de relieve difractiva con una alta proporción de profundidad con respecto a anchura de los elementos de estructura individuales, en particular con una proporción de profundidad con respecto a anchura $> 0,3$, y la segunda estructura de relieve puede configurarse como estructura de relieve con baja proporción de profundidad con respecto a anchura.

Mediante el uso de estructuras de relieve difractivas especiales de este tipo es posible, con la elección adecuada del espesor de capa de la primera capa, generar diferencias muy grandes, que pueden distinguirse ya a simple vista en la densidad óptica de la primera capa en la primera zona y en la segunda zona. Sorprendentemente se determinó sin embargo que grandes diferencias de este tipo en la transmisión en la primera y en la segunda zona para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención no son obligatorias. Las estructuras con bajas diferencias en la proporción de profundidad con respecto a anchura presentan en caso de aplicación por vaporización fina también habitualmente diferencias relativamente bajas en la transmisión. Incluso las diferencias relativas bajas pueden reforzarse sin embargo mediante aumento del espesor de capa de la primera capa y con ello de la densidad óptica promedio. Así pueden obtenerse ya buenos resultados en caso de diferencias bastante bajas de la transmisión de la primera capa en la primera y en la segunda zona. En caso de la primera capa puede tratarse de una capa muy delgada en el orden de magnitud de algunos nm. La primera capa aplicada con densidad superficial uniforme con respecto al plano extendido por la capa de replicación está configurada en zonas con una alta

proporción de profundidad con respecto a anchura de manera considerablemente más delgada que en zonas con baja proporción de profundidad con respecto a anchura.

5 La proporción de profundidad con respecto a anchura adimensional es una característica significativa para el aumento de la superficie preferentemente de estructuras periódicas, por ejemplo con trazado senocadrático. Como profundidad se designa en el presente documento la distancia entre el punto más alto y el punto más profundo consecutivos de una estructura de este tipo, es decir se trata de la distancia entre el “monte” y el “valle”. Como anchura se designa la distancia entre los dos puntos más altos adyacentes, es decir entre dos “montes”. Cuanto más alta sea ahora la proporción de profundidad con respecto a anchura, más empinados están configurados los “flancos del monte” y más delgada está configurada la primera capa depositada sobre los “flancos del monte”. El efecto de la formación de transmisión más alta, en particular la transparencia con el aumento de la proporción de profundidad con respecto a anchura se observa también en estructuras con flancos verticales, por ejemplo en caso de rejillas rectangulares. Sin embargo puede tratarse también de estructuras, en las que no puede aplicarse este modelo. Por ejemplo puede tratarse de zonas en forma de líneas distribuidas discretamente, que están configuradas únicamente como un “valle”, siendo la distancia entre dos “valles” más alta en un múltiplo que la profundidad de los “valles”. En la aplicación formal de la definición mencionada anteriormente sería la proporción de profundidad con respecto a anchura así calculada aproximadamente cero y no reflejaría el comportamiento físico característico. Por tanto, en caso de estructuras dispuestas discretamente que están formadas esencialmente sólo de un “valle”, puede ponerse en relación la profundidad del “valle” con respecto a la anchura del “valle”.

20 Tal como se ha mostrado de manera sorprendente, a este respecto no depende de que las zonas con alta proporción de profundidad con respecto a anchura estén configuradas de manera transparente. A este respecto puede tratarse de estructuras que, por ejemplo, forman zonas ópticamente activas de un holograma o de una característica de seguridad Kinegram[®]. Depende únicamente de que estas zonas se diferencien con respecto a otras zonas por sus propiedades de transmisión o una densidad óptica más baja o una mayor.

30 Preferentemente puede estar previsto que la segunda estructura de relieve esté configurada como estructura ópticamente activa, preferentemente difractiva. Por las estructuras que provocan esto, ha de entenderse micro o nanoestructuras tanto reflectantes como de transmisión difringentes, refringentes o dispersivas de luz. A este respecto puede tratarse por ejemplo de estructuras de rejilla, tal como rejilla lineal o rejilla cruzada, de estructuras generadoras de imágenes tales como holograma o Kinegram[®], estructuras mates isótropas o anisótropas, lentes de Fresnel binarias o continuas, microprismas, microlentes, rejillas de Blaze, estructuras de combinación y macroestructuras. Tras la separación de la primera capa en la primera zona se deposita esta estructura ópticamente activa de manera exacta al registro con la primera capa, de modo que pueden generarse mediante esto características de seguridad con alta seguridad frente a la falsificación.

40 En el caso de la primera y de la segunda estructura de relieve puede tratarse según esto de estructuras de relieve, por ejemplo de un Kinegram[®], en el que varían uno o varios parámetros de relieve, por ejemplo orientación, finura o forma de perfil para generar las propiedades difractivas deseadas. Las estructuras de este tipo tienen así no sólo el objetivo de obtener una modificación de las propiedades de transmisión de la primera capa en la zona, en la que la estructura de relieve está moldeada en la capa de replicación, sino además aún la función de actuar como elemento de diseño ópticamente variable en el deposición con una capa de reflexión o una capa separadora óptica. Si además de una primera estructura de relieve de este tipo se moldea aún una segunda estructura de relieve de este tipo en la capa de laca de replicación, entonces se diferencian la primera y la segunda estructura de relieve preferentemente en uno o varios parámetros relevantes para las propiedades de transmisión de la primera capa, diferenciándose así por ejemplo en la profundidad de relieve o en la proporción de profundidad con respecto a anchura. Así es posible, por ejemplo, moldear dos características de seguridad de Kinegram[®] con patrón de líneas de filigrana que solapan parcialmente en la capa de replicación. El primer Kinegram[®] forma la primera estructura de relieve y el segundo Kinegram[®] forma la segunda estructura de relieve. Las estructuras de relieve de los dos diseños se diferencian en la proporción de profundidad con respecto a anchura típica, mientras que los demás parámetros de estructura son iguales. Por consiguiente existen tres “grupos” de estructuras, concretamente estructuras del grupo I en el primer Kinegram[®], estructuras del grupo II en el segundo Kinegram[®] y estructuras del grupo III en la base. En una primera etapa, la primera capa, por ejemplo una capa de metal metalizada por evaporación, tal como una capa de cobre, permanece en la zona de Kinegram[®] del primer diseño, el resto se separa. A continuación se metaliza por evaporación otro material, por ejemplo aluminio, por toda la superficie y mediante conducción adecuada del procedimiento se separa en las zonas de base. De esta manera se obtienen dos diseños parcialmente metalizados que contienen el registro, que se diferencian sin embargo en la capa metálica dirigida al observador (cobre, aluminio).

60 El procedimiento puede estar configurado a continuación de modo que como capa fotosensible o como máscara de lavado fotosensible se aplica un material fotosensible con una característica binaria y que la capa fotosensible o la máscara de lavado fotosensible se irradia a través de la primera capa en una intensidad de exposición y tiempo de exposición, que la capa fotosensible o la máscara de lavado fotosensible se activa en la primera zona, en la que se eleva la transmisión de la primera capa mediante la primera estructura de relieve y en la segunda zona no se activa. El procedimiento de acuerdo con la invención puede aplicarse también cuando se diferencian las densidades ópticas

de la primera zona y de la segunda zona sólo poco una de otra, pudiéndose partir tal como se ha explicado ya anteriormente de manera sorprendente de una alta densidad óptica promedio.

5 En una configuración ventajosa está previsto que la capa o la máscara de lavado fotosensible se irradie a través de la primera capa por medio de radiación UV.

10 Ciertos experimentos han mostrado que las diferencias, que pueden obtenerse mediante la distinta configuración de la estructura de relieve en la primera y segunda zona, en las propiedades de transmisión de la primera capa están especialmente marcadas en el intervalo de la radiación UV. Con el uso de radiación UV para la exposición pueden obtenerse así resultados especialmente buenos.

15 Como capa fotosensible puede estar prevista una máscara de lavado fotosensible, separándose las zonas activadas mediante la exposición de la máscara de lavado fotosensible y las zonas allí dispuestas de la primera capa en un proceso de lavado.

En el caso de la capa fotosensible puede tratarse sin embargo también de una capa que se revela tras la exposición y entonces forma una máscara de grabado para la primera capa.

20 Además puede estar prevista una capa fotosensible que se activa mediante exposición en la primera zona, en la que se eleva la transmisión de la primera capa mediante la primera estructura de relieve, y entonces forma un medio de grabado para la primera capa.

25 En el caso de la capa fotosensible puede tratarse de un material fotorresistente que puede estar configurado como material fotorresistente positivo o como material fotorresistente negativo. De esta manera pueden separarse distintas zonas de la primera capa con configuración por lo demás igual de la capa de replicación.

Además puede estar previsto que la capa fotosensible se configure como un fotopolímero.

30 Como agente de grabado para la primera capa pueden estar previstos por ejemplo bases o ácidos. Además puede estar previsto que se retire la primera capa sólo parcialmente y se interrumpa el grabado al agua fuerte, tan pronto como se haya conseguido una transparencia predeterminada. Debido a ello pueden generarse, por ejemplo, características de seguridad que se basan en la transparencia localmente distinta. Si se usa por ejemplo aluminio como primera capa, entonces pueden usarse bases tales como NaOH o KOH como agente de grabado de acción isotrópica. También es posible el uso de medios ácidos, tales como PAN (una mezcla de ácido fosfórico, ácido nítrico y agua).

40 La velocidad de reacción aumenta habitualmente con la concentración de la base y la temperatura. La elección de los parámetros de procedimiento depende de la reproducibilidad del procedimiento y de la estabilidad del cuerpo de múltiples capas. Los factores influyentes en el grabado al agua fuerte con base son normalmente la composición del baño de grabado, en particular la concentración del agente de grabado, la temperatura del baño de grabado y las condiciones de flujo de la capa que va a grabarse al agua fuerte en el baño de grabado. Los intervalos de parámetro típicos de la concentración del agente de grabado en el baño de grabado se encuentran en el intervalo del 0,1 % al 10 % y de la temperatura se encuentran en el intervalo de 20 °C a 80 °C.

45 El proceso de grabado al agua fuerte de la primera capa puede asistirse electroquímicamente. Mediante aplicación de una tensión eléctrica se refuerza el proceso de grabado al agua fuerte. La acción es normalmente isotrópica, de modo que el aumento de superficie dependiente de la estructura refuerza adicionalmente el efecto de grabado. Los aditivos electroquímicos típicos tales como agente humectante, sustancias tampón, inhibidores, activadores y catalizadores para eliminar por ejemplo capas de óxido pueden asistir el proceso de grabado al agua fuerte.

50 Durante el proceso de grabado al agua fuerte puede producirse un empobrecimiento del medio de grabado, o enriquecimiento de los productos de grabado al agua fuerte, en la capa límite con respecto a la primera capa, de manera que la velocidad del grabado al agua fuerte se ralentiza. Un mezclado forzado del medio de grabado, eventualmente mediante una formación de una corriente adecuada o una excitación por ultrasonidos, mejora el comportamiento de grabado.

60 El proceso de grabado al agua fuerte puede presentar además un perfil de temperatura temporal para optimizar el resultado del grabado. Así puede grabarse al inicio en frío y con duración de la acción creciente en caliente. En el baño de grabado se realiza esto preferentemente mediante un gradiente espacial de la temperatura, pasando el cuerpo de múltiples capas por un baño de grabado alargado con distintas zonas de temperatura.

65 Los últimos nanómetros de la primera capa pueden resultar en el proceso de grabado al agua fuerte relativamente tenaces y estables frente al grabado. Para la separación de restos de la primera capa es ventajoso por tanto un leve soporte mecánico del proceso de grabado al agua fuerte. La tenacidad se basa en eventualmente otra composición de la primera capa ligeramente distinta, probablemente debido a fenómenos de capa límite en la formación de la primera capa sobre la capa de replicación. Los últimos nanómetros de la primera capa se separan en este caso

preferentemente por medio de un proceso de limpieza, conduciéndose el cuerpo de múltiples capas a través de un rodillo revestido con un trapo fino. El trapo elimina mediante limpieza los restos de la primera capa sin dañar el cuerpo de múltiples capas.

- 5 En el caso del grabado al agua fuerte no debe tratarse de una etapa de fabricación, que se realiza con líquidos. Puede tratarse también de un “proceso de secado”, tal como por ejemplo grabado por plasma.

Además ha dado buen resultado para la retirada de la primera capa la ablación por láser. En estructuras con una alta proporción de profundidad con respecto a anchura y en particular estructuras de relieve, en las que la distancia típica entre dos elevaciones adyacentes es menor que la longitud de onda de la luz incidente, las denominadas estructuras de orden cero, puede absorberse una gran parte de la luz incidente también cuando el grado de reflexión de la capa de reflexión es alto en una zona reflectante de manera especular. Por medio de un haz de láser focalizado se irradia la primera capa configurada como capa de reflexión, absorbiéndose cada vez más la radiación láser en las zonas de fuerte absorción que presentan las estructuras mencionadas con alta proporción de profundidad con respecto a anchura y calentándose de manera correspondiente la capa de reflexión. Con altas entradas de energía puede desprenderse la capa de reflexión localmente, produciéndose una retirada o una ablación de la capa de reflexión o una coagulación del material de la capa de reflexión. Si se realiza la entrada de energía mediante el láser únicamente de manera breve y el efecto de la conducción térmica es por consiguiente sólo bajo, entonces se realiza la ablación o coagulación únicamente en las zonas definidas previamente por la estructura de relieve.

Los factores influyentes en la ablación por láser son la configuración de la estructura de relieve (periodos, profundidad, orientación, perfil), la longitud de onda, la polarización y el ángulo de incidencia de la radiación láser incidente, la duración de la acción (eficacia temporalmente dependiente) y la dosis local de la radiación láser, las propiedades y el comportamiento de absorción de la primera capa, así como una eventual cobertura superior e inferior de la primera capa con otras capas, como la capa de laca de lavado o capa fotosensible estructurada.

