

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 056**

51 Int. Cl.:
B44C 1/16 (2006.01)
B44C 1/17 (2006.01)
B42D 15/00 (2006.01)
G02B 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06724242 .0**
96 Fecha de presentación: **11.04.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1871620**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.01.2008**

54 Título: **CALCOMANÍA CON UNA CAPA DE DISEÑO EN RELIEVE.**

30 Prioridad:
13.04.2005 DE 102005017170

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.12.2011

73 Titular/es:
**OVD KINEGRAM AG
ZÄHLERWEG 12
6301 ZUG, CH**

72 Inventor/es:
**STAUB, René;
HANSEN, Achim y
ATTNER, Juri**

74 Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro**

ES 2 371 056 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

Calcomanía con una capa de diseño en relieve

5 La invención se refiere a una calcomanía en particular a una calcomanía de estampación en caliente que comprende una película base y una capa de calco desprendible de la película base, dispuesta sobre ella y con una capa de diseño; un procedimiento para producir una calcomanía de este tipo así como un cuerpo de varias capas.

10 Con un diseño superficial adecuado se puede aumentar el valor útil de los productos de tecnología, por ejemplo, diseñándolos con superficies menos reflectantes o que repelan la suciedad.

En el documento DE19962641 está descrito un procedimiento para generar una superficie metálica autolimpiable quedando restringido el procedimiento a superficies metálicas.

15 El documento DE 10233831 A1 prevé aplicar una sustancia endurecible como capa base a una superficie a proteger mediante un procedimiento de revestimiento, aplicar nanopartículas a la capa base mediante el procedimiento de revestimiento y fijar las partículas al endurecer la capa base. El procedimiento de revestimiento tiene el inconveniente de que su resultado depende del tipo de nanopartículas y del procedimiento de aplicación. Resulta inconveniente que se prevea aplicar las nanopartículas con una pistola de pulverización y que las nanopartículas se puedan desprender de la capa base tras un uso prolongado. Además el efecto toxicológico de las nanopartículas no se ha estudiado apenas en lo que se refiere a la producción, uso y eliminación, lo que entraña un riesgo.

20 El documento WO 92/00856 describe una Calcomanía que sirve para producir impresiones de talla dulce palpables con la mano y que presenta una película base con un diseño en relieve y una capa de calco con un diseño en relieve complementario a aquel.

25 El documento EP 1182055 A describe un elemento portador de información óptico que es una unión de capas con una película base cuyas caras superior e inferior tienen unos diseños en relieve con un nivel de detalle microscópico.

30 El objetivo de la invención es exponer una calcomanía y un procedimiento adecuado y económico para la producción en serie en el que se produzca un cuerpo de varias capas con una capa de diseño externa así como un cuerpo de varias capas producido con este procedimiento.

35 El objetivo de la invención se consigue con una calcomanía, en particular, una calcomanía de estampación en caliente, que comprende una película base y una capa de calco desprendible de la película base, dispuesta sobre la película base y con una capa de diseño, previéndose que se conforme un diseño en relieve maestro en la cara de la película base que está orientada hacia la capa de diseño y que la capa de diseño presente en su cara orientada hacia la película base un diseño en relieve complementario al diseño en relieve maestro de la película base, comprendiendo el diseño en relieve complementario un microdiseño y siendo la capa de diseño de un espesor < 20 μm.

40 El objetivo se consigue además con un procedimiento para producir una calcomanía que comprende una película base y una capa de calco desprendible de la película base, dispuesta sobre la película base y que tiene una capa de diseño previéndose que se conforme un diseño en relieve maestro en la película base, que se aplique la capa de diseño a la película base, conformándose en la capa de diseño un diseño en relieve complementario al diseño en relieve maestro de la película base comprendiendo el diseño en relieve complementario un microdiseño y que el diseño en relieve complementario se fije por solidificación o endurecimiento de la capa de de diseño proyectándose la capa de diseño de un espesor < 20 μm.

45 El objetivo se consigue además mediante un cuerpo de varias capas con una capa de diseño formando ésta la cara frontal del cuerpo de varias capas y constituida a partir de la calcomanía según la invención estando hecho, en una primera superficie de la capa de diseño que forma la cara frontal del cuerpo de varias capas, el diseño en relieve complementario y siendo la capa de diseño transparente y de un espesor < 20 μm.

50 Con la invención se hacen posibles capas de diseño de un espesor muy pequeño y calcarlas gracias a la película base. La película base con el diseño en relieve maestro tiene la función de dotar de estabilidad mecánica y proteger el diseño superficial cuando se aplica la capa de calco a una superficie que se quiere proteger.

55 El espesor de la capa de diseño transparente se puede reducir en base a la invención de modo que cuando la capa de diseño se aplique a un sistema óptico o a una pantalla no se provoque una distorsión de la imagen. En base al procedimiento según la invención los diseños en relieve conformados en la capa de diseño se pueden diseñarse exclusivamente según criterios funcionales. Además es posible utilizar dispositivos y pasos de procedimiento probados con éxito en la práctica y adecuados para la producción en serie y conformar la capa de diseño mediante un proceso de rollo a rollo.

60 Puesto que el primer diseño en relieve está dispuesto en la superficie del cuerpo de varias capas, éste puede

proporcionar protección científica superficial para superficies sensibles preferentemente protección contra suciedades.

Otros diseños ventajosos se indican en las reivindicaciones dependientes.

5 Se puede prever que la capa de diseño tenga un diseño transparente. Puede ser también, sin embargo, una capa de diseño opaca y/o de color que, por ejemplo, imite la superficie típica de un material. En este caso se puede imitar tanto el efecto óptico del material como el táctil.

10 En una realización ventajosa se prevé que el diseño en relieve maestro esté hecho por estampación en la película base. Puede preverse también que la película base presente una capa de laca de replicación en la que esté hecho el diseño en relieve maestro, por ejemplo, por estampación térmica o ultravioleta.

15 Se puede prever que entre la película base y la capa de calco esté dispuesta una capa desprendible. Esta capa desprendible puede ser, por ejemplo, una capa de cera tomándose en consideración el espesor de la capa desprendible a la hora de hacer el diseño en relieve maestro.

20 Además se puede prever que una capa de protección esté hecha sobre el primer diseño en relieve. Ventajosamente también puede preverse que la capa de diseño en el material se elija de tal manera que constituya una capa de protección.

25 El diseño