Para el tratamiento con láser han resultado adecuados entre otros láseres Nd:YAG. Éstos irradian a aproximadamente 1064 nm y se accionan preferentemente también de manera pulsada. Además pueden usarse láseres de diodos. Por medio de la modificación de la frecuencia, por ejemplo una duplicación de la frecuencia, puede modificarse la longitud de onda de la radiación por láser.

El haz de láser se conduce por medio de un denominado dispositivo de exploración, por ejemplo por medio de espejos galvanométricos y lentes de focalización, a través del cuerpo de múltiples capas. Durante el proceso de exploración se envían pulsos con una duración en el intervalo de nano a microsegundos y conducen a la ablación o coagulación predeterminada mediante la estructura, descrita anteriormente de la primera capa. Las duraciones de pulsos se encuentran normalmente por debajo de milisegundos, ventajosamente en el intervalo de algunos microsegundos o por debajo de esto. Así pueden usarse de todas formas también duraciones de pulsos de nanosegundos a femtosegundos. Un posicionamiento exacto del haz de láser no es necesario, dado que el proceso es de autorreferencia, siempre y cuando la capa o máscara de lavado fotosensible existente de manera estructurada impida parcialmente un acceso de la radiación láser a la primera capa. El proceso se optimiza además preferentemente mediante una elección adecuada del perfil del haz de láser y del solapamiento de pulsos adyacentes.

45 Sin embargo es igualmente posible controlar la trayectoria del láser a través del cuerpo de múltiples capas en el registro con respecto a estructuras de relieve dispuestas en la capa de replicación o aberturas en la capa o máscara de lavado fotosensible, de modo que se irradian únicamente zonas con igual estructura de relieve o con/sin aberturas en la capa o máscara de lavado fotosensible. Para un control de este tipo pueden usarse por ejemplo sistemas de cámara.

50 En lugar de un láser focalizado en un punto o una línea pueden usarse también irradiadores planos que emiten un pulso controlado breve, tal como por ejemplo lámparas de flash.

A las ventajas del procedimiento de ablación por láser pertenece entre otras cosas que la separación parcial y registrada con respecto a una estructura de relieve de la primera capa puede realizarse también cuando ésta está cubierta en los dos lados con una o varias otras capas permeables para la radiación láser y por consiguiente no es accesible directamente para medios de grabado. La primera capa se parte únicamente mediante el láser. El material de la primera capa se retira en forma de pequeños conglomerados o pequeñas esferas de nuevo, que para el observador no se manifiesta ópticamente e influyen en la transparencia en la zona irradiada únicamente de manera insignificante.

Los residuos de la primera capa que quedan tras el tratamiento con láser aún en la capa de replicación pueden separarse eventualmente por medio de un proceso de lavado posterior, siempre y cuando la primera capa sea accesible directamente.

65

Tras el grabado al agua fuerte de la primera capa puede estar previsto que se eliminen los restos superiores de las máscaras de grabado.

5 En otra configuración ventajosa puede introducirse en las zonas, en las que se ha separado la primera capa, una segunda capa. Además puede estar previsto que la primera capa se separe y se sustituya por una tercera capa. El procedimiento de acuerdo con la invención no se limita por tanto a la separación parcial de una capa, sino que puede presentar otras etapas de procedimiento que prevean el intercambio de capas o la repetición de etapas de procedimiento en el aprovechamiento de diferencias de la densidad óptica para la formación o diferenciación de zonas.

10 Además puede estar previsto que la primera capa y/o la segunda capa y/o la tercera capa se refuercen galvánicamente cuando se trata a este respecto de capas eléctricamente conductoras o de capas que son adecuadas para la galvanización sin corriente.

15 Para un cuerpo de múltiples capas fabricado según el procedimiento descrito puede preverse que la segunda zona esté constituida por dos o más zonas parciales rodeadas por la primera zona, que en la segunda zona esté moldeada una segunda estructura de relieve ópticamente activa en la capa de replicación y que la primera capa sea una capa de reflexión que se ha separado en la primera zona y está dispuesta así de manera exacta al registro con respecto a la segunda estructura de relieve. Los cuerpos de múltiples capas de este tipo pueden estar previstos ventajosamente como elementos de seguridad seguros frente a la falsificación. Por tanto, éstos son ya especialmente seguros frente a la falsificación, ya que con el procedimiento de acuerdo con la invención pueden configurarse anchuras de línea especialmente pequeñas. Además, estas líneas finas debido a su estructura difractiva y a su alineación exacta al registro con respecto a la capa de reflexión pueden formar efectos ópticos que pueden imitarse sólo de manera extremadamente difícil. En el caso del cuerpo de múltiples capas puede tratarse por ejemplo de una lámina de transferencia, en particular de una lámina de estampación en caliente o lámina estratificada.

20 Además puede estar previsto que la primera zona esté constituida por dos o más zonas parciales rodeadas por la segunda zona o a la inversa y que la primera capa sea una capa de reflexión que se ha separado en la segunda zona y está dispuesta así de manera exacta al registro con respecto a la primera estructura de relieve.

Las configuraciones ventajosas prevén que las zonas parciales de la segunda zona o las zonas parciales de la primera zona presenten una anchura inferior a 2 mm, preferentemente inferior a 1 mm.

35 Otras configuraciones prevén que en el cuerpo de múltiples capas esté dispuesta una segunda capa en las zonas de la capa de replicación, en las que se ha separado la primera capa.

Puede estar previsto que la primera capa y/o la segunda capa estén formadas o esté formada de un material dieléctrico, por ejemplo de TiO_2 o ZnS , o de un semiconductor. A este respecto, la primera capa y la segunda capa pueden estar formadas con distintos índices de refracción, de modo que pueden formarse debido a ello efectos ópticos.

40 En el caso de la primera capa y/o de la segunda capa puede tratarse de un polímero, de modo que por ejemplo una capa puede estar configurada como un conductor eléctrico y la otra capa como un aislador eléctrico, pudiéndose configurar ambas capas como capas transparentes.

45 Por ejemplo pueden formar la primera capa y/o la segunda capa un elemento de construcción electrónico, por ejemplo una antena, un condensador, una bobina o un elemento de construcción semiconductor orgánico. Tal como se ha explicado anteriormente, pueden estar previstas otras capas que pueden estar dispuestas sobre el cuerpo de múltiples capas con registro exacto con el procedimiento de acuerdo con la invención.

50 Puede estar previsto también que la sucesión de la separación parcial de capas o desmetalización parcial y la asignación a las estructuras en las primeras y en las segundas zonas se seleccione de modo que se formen zonas en las que distintas estructuras difractivas estén cruzadas entre sí. Puede tratarse por ejemplo de un primer Kinegram[®] y de un segundo Kinegram[®] que presentan una proporción de profundidad con respecto a anchura distinta y que están dispuestos delante de una base. En este ejemplo puede estar previsto dejar una capa de cobre metalizada por evaporación sólo en la zona de la primera característica de seguridad de Kinegram[®], a continuación metalizar por evaporación aluminio por toda la superficie y separarlo mediante conducción adecuada del procedimiento en las zonas de base. De esta manera se forman dos diseños parcialmente metalizados que conservan el registro, que se diferencian en la capa metálica dirigida al observador.

60 Las estructuras de relieve colocadas en la capa de replicación pueden seleccionarse también de modo que éstas pueden servir para la alineación de (polímeros de) cristales líquidos. Así puede usarse entonces la capa de replicación y/o la primera capa como capa de orientación para cristales líquidos. En tales capas de orientación se introducen por ejemplo estructuras en forma de ranura, en las que se alinean los cristales líquidos, antes de que

éstos se fijan en esta posición mediante reticulación o de otra manera en su alineación. Puede estar previsto que la capa de cristales líquidos reticulada forme la segunda capa.

5 Las capas de orientación pueden presentar zonas, en las que se modifica la dirección de orientación de la estructura constantemente. Si se observa una zona formada por medio de una estructura difractiva de este tipo a través de un polarizador con por ejemplo dirección de polarización giratoria, entonces debido a la dirección de polarización de la zona que se modifica linealmente pueden generarse distintas características de seguridad que pueden distinguirse bien, por ejemplo efectos de movimiento. Puede estar previsto también que la capa de orientación presente estructuras difractivas para la orientación de los cristales líquidos que están alineados localmente de manera distinta, de modo que los cristales líquidos observados bajo luz polarizada representan una información tal como por ejemplo un logotipo.

Puede estar previsto también que la primera capa y/o la segunda capa estén o éste configurada como capa de color.

15 Las zonas de color pueden formarse también según el procedimiento descrito a continuación. Se genera por medio del procedimiento de acuerdo con la invención un cuerpo de múltiples capas, usándose una capa o máscara de lavado fotosensible coloreada. La coloración puede realizarse a este respecto por medio de pigmentos o colorantes solubles.

20 A continuación se irradia a través de la primera capa la capa fotosensible, por medio por ejemplo de radiación UV y dependiendo de si se trata de un material resistente positivo o del material resistente negativo, se endurece o se destruye en las primeras zonas. A este respecto pueden aplicarse también capas de material resistente positivo y negativo una junto a otra y pueden irradiarse simultáneamente. La primera capa sirve a este respecto como máscara y está dispuesta preferentemente en contacto directo con el material fotorresistente, de modo que puede realizarse una exposición precisa.

30 En el revelado del material fotorresistente se lavan finalmente las zonas que no han endurecido o se eliminan las zonas destruidas. Dependiendo del material fotorresistente usado, el material fotorresistente de color revelado se encuentra ahora o bien exactamente en las zonas en las que la primera capa es permeable o es impermeable a la radiación UV. Para elevar la estabilidad de la capa de material fotorresistente que queda, estructurada de acuerdo con la primera capa, preferentemente se endurecen posteriormente las zonas que quedan tras el revelado.

35 La primera capa usada como máscara puede separarse tanto finalmente mediante otra etapa de grabado al agua fuerte, de modo que el cuerpo de múltiples capas presente para el observador únicamente una "impresión de color" de alta resolución de material fotorresistente, sin embargo por lo demás es transparente. El material fotorresistente actúa a este respecto como máscara de grabado.

40 Ventajosamente pueden formarse así elementos indicadores de alta resolución. Sin abandonar el contexto de la invención, es posible aplicar de manera exacta al registro elementos indicadores coloreados de manera distinta y disponerlos por ejemplo en una retícula de puntos de imagen. Dado que con un diseño de partida de la primera capa pueden generarse distintos cuerpos de múltiples capas, combinándose entre sí por ejemplo distintos procedimientos de exposición y grabado al agua fuerte o realizándose sucesivamente, es posible el posicionamiento exacto al registro de las capas aplicadas sucesivamente con el uso del procedimiento de acuerdo con la invención a pesar del aumento de las etapas de procedimiento.

45 Pueden generarse otros efectos ópticos cuando la primera capa y/o la segunda capa están formadas o está formada de varias capas parciales, en particular cuando las capas parciales forman un sistema de capas de película delgada.

50 Puede estar previsto que las capas parciales estén formadas de distintos materiales. Una configuración de este tipo puede estar prevista no sólo para el sistema de capas de película delgada mencionado anteriormente. De esta manera pueden formarse por ejemplo también elementos funcionales nanotecnológicos, por ejemplo puede generarse a partir de dos capas metálicas distintas un conmutador bimetalico con dimensiones en el intervalo de μm .

55 En otras configuraciones puede estar previsto que la primera capa y/o la segunda capa formen o forme un patrón óptico. A este respecto puede tratarse de una imagen tramada.

60 Una reticulación de la primera capa es también posible en el sentido de que junto a los elementos de retícula que están colocados debajo de una capa de reflexión y que presentan estructuras de difracción difractivas (eventualmente distintas), se prevén además de los elementos de retícula que representan zonas transparentes sin capa de reflexión. Como reticulación puede seleccionarse a este respecto una reticulación de amplitud o superficie modulada. Mediante una combinación de zonas reflectivas/difractivas de este tipo y zonas no reflectivas, transparentes (probablemente también difractivas) pueden obtenerse efectos ópticos interesantes. Si se dispone una imagen tramada de este tipo por ejemplo en una ventana de un documento de valor, entonces puede distinguirse a trasluz una imagen tramada transparente. En la luz incidente puede observarse esta imagen tramada sólo en un determinado intervalo angular, en el que no se difracta/refleja luz por las superficies reflectantes. Además es también posible no sólo usar elementos de este tipo en una ventana transparente, sino también aplicarlos sobre una

impresión de color. En un determinado intervalo angular puede observarse la impresión de color por ejemplo en forma de la imagen tramada, mientras que en otro intervalo angular no puede observarse debido a la luz reflejada por las estructuras de difracción o algunas (macro-)estructuras. Además es también posible que mediante una reticulación seleccionada de manera correspondiente se formen varias zonas de reflexión que se extinguen, decrecientes en su reflectividad.

Sin embargo puede estar previsto también separar la primera capa no completamente, sino reducir únicamente su espesor de capa. Una realización de este tipo puede ser especialmente ventajosa cuando deben formarse zonas con capas que se solapan mutuamente, por ejemplo para variar propiedades ópticas y/o eléctricas o para formar efectos decorativos.

En el procedimiento descrito anteriormente de usar una máscara de exposición con capa de replicación y una primera capa para estructurar la segunda capa puede estar previsto que la capa de replicación se aplique sobre una capa de soporte de una máscara de exposición.

Además puede estar previsto disponer la capa fotosensible o máscara de lavado fotosensible sobre la segunda capa e irradiarla a través de la segunda capa. Tal como ya se ha expuesto anteriormente, la segunda capa debe estar configurada para ello no como capa transparente. La segunda capa puede estar configurada como capa opaca, ya que ésta reduce la intensidad de exposición en todas las zonas de la capa fotosensible o de la máscara de lavado fotosensible en igual medida. Por tanto se conservan las diferencias de la densidad óptica configuradas en la máscara de exposición y se forma un fiel reflejo de la máscara de exposición sobre la capa fotosensible o la máscara de lavado fotosensible. En caso de uso de una máscara de lavado puede estar previsto disponer la segunda capa sobre la máscara de lavado como la última capa más baja, de modo que la segunda capa no esté dispuesta en el paso de radiación entre la máscara de exposición y la máscara de lavado. En un caso de este tipo puede estar configurada la segunda capa completamente de manera opaca. Con la separación por lavado de las zonas irradiadas de la máscara de lavado puede separarse la segunda capa dispuesta en estas zonas. Ventajosamente puede estar previsto sellar la máscara de lavado que queda por debajo de las zonas no separadas de la segunda capa mediante la aplicación de una capa protectora contra las influencias ambientales y de esta manera formar un cuerpo de múltiples capas especialmente eficaz.

En otra configuración ventajosa puede estar previsto unir la máscara de exposición con el cuerpo de múltiples capas. Tal como ya se ha expuesto anteriormente, los procedimientos de acuerdo con la invención ofrecen múltiples posibilidades de formar cuerpos de múltiples capas y las etapas de procedimiento no se limitan a una única aplicación. Por tanto, si en primera lugar se ha generado un cuerpo de múltiples capas que está configurado como máscara de exposición, entonces puede usarse éste como una máscara de exposición convencional, por ejemplo como máscara de exposición en la fabricación de semiconductores. Una máscara de exposición de este tipo no está unida con el segundo cuerpo de múltiples capas permanentemente y puede separarse tras la exposición.

Sin embargo puede estar previsto también disponer por capas sobre la máscara de exposición el segundo cuerpo de múltiples capas. Si está previsto separar la máscara de exposición tras la exposición o en un momento posterior, puede estar dispuesta entre la máscara de exposición y el segundo cuerpo de múltiples capas una capa de separación que posibilita un desprendimiento de este tipo.

En otra configuración ventajosa puede estar previsto unir la máscara de exposición permanentemente con el segundo cuerpo de múltiples capas y de esta manera generar un tercer cuerpo de múltiples capas que puede estar previsto como producto final o como producto intermedio para la construcción por capas posterior de un cuerpo de múltiples capas aún más complejo.

Tal como ya se ha descrito, en el caso de cuerpos de múltiples capas puede tratarse tanto de elementos de lámina flexibles como de elementos rígidos, por ejemplo de chips de semiconductores o de superficies de aparatos electrónicos, tales como por ejemplo teléfonos móviles.

La invención se explica en más detalle por medio de los dibujos.

55 Muestran

la figura 1 una representación en corte esquemática de un primer ejemplo de realización de un cuerpo de múltiples capas;

60 la figura 2 una representación en corte esquemática de la primera etapa de fabricación del cuerpo de múltiples capas de la figura 1;

la figura 3 una representación en corte esquemática de la segunda etapa de fabricación del cuerpo de múltiples capas de la figura 1;

la figura 4 una representación en corte esquemática de la tercera etapa de fabricación del cuerpo de múltiples capas de la figura 1;

65 la figura 5 una representación en corte esquemática de la cuarta etapa de fabricación del cuerpo de múltiples capas de la figura 1;

	la figura 5a	una representación en corte esquemática de una realización modificada de la etapa de fabricación representada en la figura 5;
	la figura 5b	una representación en corte esquemática de la etapa de fabricación que sigue a la etapa de fabricación según la figura 5a;
5	la figura 6	una representación en corte esquemática de la quinta etapa de fabricación del cuerpo de múltiples capas de la figura 1;
	la figura 7	una representación en corte esquemática de la sexta etapa de fabricación del cuerpo de múltiples capas de la figura 1;
10	la figura 8	una representación en corte esquemática de la séptima etapa de fabricación del cuerpo de múltiples capas de la figura 1;
	la figura 9	una representación en corte esquemática de la quinta etapa de fabricación de un segundo ejemplo de realización del cuerpo de múltiples capas de la figura 1;
	la figura 10	una representación en corte esquemática de la sexta etapa de fabricación de un segundo ejemplo de realización del cuerpo de múltiples capas de la figura 1;
15	la figura 11	una representación en corte esquemática de la séptima etapa de fabricación de un segundo ejemplo de realización del cuerpo de múltiples capas de la figura 1;
	la figura 12	una representación en corte esquemática de la octava etapa de fabricación de un segundo ejemplo de realización del cuerpo de múltiples capas de la figura 1;
20	la figura 13	una representación en corte esquemática de un segundo ejemplo de realización de un cuerpo de múltiples capas;
	las figuras 14a a 14d	representaciones en corte esquemáticas de las etapas de fabricación de un tercer ejemplo de realización de un cuerpo de múltiples capas;
	la figura 15	un diagrama esquemático de velocidades de grabado de una capa fotosensible;
25	las figuras 16a y 16b	un primer ejemplo de aplicación de un cuerpo de múltiples capas;
	las figuras 17a a 17d	un segundo ejemplo de aplicación de un cuerpo de múltiples capas.

En la figura 1 está representado un cuerpo de múltiples capas 100, en el que están dispuestas sobre una lámina de soporte 1 una capa funcional 2, una capa de replicación 3, una capa metálica 3m y una capa de adhesivo 12. En el caso de la capa funcional 2 se trata de una capa que sirve particularmente para el aumento de la estabilidad mecánica y química del cuerpo de múltiples capas, que puede estar configurada sin embargo también de manera conocida para la generación de efectos ópticos, pudiéndose prever también formar la capa de varias capas parciales. Puede tratarse también de una capa que está formada de cera o que está configurada como capa de desprendimiento. Sin embargo puede estar previsto también prescindir de esta capa y disponer la capa de replicación 3 directamente sobre la lámina de soporte 1. Además puede estar previsto también configurar la propia lámina de soporte 1 como capa de replicación.

El cuerpo de múltiples capas 100 puede ser una sección de una lámina de transferencia, por ejemplo de una lámina de estampación en caliente, que puede aplicarse por medio de la capa de adhesivo 12 sobre un sustrato. En el caso de la capa de adhesivo 12 puede tratarse de un adhesivo de fusión que funde con la acción térmica y une el cuerpo de múltiples capas permanentemente con la superficie del sustrato.

La lámina de soporte 1 puede estar configurada como una lámina de PET estable mecánica y térmicamente.

En la capa de replicación 3 pueden estar moldeadas zonas con distintas estructuras por medio de procedimientos conocidos. En el ejemplo de realización representado se trata a este respecto de zonas 4 con estructuras difractivas y zonas especulares 6.

La capa metálica 3m dispuesta sobre la capa de replicación 3 presenta zonas desmetalizadas 10d que están dispuestas de manera coincidente con las estructuras difractivas 4. En las zonas 10d aparece el cuerpo de múltiples capas 100 de manera transparente o parcialmente transparente.

Las figuras 2 a 8 muestran ahora las etapas de fabricación del cuerpo de múltiples capas 100. Los elementos iguales que en la figura 1 están designados con las mismas posiciones.

La figura 2 muestra un cuerpo de múltiples capas 100a, en el que sobre la lámina de soporte 1 están dispuestas la capa funcional 2 y la capa de replicación 3.

La capa de replicación 3 está estructurada en su superficie mediante procedimientos conocidos, tales como por ejemplo estampación en caliente. Para ello se aplica por ejemplo como capa de replicación 3 una laca de replicación termoplástica mediante impresión, pulverización o lacado y se moldea una estructura de relieve en la laca de replicación por medio de un troquel calentado o un rodillo de replicación calentado.

En el caso de la capa de replicación 3 puede tratarse también de una laca de replicación que puede curarse por UV, que está estructurada por ejemplo mediante un cilindro de replicación. La estructuración puede generarse sin embargo también mediante una radiación UV a través de una máscara de exposición. De esta manera pueden

moldearse las zonas 4 y 6 en la capa de replicación 3. En el caso de la zona 4 puede tratarse por ejemplo de las zonas ópticamente activas de un holograma o de una característica de seguridad de Kinegram®.

- 5 La figura 3 muestra ahora un cuerpo de múltiples capas 100b, que está formado por el cuerpo de múltiples capas 100a de la figura 2, estando aplicada la capa metálica 3m sobre la capa de replicación 3 con densidad superficial uniforme, por ejemplo mediante pulverización catódica de metales. La capa metálica 3m presenta en este ejemplo de realización un espesor de capa de algunos 10 nm. El espesor de capa de la capa metálica 3m puede seleccionarse preferentemente de modo que las zonas 4 y 6 presenten una baja transmisión, por ejemplo entre el 10 % y el 0,001 %, es decir una densidad óptica entre 1 y 5, preferentemente entre 1,5 y 3. La densidad óptica de la capa metálica 3m, es decir el logaritmo decimal negativo de la transmisión, se encuentra según esto en las zonas 4 y 6 entre 1 y 3. Preferentemente puede estar previsto configurar la capa metálica 3m con una densidad óptica entre 1,5 y 2,5. Por tanto las zonas 4 y 6 aparecen a simple vista del observador de manera opaca o especular.
- 10
- 15 Es especialmente ventajoso en este caso aplicar la capa 3m en un espesor de capa, en el que la capa sea opaca en gran parte en la aplicación sobre una superficie plana y tenga una densidad óptica superior a 2. Cuanto más gruesa sea la capa metálica 3m aplicada sobre la capa de replicación 3, más fuertemente repercute la modificación del espesor de capa óptico eficaz provocada por la estructura difractiva prevista en las zonas 4 sobre el comportamiento de transmisión de la capa metálica 3m. Ciertos estudios han mostrado que la modificación del espesor óptico eficaz de la capa metálica 3m provocada por la estructura difractiva es aproximadamente proporcional al espesor de capa metalizado por evaporación y con ello aproximadamente proporcional a la densidad óptica. Dado que la densidad óptica representa el logaritmo negativo de la transmisión, se eleva así mediante aumento de la aplicación superficial de material metálico la diferencia de transmisión entre las zonas 4 y 6 de manera sobreproporcionada.
- 20
- 25 Sin embargo se diferencian las densidades ópticas de la capa metálica 3m en las zonas 4 y 6 de modo que ésta se ha reducido en las zonas 4 en comparación con las zonas 6. Es responsable de esto el aumento de superficie en las zonas 4 debido a la proporción de profundidad con respecto a anchura distinta de cero de los elementos de estructura y el espesor reducido debido a ello de la capa metálica. La proporción de profundidad con respecto a anchura adimensional así como la frecuencia espacial son características significativas del aumento de superficie preferentemente de estructuras periódicas. Una estructura de este tipo forma en sucesión periódica "montes" y "valles". Como profundidad se designa en este caso la distancia entre el "monte" y el "valle", como anchura la distancia entre dos "montes". Cuanto más alta sea ahora la proporción de profundidad con respecto a anchura, de manera más empinada están configurados los "flancos de monte" y más delgada es la capa metálica 3m depositada sobre los "flancos de monte". Este efecto puede observarse también cuando se trata de "valles" distribuidos de manera discreta, que pueden estar dispuestos a una distancia uno con respecto a otro, que es mayor en un múltiplo que la profundidad de los "valles". En un caso de este tipo puede ponerse en relación la profundidad del "valle" con respecto a la anchura del "valle" para describir de manera acertada la geometría del "valle" mediante indicación de la proporción de profundidad con respecto a anchura.
- 30
- 35
- 40 En la formación de zonas con densidad óptica reducida es importante conocer y seleccionar convenientemente los parámetros individuales en sus dependencias. El grado de la reducción de la densidad óptica puede variar dependiendo de la base, de la exposición etc. A este respecto desempeña un papel importante la absorción de la luz en la capa metálica. Por ejemplo, cromo y cobre reflejan posiblemente mucho menos.
- 45 La tabla 1 muestra el grado de reflexión determinado de capas metálicas dispuestas entre láminas de plástico (índice de refracción $n = 1,5$) de Ag, Al, Au, Cr, Cu, Rh y Ti a una longitud de onda de la luz $\lambda = 550$ nm. La proporción de espesor ε está formada según esto como cociente del espesor t de la capa metálica necesario para el grado de reflexión $R = 80$ % del máximo $R_{\text{máx}}$ y del espesor t de la capa metálica necesario para el grado de reflexión $R = 20$ % del máximo $R_{\text{máx}}$.
- 50

Tabla 1

Metal	$R_{\text{máx}}$	t para el 80 % de $R_{\text{máx}}$	t para el 20 % de $R_{\text{máx}}$	ε	h/d
Ag	0,944	31 nm	9 nm	3,4	1,9
Al	0,886	12 nm	2,5 nm	4,8	2,82
Au	0,808	40 nm	12 nm	3,3	1,86
Rh	0,685	18 nm	4,5 nm	4,0	2,31
Cu	0,557	40 nm	12 nm	3,3	1,86
Cr	0,420	18 nm	5 nm	3,6	2,05
Ti	0,386	29 nm	8,5 nm	3,3	1,86

- 55 Fuera de la observación heurística tiene plata y oro (Ag y Au), tal como puede observarse, un alto grado de reflexión máximo $R_{\text{máx}}$ y requieren una proporción de profundidad con respecto a anchura relativamente pequeña para la reducción de la densidad óptica de la capa metálica, en el ejemplo mencionado anteriormente para la formación de transparencia. Si bien tiene aluminio (Al) un grado de reflexión máximo $R_{\text{máx}}$ también alto, sin embargo requiere una proporción de profundidad con respecto a anchura más alta. Preferentemente puede estar previsto, por tanto, formar

la capa metálica de plata u oro. Sin embargo puede estar previsto también formar la capa metálica de otros metales o de aleaciones de metales.

- 5 La tabla 2 muestra ahora los resultados de cálculo, obtenidos a partir de cálculos de refracción estrictos para estructuras de relieve configuradas como rejillas lineales, sinusoidales con una distancia de rejilla de 350 nm con distintas proporciones de profundidad con respecto a anchura. Las estructuras de relieve están revestidas con plata con un espesor nominal $t_0 = 40$ nm. La luz que choca contra las estructuras de relieve tiene la longitud de onda $\lambda = 550$ nm (verde) y está polarizada por TE o polarizada por TM.

Tabla 2

Proporción de profundidad con respecto a anchura	Distancia de rejilla en nm	Profundidad en nm	Grado de reflexión (OR) TE	Grado de reflexión (OT) TE	Grado de transparencia (OR) TM	Grado de reflexión (OT) TM	Grado de transparencia (OT) TM
0	350	0	84,5 %	9,4 %	84,5 %	9,4 %	9,4 %
0,3	350	100	78,4 %	11,1 %	50,0 %	21,0 %	21,0 %
0,4	350	150	42,0 %	45,0 %	31,0 %	47,0 %	47,0 %
1,1	350	400	2,3 %	82,3 %	1,6 %	62,8 %	62,8 %
2,3	350	800	1,2 %	88,0 %	0,2 %	77,0 %	77,0 %

Tal como se ha mostrado, en particular el grado de transparencia o la transmisión aparte de la proporción de profundidad con respecto a anchura es dependiente de la polarización de la luz irradiada. Esta dependencia está representada en la tabla 2 para la proporción de profundidad con respecto a anchura $d/h = 1,1$. Puede estar previsto aprovechar este efecto para la formación selectiva de varias capas.

5 Adicionalmente se ha mostrado que el grado de transparencia o el grado de reflexión de la capa metálica 3m es dependiente de la longitud de onda. Este efecto está especialmente muy marcado para luz polarizada por TE.

10 Adicionalmente se ha mostrado que el grado de transparencia o la transmisión disminuye cuando el ángulo de incidencia de la luz se diferencia del ángulo de incidencia normal, es decir el grado de transparencia disminuye cuando la luz no incide perpendicularmente. Esto significa que la capa metálica 3m puede estar configurada sólo en un cono de incidencia limitado de la luz de manera transparente o menos opaca que en las zonas especulares 6. Por tanto, puede estar previsto que la capa metálica 3m esté configurada de manera opaca en caso de iluminación oblicua, pudiéndose aprovechar también este efecto para la formación selectiva de otras capas.

15 Además de la proporción de profundidad con respecto a anchura de una estructura se ve influida la modificación de la densidad óptica también por la frecuencia espacial de la estructura. Así se ha mostrado además que puede obtenerse una modificación del comportamiento de transmisión de una capa aplicada sobre una estructura cuando el producto de la frecuencia espacial y la profundidad de relieve en una primera zona de la estructura es mayor que el producto de la frecuencia espacial y la profundidad de relieve en una segunda zona de la estructura.

20 La formación de zonas de distinta transparencia o transmisión puede conseguirse sin embargo también mediante otros efectos, por ejemplo mediante

- 25 - la dependencia de la polarización de la transmisión como consecuencia de estructuras orientadas de manera distinta;
- el factor de forma de las estructuras, es decir estructuras con perfil rectangular, sinusoidal, en forma de diente de sierra u otro perfil pueden presentar una transmisión distinta con igual producto de la frecuencia espacial y la profundidad de relieve;
- 30 - metalización por evaporación dirigida de la primera capa en combinación con estructuras especiales o combinaciones de estructuras o disposiciones de estructuras.

35 Cuando en caso de la primera estructura se trata de una estructura con un perfil estocástico, por ejemplo de una estructura mate, pueden ser la longitud de correlación, la profundidad de la rugosidad y la distribución estadística del perfil parámetros típicos que influyen en la transmisión.

40 Para la formación de zonas con distinta transparencia o transmisión es también posible así usar en la primera zona y en la segunda zona estructuras de relieve que se diferencian en uno o varios de los parámetros expuestos anteriormente.

45 La figura 4 muestra un cuerpo de múltiples capas 100c, formado por el cuerpo de múltiples capas 100b representado en la figura 3 y una capa fotosensible 8. A este respecto puede tratarse de una capa orgánica que se aplica mediante procedimientos de revestimiento clásicos, tal como impresión en huecograbado, en forma líquida. Puede estar previsto también que la capa fotosensible se metalice por evaporación o se aplique por laminación como película seca.

50 En el caso de la capa fotosensible 8 puede tratarse, por ejemplo, de un material fotorresistente positivo, tal como AZ 1512 o AZ P4620 de Clariant o S1822 de Shipley, que se aplica en una densidad superficial de $0,1 \text{ g/m}^2$ a 50 g/m^2 sobre la capa metálica 3m. El espesor de capa depende de la resolución deseada y del procedimiento. Así están solicitadas en procedimientos *lift-off* capas más bien más gruesas con un espesor de capa $>1 \mu\text{m}$, de manera correspondiente a una densidad superficial de aproximadamente 1 g/m^2 . Los pesos por unidad de superficie preferentes se encuentran en el intervalo de $0,2 \text{ g/m}^2$ a 10 g/m^2 .

55 La aplicación puede preverse por toda la superficie. Sin embargo puede preverse también una aplicación en zonas parciales, por ejemplo en zonas que están dispuestas fuera de las zonas 4 y 6 mencionadas anteriormente. a este respecto puede tratarse de zonas que deben estar dispuestas sólo de manera relativamente aproximada en el registro con respecto al diseño, por ejemplo de representaciones visuales decorativas, tales como por ejemplo patrones aleatorios o patrones formados de imágenes o textos repetidos.

60 La figura 5 muestra ahora un cuerpo de múltiples capas 100d, que está formado mediante la exposición del cuerpo de múltiples capas 100c de la figura 4 a través de la lámina de soporte 1. Para la exposición puede preverse luz UV 9. Ya que ahora, tal como se ha descrito anteriormente, las zonas 4 dotadas de estructuras difractivas con una proporción de profundidad con respecto a anchura mayor de cero presentan una densidad óptica más baja que las zonas especulares 6, se generan mediante la radiación UV en la capa fotosensible 8 zonas irradiadas más fuertemente 10 que se diferencian de zonas menos irradiadas 11 en sus propiedades químicas.

65

En el ejemplo de realización representado en la figura 5 está prevista una iluminación homogénea que en todas las zonas del cuerpo de múltiples capas 100d está formada con la misma intensidad. Sin embargo puede preverse también una iluminación parcial, por ejemplo para

- 5 a) dejar estructuras con alta proporción de profundidad con respecto a anchura como elementos de diseño y no desmetalizarlas;
 b) introducir una información adicional, por ejemplo mediante una máscara en forma de banda, que gira conjuntamente durante la exposición con el cuerpo de múltiples capas 100d,
 10 c) introducir una información individual, tal como por ejemplo un número secuencial. A este respecto puede estar previsto introducir una identificación a través de una exposición breve por medio de un modulador de luz espacial programable o de un láser controlado. De esta manera se forman por tanto sólo allí zonas desmetalizadas, en las que la proporción de profundidad con respecto a anchura está configurada de manera adecuada y en las que está prevista la característica alfanumérica.

- 15 La longitud de onda y la polarización de la luz así como el ángulo de incidencia de la luz son parámetros de la iluminación, que permiten distinguir estructuras de manera dirigida y mecanizarlas de manera selectiva.

También pueden aprovecharse para ello propiedades químicas. Las zonas 10 y 11 pueden diferenciarse por ejemplo por su solubilidad en disolventes. De esta manera puede "revelarse" la capa fotosensible 8 tras la exposición con luz UV, tal como se muestra a continuación en la figura 6. El "revelado" de la capa fotosensible genera a partir de la imagen latente generada en la capa fotosensible mediante exposición mediante la separación de zonas una imagen visible en forma de máscara de la capa metálica 3m formada con zonas de distinta densidad óptica.

20 Cuando en las zonas 4 para la formación de una transparencia visible para el ojo humano está prevista habitualmente una proporción de profundidad con respecto a anchura $> 0,3$, se ha mostrado sorprendentemente que la proporción de profundidad con respecto a anchura suficiente para el revelado de la capa fotosensible puede ser esencialmente más pequeña. Tampoco es necesario configurar la capa metálica 3m de manera delgada de modo que las zonas 4 aparezcan transparentes en la observación visual. La lámina de soporte metalizada por alto vacío puede estar configurada por tanto de manera opaca, ya que la transparencia reducida puede compensarse por una dosis de exposición elevada de la capa fotosensible 8. Además ha de considerarse que la exposición de la capa fotosensible está prevista habitualmente en el intervalo de UV cercano, de modo que la impresión de observación visual no es decisiva para la valoración de la densidad óptica.

25 En las figuras 5a y 5b está representado un ejemplo de realización modificado. En el cuerpo de múltiples capas 100d' de la figura 5a no está prevista la capa fotosensible 8 representada en la figura 5. En lugar de ésta está prevista una capa de replicación 3', en caso de la cual se trata de una máscara de lavado fotosensible. El cuerpo de múltiples capas 100d' se irradia desde abajo, de manera que en las zonas irradiadas más fuertemente 10 se modifica la capa de replicación 3' de modo que puede separarse por lavado.

30 La figura 5b muestra ahora un cuerpo de múltiples capas 100d", que corresponde funcionalmente al cuerpo de múltiples capas representado a continuación en la figura 8. Sin embargo, en las zonas 10 con el proceso de lavado no sólo se separa la capa metálica 3m, sino también la capa de replicación 3'. Debido a ello está configurado en estas zonas de manera transparente en comparación con el cuerpo de múltiples capas representado en la figura 8 y se necesitan menos etapas de fabricación.

35 La figura 6 muestra el cuerpo de múltiples capas 100e "revelado" que está formado por el cuerpo de múltiples capas 100d mediante acción de un disolvente aplicado sobre la superficie de la capa fotosensible irradiada 8. Debido a ello se forman ahora zonas 10e, en las que la capa fotosensible 8 se ha separado. En el caso de las zonas 10e se trata de las zonas 4 descritas en la figura 3 con una proporción de profundidad con respecto a anchura mayor de cero de los elementos de estructura. En zonas 11 se conserva la capa fotosensible 8, ya que a este respecto se trata de las zonas 6 descritas en la figura 3, en las que los elementos de estructura presentan una proporción de profundidad con respecto a anchura igual a cero.

40 En el ejemplo de realización representado en la figura 6 está formada la capa fotosensible 8 de un material fotorresistente positivo. En un material fotorresistente de este tipo son solubles las zonas irradiadas en el revelador. A diferencia de esto, en un material fotorresistente negativo son solubles las zonas no irradiadas en el revelador, tal como se expone a continuación en el ejemplo de realización representado en las figuras 9 a 12.

45 Ahora, tal como se muestra por medio de un cuerpo de múltiples capas 100f en la figura 7, puede separarse la capa metálica 3m en las zonas 10e que no se han protegido mediante la capa fotosensible revelada que sirve como máscara de grabado frente al ataque del agente de grabado. En el caso del agente de grabado puede tratarse por ejemplo de un ácido o una base. De esta manera se forman las zonas 10d desmetalizadas también mostradas en la figura 1.

50 De esta manera puede desmetalizarse de manera exacta al registro por tanto la capa metálica 3m sin gasto tecnológico adicional. Para ello no han de tomarse precauciones costosas, tales como por ejemplo en la aplicación

de una máscara de grabado mediante exposición de la máscara o presión. En un procedimiento convencional de este tipo son habituales tolerancias $> 0,2$ mm. Con el procedimiento de acuerdo con la invención son posibles por el contrario tolerancias en el intervalo de μm hasta en el intervalo de nm, es decir tolerancias que están determinadas únicamente mediante el procedimiento de replicación seleccionado para la estructuración de la capa de replicación y la creación.

Puede estar previsto configurar la capa metálica 3m como sucesión de distintos metales y aprovechar las diferencias de las propiedades físicas y/o químicas de las capas parciales metálicas. Por ejemplo puede estar previsto depositar aluminio como primera capa parcial metálica, que presenta una alta reflexión y por tanto durante la observación del cuerpo de múltiples capas por el lado de soporte pueden aparecer bien zonas reflectantes. Como segunda capa parcial metálica puede depositarse cromo, que presenta una alta resistencia química frente a distintos agentes de grabado. El proceso de grabado al agua fuerte de la capa metálica 3m puede preverse ahora en dos etapas. Puede estar previsto grabar en la primera etapa la capa de cromo, estando prevista la capa fotosensible 8 revelada como máscara de grabado y a continuación grabar en la segunda etapa la capa de aluminio, estando prevista la capa de cromo ahora como máscara de grabado. Tales sistemas de múltiples capas permiten una flexibilidad mayor en la elección de los materiales usados en el procedimiento de fabricación para el material fotorresistente, los agentes de grabado para el material fotorresistente y la capa metálica.

La figura 8 muestra la posibilidad opcional de separar la capa fotosensible tras la etapa de fabricación representada en la figura 7. En la figura 8 está representado un cuerpo de múltiples capas 100g, formado por la lámina de soporte 1, la capa funcional 2, la capa de replicación 3 y la capa metálica estructurada 3m.

Mediante la aplicación posterior de la capa de adhesivo 12 puede transformarse el cuerpo de múltiples capas 100g en el cuerpo de múltiples capas 100 representado en la figura 1.

En la figura 9 está representado ahora un segundo ejemplo de realización de un cuerpo de múltiples capas 100e, en el que la capa fotosensible 8 está formada de un material fotorresistente negativo. Tal como puede distinguirse en la figura 9, un cuerpo de múltiples capas 100e' presenta zonas 10e', en las que la capa fotosensible 8 no irradiada se separa mediante el revelado. En el caso de las zonas 10e' se trata de zonas opacas de la capa metálica 3m (véase posición 6 en la figura 3). En zonas 11' no se ha separado la capa fotosensible irradiada 8, a este respecto se trata de zonas menos opacas de la capa metálica 3m (véase posición 4 en la figura 3), o sea de zonas con densidad óptica más baja que la que presentan las zonas 10e.

En la figura 10 está representado un cuerpo de múltiples capas 100f', que está formado del cuerpo de múltiples capas 100e' mediante separación de la capa metálica 3m mediante un proceso de grabado al agua fuerte (figura 9). La capa fotosensible 8 revelada está prevista para ello como máscara de grabado, que se ha separado en las zonas 10e' (figura 9), de modo que el agente de grabado descompone allí la capa metálica 3m. De esta manera se forman zonas 10d' que ya no presentan capa metálica 3m.

Tal como se representa en la figura 11, se forma ahora del cuerpo de múltiples capas 100f' un cuerpo de múltiples capas 100f'' con una segunda capa 3p que cubre la capa de replicación 3 descubierta en las zonas 10d'. En el caso de la capa 3p puede tratarse de un material dieléctrico, tal como TiO_2 o ZnS , o de un polímero. Una capa de este tipo puede estar metalizada por evaporación por ejemplo bidimensionalmente, pudiendo estar previsto formar esta capa de varias capas delgadas dispuestas una sobre otra, que pueden diferenciarse por ejemplo en su índice de refracción y de esta manera pueden formar efectos de color en la luz incidente. Una capa delgada que presenta efectos de color puede estar formada por ejemplo de tres capas delgadas con desarrollo de índice *High-Low-High*. El efecto de color aparece en comparación con capas reflectantes metálicas de manera menos llamativa, lo que por ejemplo es ventajoso cuando de esta manera se forman patrones en pasaportes o tarjetas de identificación. Los patrones pueden aparecer para el observador por ejemplo como verde o rojo transparente.

Las capas poliméricas pueden estar configuradas por ejemplo como capas de semiconductor orgánico. Mediante combinación con otras capas puede formarse así un elemento de construcción semiconductor orgánico.

La figura 12 muestra ahora un cuerpo de múltiples capas 100f''', formado a partir del cuerpo de múltiples capas 100f'' (figura 11) tras la separación de la capa fotosensible residual. Puede tratarse a este respecto de un procedimiento "lift-off". De esta manera se separa de nuevo allí al mismo tiempo la segunda capa 3p aplicada en la etapa anterior. Ahora están formadas, por tanto, zonas adyacentes en el cuerpo de múltiples capas 100f''' con capas 3p y 3m, que pueden diferenciarse una de otra por ejemplo en su índice de refracción óptico y/o su conductividad eléctrica.

Puede estar previsto reforzar galvánicamente la capa metálica 3m y de esta manera configurar las zonas 11 por ejemplo como zonas con conductividad eléctrica especialmente buena.

Puede estar previsto también configurar las zonas 11 de manera transparente y separar para ello la capa metálica 3m mediante grabado al agua fuerte. Puede preverse un agente de grabado que no ataque la capa 3p aplicada en las otras zonas. Sin embargo puede estar previsto también dejar actuar el agente de grabado únicamente hasta que se haya separado la capa metálica.

- Además puede estar previsto aplicar a continuación sobre el cuerpo de múltiples capas 100f''' (figura 12) una tercera capa que puede estar formada de un material dieléctrico o un polímero. Esto puede realizarse con las etapas de procedimiento descritas anteriormente, aplicándose otra vez una capa fotosensible que tras la exposición y revelado cubre el cuerpo de múltiples capas 100f''' fuera de las zonas 11. Ahora puede aplicarse la tercera capa tal como
- 5 anteriormente y a continuación se separan los restos de la capa fotosensible y con ello al mismo tiempo en estas zonas la tercera capa. De esta manera pueden estructurarse por ejemplo capas de elementos de construcción semiconductores orgánicos de manera especialmente fina y de manera exacta al registro.
- La figura 13 muestra ahora un cuerpo de múltiples capas 100', que se forma a partir del cuerpo de múltiples capas 100f''' (figura 12) mediante adición de la capa de adhesivo 12 representada en la figura 1. El cuerpo de múltiples
- 10 capas 100' se ha fabricado tal como el cuerpo de múltiples capas 100 representado en la figura 1 mediante uso de la misma capa de replicación 3. Por tanto es posible con el procedimiento de acuerdo con la invención generar cuerpos de múltiples capas configurados de manera distinta partiendo de un diseño unitario.
- 15 El procedimiento de acuerdo con la invención puede continuarse posteriormente sin merma de la calidad para estructurar otras capas de manera exacta al registro. Para ello puede estar previsto usar otros efectos ópticos, tales como reflexión total, polarización y permeabilidad espectral de las capas aplicadas previamente para la formación de zonas de distinta densidad óptica para formar máscaras de exposición exactas al registro.
- 20 Puede estar previsto también formar una capacidad de absorción distinta local por capas dispuestas una sobre otra y formar máscaras de exposición o de grabado mediante ablación térmica asistida por láser.
- Las figuras 14a a 14d muestran ahora en un ejemplo de realización cómo puede separarse de manera exacta al registro la capa metálica 3m dispuesta en las zonas 11 del cuerpo de múltiples capas 100f''' representado en la
- 25 figura 12 y cómo puede sustituirse de manera exacta al registro por una capa no metálica 3p'. En el caso de la capa 3p' puede tratarse de una capa dieléctrica que se diferencia en su índice de refracción óptico de la capa 3p.
- La figura 14a muestra un cuerpo de múltiples capas 100g, en el que la capa metálica 3m está configurada en las zonas 4 de modo que ésta presenta una densidad óptica distinta con respecto a la capa 3p en las zonas 6. Una capa
- 30 fotosensible 8 cubre las zonas 3p y 3m dispuestas sobre la capa de replicación 3.
- La figura 14b muestra ahora un cuerpo de múltiples capas 100g', que se ha obtenido mediante exposición y revelado de la capa fotosensible 8, tal como se ha descrito anteriormente en las figuras 5 y 6. Las zonas 11 cubiertas con la
- 35 capa fotosensible 8 revelada forman una máscara de grabado, de modo que en las zonas 10e, en las que se ha separado la capa fotosensible tras el revelado, puede separarse la capa metálica 3m mediante grabado al agua fuerte.
- La figura 14c muestra según otra etapa de procedimiento un cuerpo de múltiples capas 100g'', sobre el que se ha aplicado ahora una capa 3p' por toda la superficie, que puede estar configurada por ejemplo como material
- 40 dieléctrico. La capa 3p' puede estar configurada también como sistema de capa delgada de varias capas aplicadas sucesivamente, de manera que la capa 3p' puede formar de manera conocida efectos de cambio de color.
- La figura 14d muestra ahora tras la separación de los restos de la capa fotosensible 8 y de las zonas de la capa 3p' dispuestas sobre la misma un cuerpo de múltiples capas 100g''', que puede formarse por ejemplo mediante adición
- 45 de una capa de adhesivo, tal como se ha descrito anteriormente en la figura 13, para dar un cuerpo de múltiples capas completo.
- El cuerpo de múltiples capas 100g'''' presenta sobre la capa de replicación 3 zonas que están cubiertas con la capa 3p y zonas que están cubiertas con la capa 3p'.
- 50 Dado que en caso de las capas 3p y/o 3p' puede tratarse de sistemas de capa delgada, pueden formar éstas, tal como se ha descrito ya anteriormente, efectos de cambio de color. A este respecto puede estar previsto por ejemplo configurar la capa 3p, que cubre en el ejemplo de realización de la figura 14d las zonas de la capa de replicación 3
- 55 con una proporción de profundidad con respecto a anchura mayor de cero, como sistema de capa delgada. De esta manera pueden configurarse patrones de filigrana, tales como guilloques, como características de seguridad que resaltan de manera discreta de su entorno y pueden distinguirse aún bien representaciones dispuestas por debajo de esto.
- El procedimiento descrito por medio de las figuras 14a a 14d puede usarse para la aplicación de otras capas. Ya que
- 60 en caso de las capas 3p y 3p' se trata de capas delgadas en el orden de magnitud de algunos μm o nm , pueden conservarse las estructuras introducidas en la capa de replicación 3, de modo que puede aplicarse por ejemplo otra capa metálica que está configurada en las zonas de la capa de replicación 3 con una proporción de profundidad con respecto a anchura mayor de cero con densidad óptica más baja que en las zonas con una proporción de
- 65 profundidad con respecto a anchura igual a cero. Con ello puede usarse la capa metálica adicional como una capa de máscara que puede separarse parcialmente con las etapas de procedimiento descritas anteriormente o que

puede estar prevista como capa intermedia temporal para aplicar de manera exacta al registro una o varias capas no metálicas.

5 El procedimiento de acuerdo con la invención incluye que puedan preverse para la formación de máscaras también zonas que presentan ambas una proporción de profundidad con respecto a anchura mayor de cero, que sin embargo es elevada de manera distinta, de manera que la densidad óptica de las zonas revestidas con la misma velocidad superficial está configurada de manera distinta.

10 La figura 15 muestra ahora en representación gráfica esquemática tres características de grabado de reveladores que se han determinado para la formación de la máscara de grabado a partir de la capa fotosensible. Las características de grabado representan la velocidad de grabado, es decir la retirada de material por unidad de tiempo, dependiendo de la densidad de energía con la que se irradió la capa fotosensible. Una primera característica de grabado 150l está configurada de manera lineal. Una característica de grabado de este tipo puede ser preferente cuando debe revelarse tras un tiempo.

15 Generalmente, sin embargo, puede preferirse una característica de grabado binaria 150b, ya que se requieren sólo bajas diferencias en la densidad de energía para formar una velocidad de grabado claramente distinta y de esta manera realizar, con bajas diferencias de la densidad óptica de zonas adyacentes, la separación completa de la capa de máscara en las zonas con proporción de profundidad con respecto a anchura más alta o a la inversa con alta seguridad.

20 Una tercera característica de grabado 150g con desarrollo en forma de campana que puede ajustarse mediante elección del material fotorresistente y de la conducción del procedimiento puede usarse para separar o conservar estructuras de manera selectiva dependiendo de la densidad óptica de la zona. Esta característica de grabado puede preferirse especialmente cuando por ejemplo están previstas tres zonas con distinta densidad óptica.

25 Las figuras 16a y 16b muestran ahora un primer ejemplo de aplicación con un cuerpo de múltiples capas 160. Éste puede estar dispuesto por ejemplo sobre el lado delantero de una tarjeta de identificación 162. El cuerpo de múltiples capas 160 está configurado con una capa metálica separada parcialmente en el registro, que cubre estructuras difractivas y que está configurada como guilloques 166g, 166g' y 166g", como elementos en forma de estrella 166s y como símbolos alfanuméricos 166a y 166a'. A este respecto, las figuras 16a y 16b muestran distintas vistas del cuerpo de múltiples capas 160, que se forman mediante giro de la tarjeta de identificación 162. En caso de los guilloques 166g se trata de zonas finas en forma de líneas que conservan su posición con el giro de la tarjeta de identificación 162. En el caso de guilloques 166g' y 166g" se trata de zonas finas en forma de líneas que con el giro de la tarjeta de identificación 162 se vuelven visibles sucesivamente, de modo que se genera la ilusión de un movimiento. Los elementos en forma de estrella 166s y 166s' son configuraciones de una zona con una estructura holográfica, de modo que dependiendo de la posición de vuelco de la tarjeta de identificación 162 están configuradas con distinto tamaño y/o color. En el caso de los símbolos alfanuméricos 166a y 166a' puede tratarse por ejemplo de una zona con una estructura de Kinegram®.

30 40 Las figuras 17a a 17d muestran un segundo ejemplo de aplicación de un cuerpo de múltiples capas. Un primer cuerpo de múltiples capas 200 está configurado en este ejemplo de aplicación como una máscara de exposición. Tal como se ha representado en la figura 17a, el primer cuerpo de múltiples capas 200 presenta una lámina de soporte 1 con una capa de replicación 30 que está revestida con una capa metálica moldeada parcialmente 30m. El primer cuerpo de múltiples capas 200 puede haberse generado preferentemente con los procedimientos descritos anteriormente.

50 Tal como se muestra en la figura 17a, el primer cuerpo de múltiples capas 200 está dispuesto sobre un segundo cuerpo de múltiples capas 170a que está formado de una lámina de soporte 31, una capa metálica 31m y una capa fotosensible 8. El lado exterior de la capa metálica 30m del primer cuerpo de múltiples capas 200 está dirigido al lado exterior de la lámina de soporte 31 y se apoya sobre éste. La capa metálica 30m se ha separado en zonas 40, en las que la capa de replicación 30 presenta, tal como se ha descrito anteriormente, una proporción de profundidad con respecto a anchura más alta que en las zonas, en las que la capa metálica 30m no se ha separado.

55 60 65 En el ejemplo de aplicación representado en la figura 17a se irradia el segundo cuerpo de múltiples capas 170a a través del primer cuerpo de múltiples capas 200 configurado como máscara de exposición. La exposición está designada mediante la flecha 9. Debido a los espesores de capa sumamente bajos de la lámina de soporte 31 y de la capa metálica 31m se transfiere ahora la imagen de la capa metálica 31m formada parcialmente a la capa fotosensible 8, de manera que, tal como se representa en la figura 17b, se forma un cuerpo de múltiples capas 170b en el que la capa fotosensible 8 presenta zonas 8b irradiadas más fuertemente. Tal como se ha mostrado, a este respecto puede configurarse de manera opaca la capa metálica 31m dispuesta en la trayectoria de los rayos. Si bien la capa metálica opaca 31m reduce la intensidad de iluminación generada sobre la capa fotosensible 8, sin embargo no interfiere en la formación de zonas irradiadas más fuertemente 8b. Tal como se ha expuesto ya, la capa metálica 31m presenta un espesor de capa bajo, de modo que no pueden observarse aberraciones por ejemplo mediante dispersión.

La figura 17c muestra ahora un cuerpo de múltiples capas 170c, que está formado mediante revelado de la capa fotosensible 8 del cuerpo de múltiples capas 170b de la figura 17b. En el caso de la capa fotosensible 8 se trata en este ejemplo de aplicación de un denominado material fotorresistente negativo, en el que se separan zonas no irradiadas mediante el revelado.

5 La figura 17d finalmente muestra un cuerpo de múltiples capas 170, que está formado mediante grabado al agua fuerte de la capa metálica 31m y la separación de los restos de la capa fotosensible 8 del cuerpo de múltiples capas 170c de la figura 17c. La capa metálica 31m se ha conservado en las zonas que estuvieron cubiertas por la capa fotosensible revelada 8. Ésta puede formar sobre el cuerpo de múltiples capas 170 por ejemplo un elemento de construcción eléctrico, tal como una antena y/o una bobina, o uno o varios circuitos impresos.

10 Aunque en este ejemplo de aplicación no puede ajustarse la exactitud al registro sin justificación, sin embargo pueden generarse entonces ventajosamente patrones de filigrana que estén alineados en sus zonas parciales de manera exacta al registro uno con respecto a otro. Sin embargo puede estar previsto también prescindir de esta alineación exacta al registro, cuando por ejemplo el cuerpo de múltiples capas 170 forme una característica de seguridad, tal como un guilloque que cubre un documento de seguridad, que no deba alinearse de manera exacta al registro para cumplir la función de seguridad.

15 Además puede estar previsto diferenciar las zonas 40 en su proporción de profundidad con respecto a anchura y/o en su dependencia de la polarización y de esta manera formar una máscara de escala de grises litográfica, que puede presentar un espesor muy bajo. Las máscaras de vidrio convencionales no pueden formarse más delgadas de 5 μm , lo que puede limitar su aplicabilidad.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de un cuerpo de múltiples capas (100, 100') con una primera capa parcialmente moldeada (3m), en el que
- 5 en una primera zona de una capa de replicación (3) del cuerpo de múltiples capas se moldea una primera estructura de relieve difractiva (4),
caracterizado por
que la primera capa (3m) se aplica sobre la capa de replicación (3) en la primera zona y en una segunda zona, en la
10 que la primera estructura de relieve no está moldeada en la capa de replicación (3), con una densidad superficial constante con respecto a un plano extendido por la capa de replicación (3), **por que** sobre la primera capa (3m) se aplica una capa fotosensible (8) o como capa de replicación se aplica una máscara de lavado fotosensible, **por que**
15 la capa o la máscara de lavado fotosensible (8) se irradia a través de la primera capa (3m), de modo que la capa o la máscara de lavado fotosensible (8) se irradia de manera condicionada por la primera estructura de relieve en la primera y en la segunda zona de manera distinta, y **por que** la primera capa (3m) con el uso de la capa o máscara de lavado fotosensible irradiada (8) se separa como capa de máscara en la primera zona, sin embargo no en la segunda zona o en la segunda zona, sin embargo no en la primera zona.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la primera capa (3m) se aplica sobre la capa de replicación (3) por toda la superficie, en particular se metaliza por evaporación.
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la primera capa (3m) se aplica sobre la capa de replicación (3) en un espesor, en el que la primera capa (3m) tiene una densidad óptica superior a 1,5.
- 25 4. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la primera capa (3m) se aplica sobre la capa de replicación (3) por toda la superficie en un espesor, en el que la primera capa (3m) tiene una densidad óptica entre 2 y 7.
- 30 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la primera capa (3m) se forma de una capa metálica o de una capa compuesta de una aleación metálica.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en la segunda zona está moldeada una segunda estructura de relieve en la capa de replicación y **por que** como primera estructura de relieve se moldea una estructura de relieve difractiva en la capa de laca de replicación, que eleva la transmisión, en particular la transparencia de la primera capa (3m) en la primera zona en comparación con la transmisión, en particular la transparencia de la primera capa (3m) en la segunda zona.
- 35 7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado por que** la primera estructura de relieve tiene una profundidad de relieve más grande que la segunda estructura de relieve.
- 40 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado por que** el producto de la frecuencia espacial y la profundidad de relieve de la primera estructura de relieve es mayor que el producto de la frecuencia espacial y la profundidad de relieve de la segunda estructura de relieve.
- 45 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado por que** la primera o segunda estructura de relieve está configurada como micro o nanoestructura ópticamente activa, reflectante o de transmisión difringente y/o refringente y/o de dispersión de luz, por ejemplo como estructura de rejilla, tal como rejilla lineal o rejilla cruzada, como estructura mate isotrópica o anisotrópica, como lente de Fresnel binaria o continua, como microprisma, como rejilla de Blaze, como estructura de combinación o como macroestructura.
- 50 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en la primera zona como primera estructura de relieve se moldea una estructura de relieve difractiva con una alta proporción de profundidad con respecto a anchura de los elementos de estructura individuales, en particular con una proporción de profundidad con respecto a anchura de $> 0,3$.
- 55 11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado por que** la segunda estructura de relieve se configura como estructura de relieve con proporción de profundidad con respecto a anchura más baja.
- 60 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en la segunda zona la capa límite entre la capa de replicación y la primera capa es en gran parte plana.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** como capa fotosensible (8) o como máscara de lavado fotosensible se aplica un material fotosensible con una característica binaria y **por que** la capa fotosensible o la máscara de lavado fotosensible se irradia a través de la primera capa en una intensidad de exposición y tiempo de exposición, **por que** la capa fotosensible (8) o la máscara de lavado fotosensible en la primera zona, en la que se ha elevado la transmisión de la primera capa (3m) mediante la primera estructura de
- 65

relieve, se activa y en la segunda zona no se activa.

- 5 14. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado por que** la capa o la máscara de lavado fotosensible (8) se irradia a través de la primera capa (3m) por medio de radiación UV.
- 15 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las zonas activadas mediante la exposición de la máscara de lavado fotosensible y las zonas allí dispuestas de la primera capa (3m) se separan en un proceso de lavado.
- 10 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la capa fotosensible (8) irradiada a través de la primera capa (3m) se revela y **por que** la capa fotosensible revelada (8) forma una máscara de grabado para la primera capa (3m).
- 15 17. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la capa fotosensible se activa mediante la exposición en la primera zona, en la que la transmisión de la primera capa (3m) se ha elevado mediante la primera estructura de relieve, y **por que** la capa fotoactivable activada forma un medio de grabado para la primera capa (3m).
- 20 18. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la capa fotosensible (8) se forma de un material fotorresistente.
19. Procedimiento según la reivindicación 18, **caracterizado por que** el material fotorresistente se configura como material fotorresistente positivo.
- 25 20. Procedimiento según la reivindicación 18, **caracterizado por que** el material fotorresistente se configura como material fotorresistente negativo.
- 30 21. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la capa fotosensible (8) se configura como un fotopolímero.
22. Procedimiento según una de las reivindicaciones 16 a 21; **caracterizado por que** se separan los restos de las máscaras de grabado.
- 35 23. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en las zonas, en las que se separa la primera capa (3m), se coloca una segunda capa (3p).
24. Procedimiento según la reivindicación 23, **caracterizado por que** se separan las zonas que quedan aún de la primera capa (3m) y se sustituyen por una tercera capa (3p').
- 40 25. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la primera capa (3m) y/o la segunda capa (3p) y/o la tercera capa (3p') se refuerzan galvánicamente.
- 45 26. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la segunda zona se moldea en forma de patrón y la primera zona y la segunda zona se disponen de manera directamente adyacente una junto a otra, preferentemente la segunda zona se rodea por la primera zona o la primera zona se rodea por la segunda zona.
- 50 27. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la segunda zona está constituida por dos o más zonas parciales rodeadas por la primera zona, **por que** en la segunda zona se moldea una segunda estructura de relieve ópticamente activa en la capa de replicación, y **por que** la primera capa es una capa de reflexión que se ha separado en la primera zona y se dispone así de manera exacta al registro con respecto a la segunda estructura de relieve.
- 55 28. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la primera zona está constituida por dos o más zonas parciales rodeadas por la segunda zona o a la inversa, y **por que** la primera capa es una capa de reflexión que se ha separado en la segunda zona y está dispuesta así de manera exacta al registro con respecto a la primera estructura de relieve.
- 60 29. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las zonas parciales de la segunda zona o las zonas parciales de la primera zona presentan una anchura inferior a 2 mm, preferentemente inferior a 1 mm.
30. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** una segunda capa (3p) se dispone en las zonas de la capa de replicación (3), en las que no está presente la primera capa (3m).
- 65 31. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la primera capa (3m) y/o la segunda capa (3p) se forma/forman de un material dieléctrico, por ejemplo de TiO₂ o ZnS.

32. Procedimiento según la reivindicación 31, **caracterizado por que** la primera capa (3m) y la segunda capa (3p) están configuradas con distintos índices de refracción.
- 5 33. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la primera capa (3m) y/o la segunda capa (3p) se forma/forman de un polímero.
34. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la primera capa (3m) y/o la segunda capa (3p) se configura/configuran como capa de color.
- 10 35. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la primera capa (3m) y/o la segunda capa (3p) se forma/forman de varias capas parciales.
36. Procedimiento según la reivindicación 35, **caracterizado por que** las capas parciales forman un sistema de capas de película delgada.
- 15 37. Procedimiento según la reivindicación 35 o 36, **caracterizado por que** las capas parciales se forman de distintos materiales.
- 20 38. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la primera capa (3m) y/o la segunda capa (3p) forma/forman un patrón óptico.
39. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la primera capa (3m) y/o la segunda capa (3p) forma/forman una imagen tramada.
- 25 40. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la primera capa (3m) y/o la segunda capa (3p) forman una o varias características de seguridad ópticas.
41. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la primera capa (3m) y/o la segunda capa (3p) forman o forma un elemento de construcción electrónico, por ejemplo una antena, un condensador, una bobina o un elemento de construcción semiconductor orgánico.
- 30 42. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el cuerpo de múltiples capas es un elemento de lámina, en particular una lámina de transferencia, una lámina de estampación en caliente o lámina estratificada.
- 35 43. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la primera capa (3m) y/o la segunda capa (3p) forman una capa de orientación para la alineación de cristales líquidos.
- 40 44. Procedimiento según la reivindicación 43, **caracterizado por que** la capa de orientación presenta estructuras difractivas para la orientación de los cristales líquidos, que están alineados localmente de distinta manera, de modo que los cristales líquidos observados con luz polarizada representan una información, tal como por ejemplo un logotipo.
- 45 45. Procedimiento según la reivindicación 1 para la fabricación de un cuerpo de múltiples capas (200) con una segunda capa parcialmente moldeada (31 m), **caracterizado por que** en una primera zona de una capa de replicación (30) se moldea una primera estructura de relieve difractiva (40), **por que** una primera capa (30m) se aplica sobre la capa de replicación (30) en la primera zona y en una segunda zona, en la que la primera estructura de relieve no está moldeada en la capa de replicación (30), con una densidad superficial constante con respecto a un plano extendido por la capa de replicación (30), **por que** una capa fotosensible o máscara de lavado fotosensible (8) se irradia a través de la primera capa (30m), de modo que la capa o máscara de lavado fotosensible (8) se irradia de manera condicionada por la primera estructura de relieve en la primera y en la segunda zona de manera distinta, y **por que** la segunda capa (31m) con el uso de la capa o máscara de lavado fotosensible irradiada (8) se separa como capa de máscara en la primera zona, sin embargo no en la segunda zona o en la segunda zona, sin embargo no en la primera zona.
- 50 46. Procedimiento según la reivindicación 45, **caracterizado por que** la capa fotosensible o máscara de lavado fotosensible (8) se irradia a través de la segunda capa.
- 60 47. Procedimiento según la reivindicación 45 o 46, **caracterizado por que** la capa de replicación se aplica sobre una capa de soporte de una máscara de exposición.
48. Procedimiento según una de las reivindicaciones 45 a 47, **caracterizado por que** la capa fotosensible se aplica sobre la segunda capa.
- 65 49. Procedimiento según una de las reivindicaciones 47 a 48, **caracterizado por que** la segunda capa se aplica

sobre la máscara de lavado fotosensible.

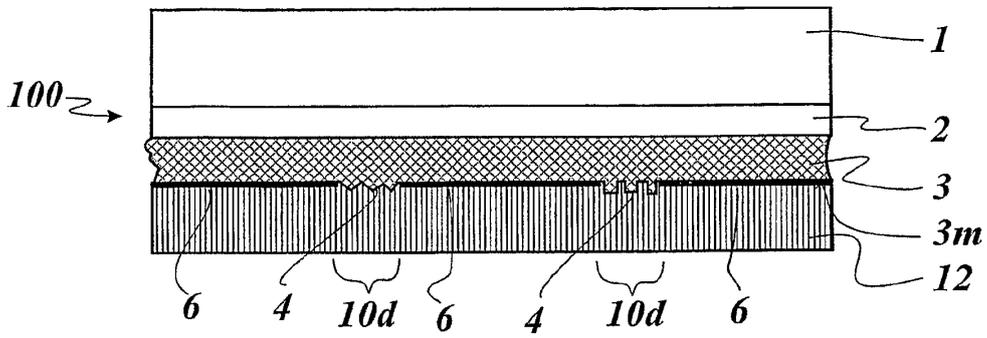


Fig. 1

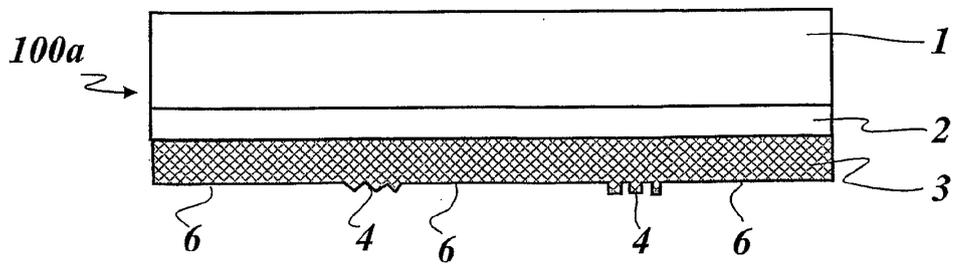


Fig. 2

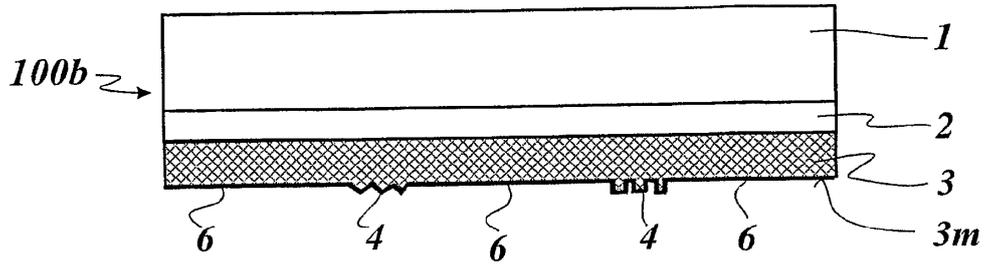


Fig. 3

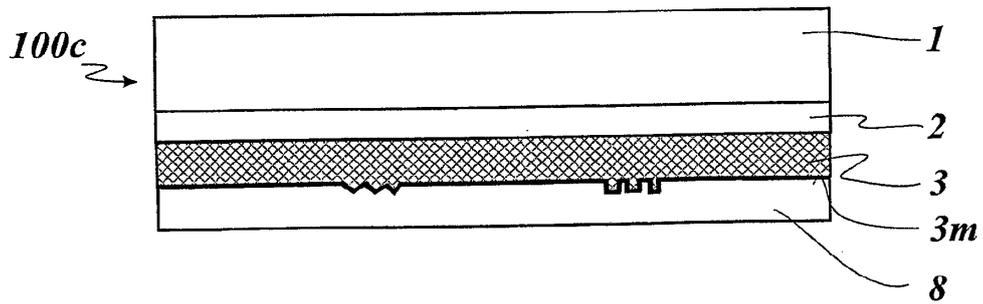


Fig. 4

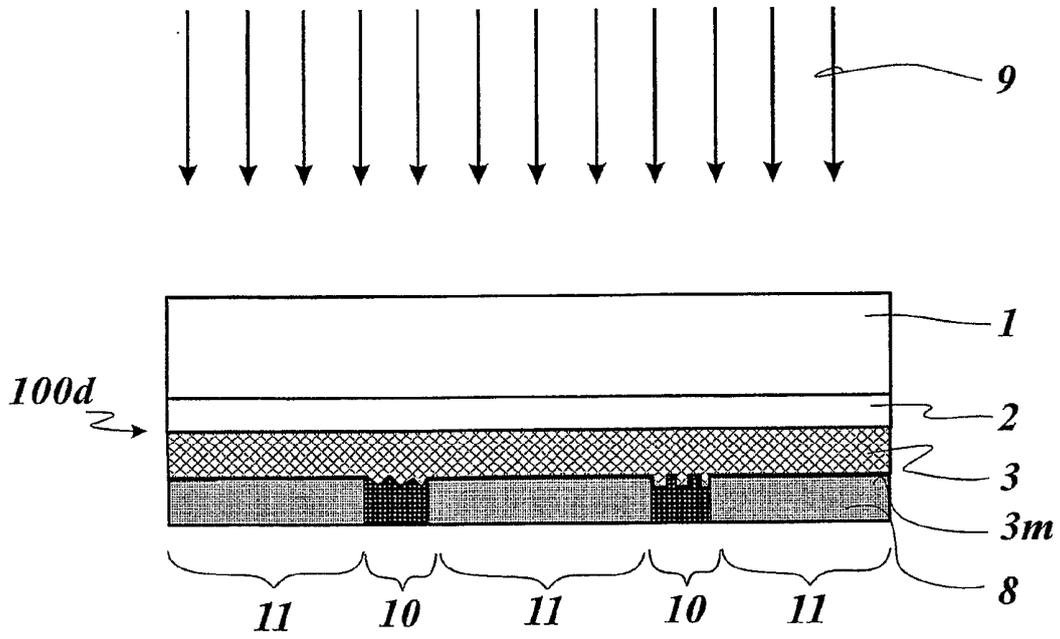


Fig. 5

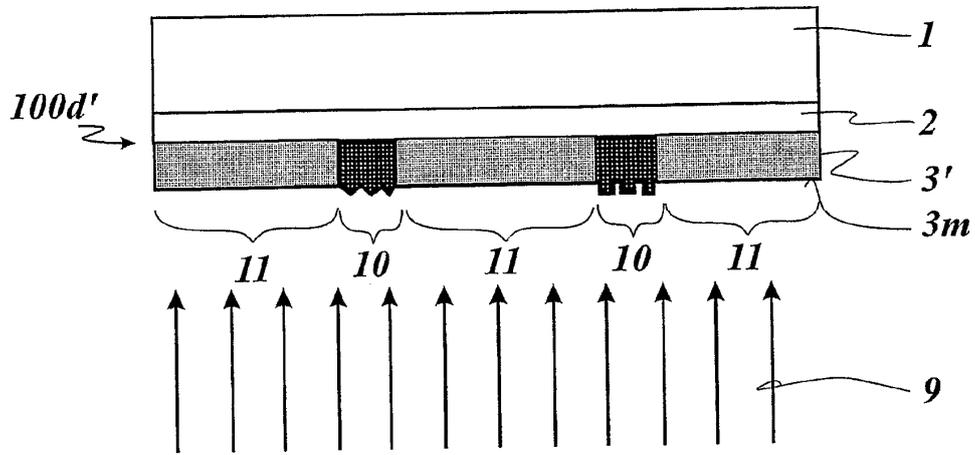


Fig. 5a

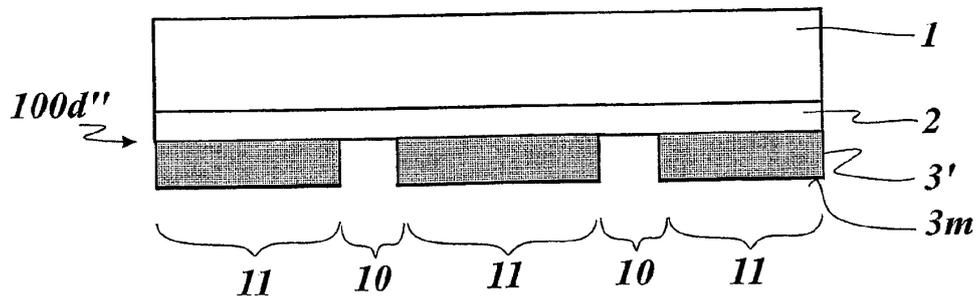


Fig. 5b

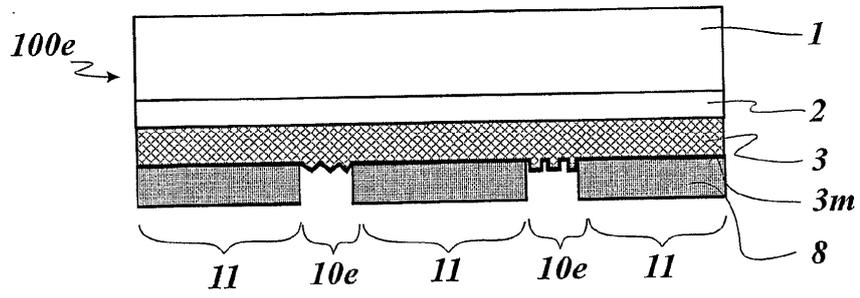


Fig. 6

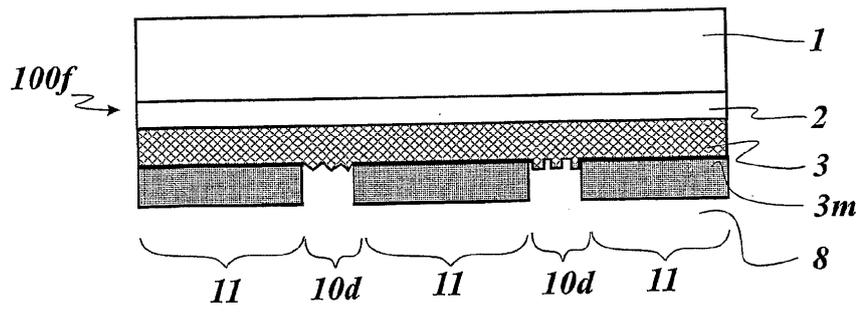


Fig. 7

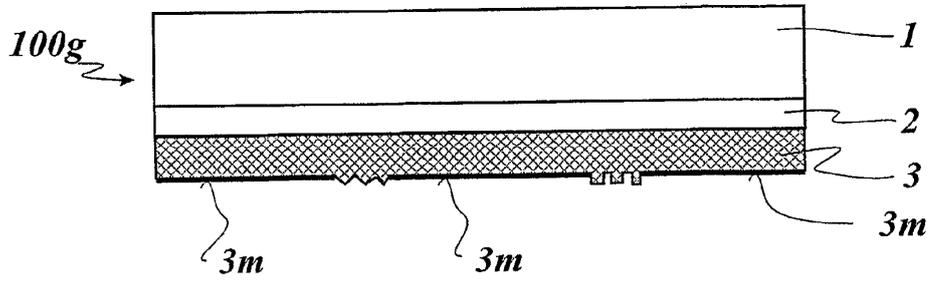


Fig. 8

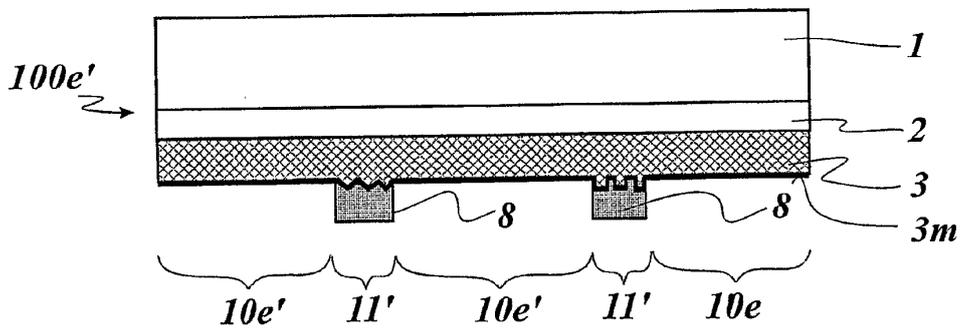


Fig. 9

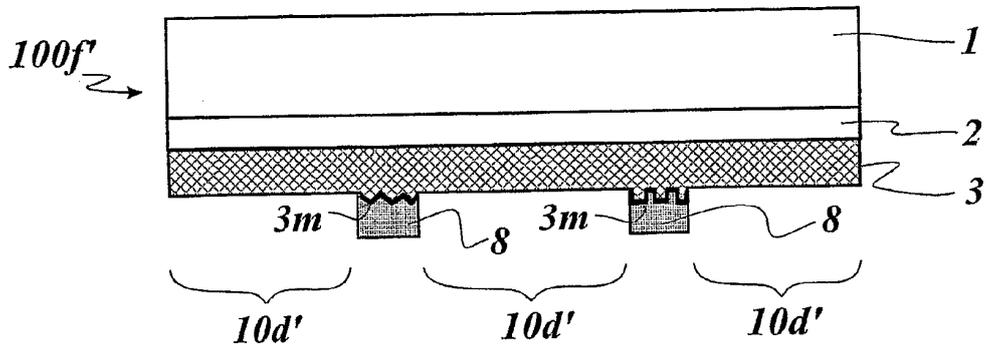


Fig. 10

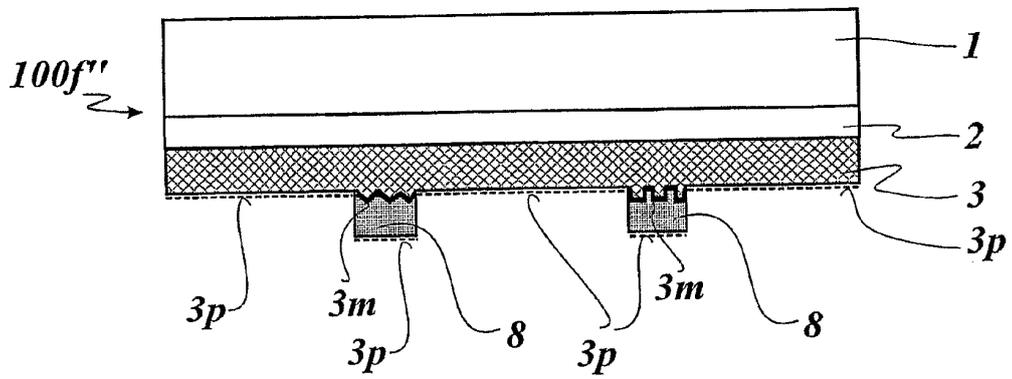


Fig. 11

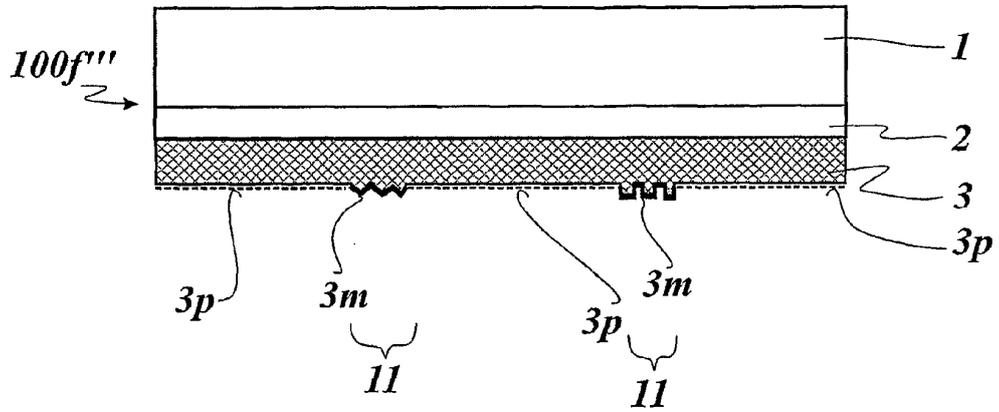


Fig. 12

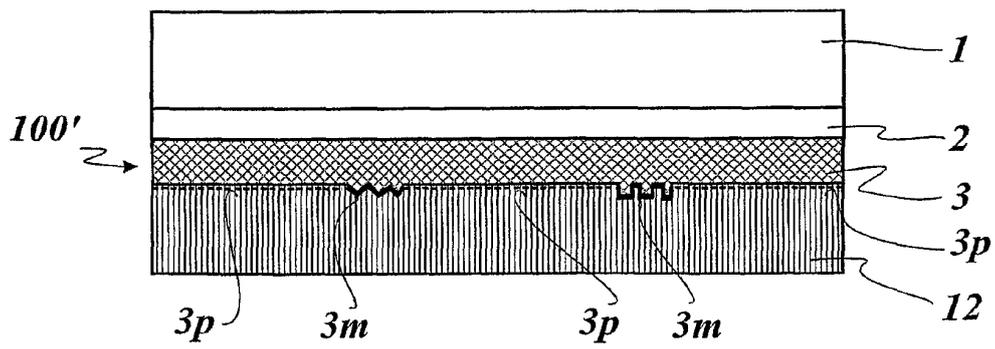


Fig. 13

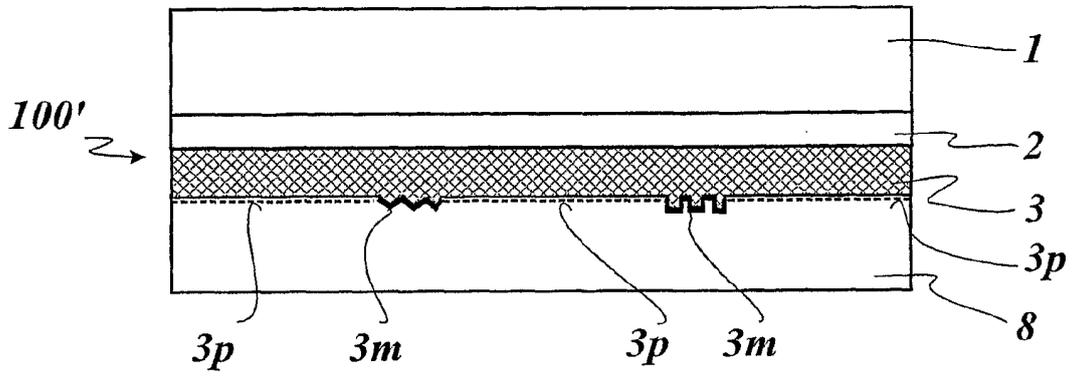


Fig. 14a

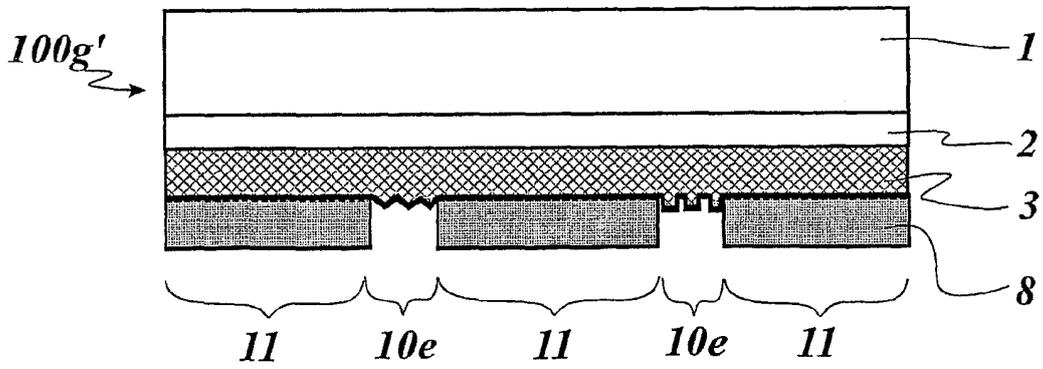


Fig. 14b

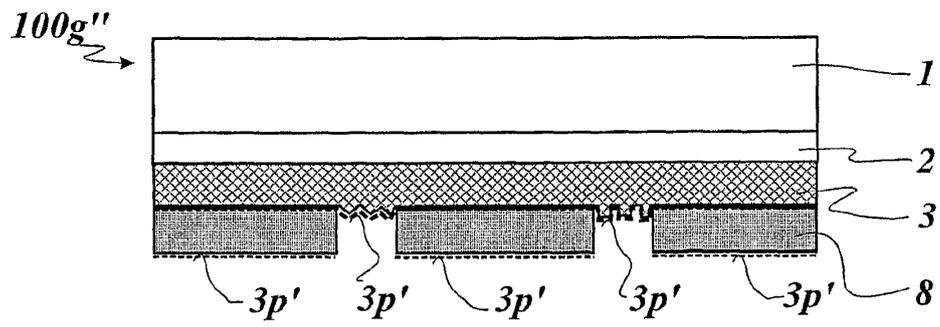


Fig. 14c

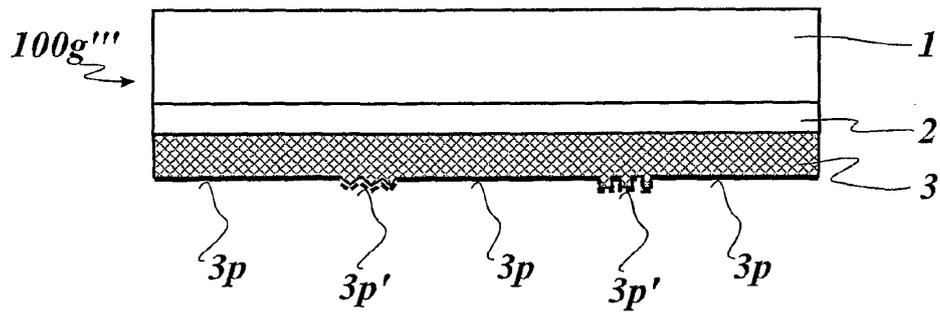


Fig. 14d

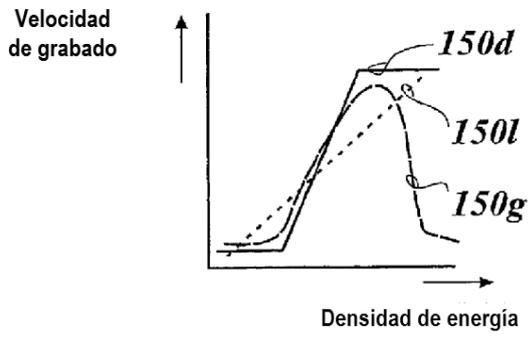


Fig. 15

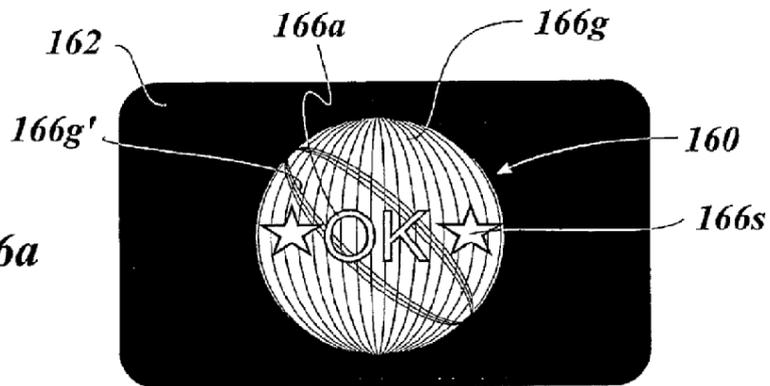


Fig. 16a

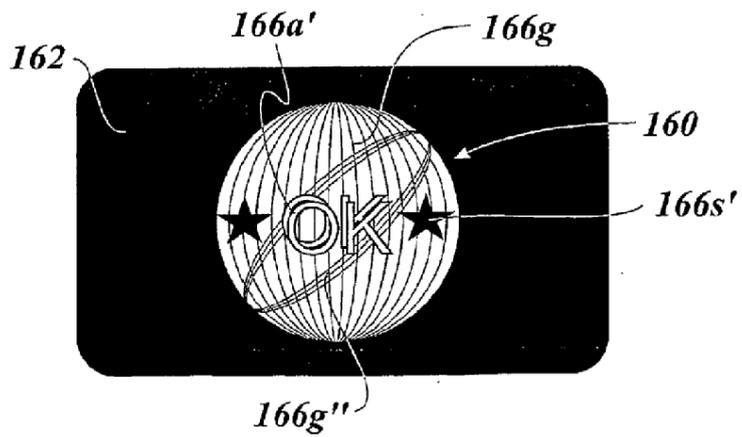


Fig. 16b

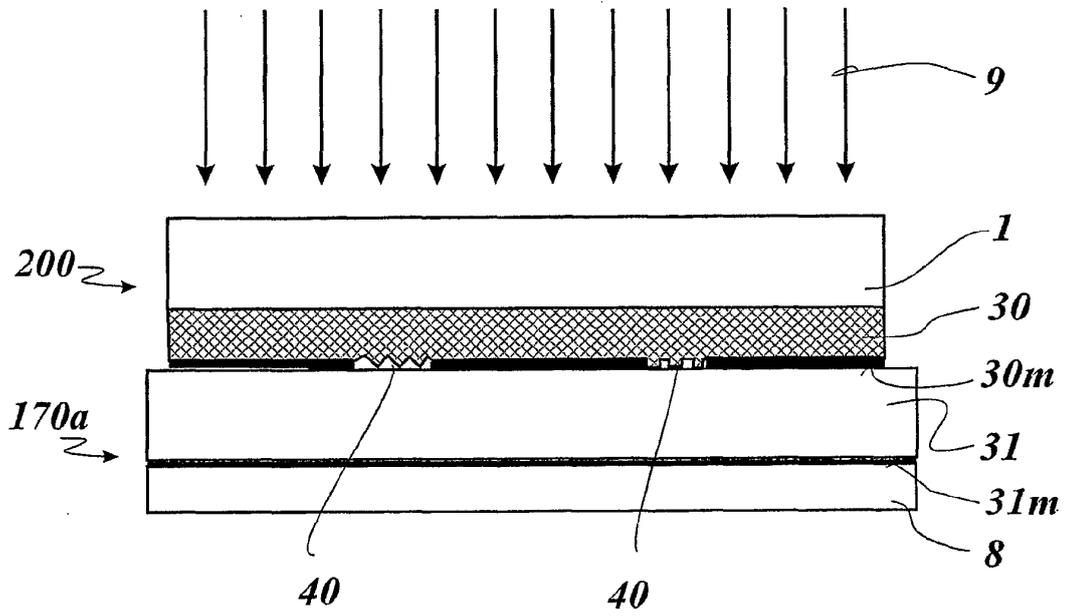


Fig. 17a

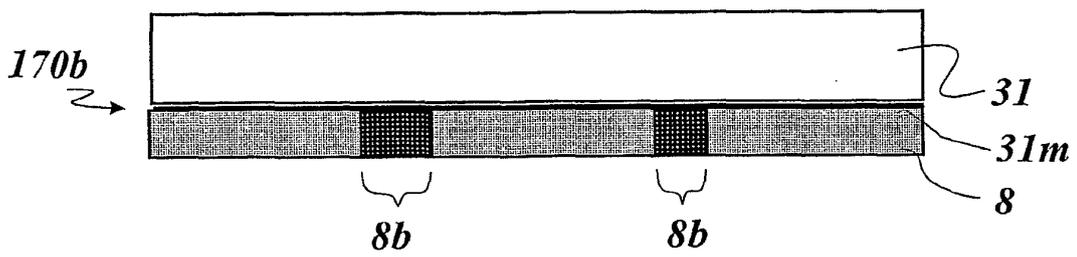


Fig. 17b

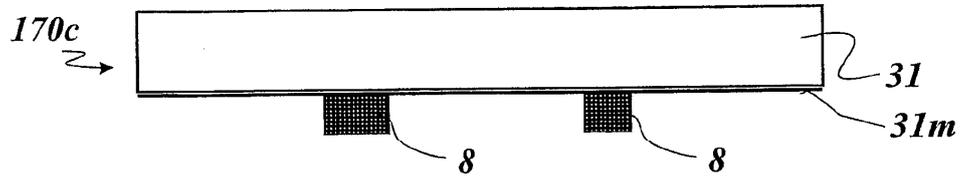


Fig. 17c

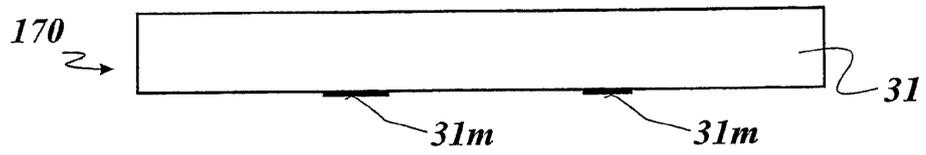


Fig. 17d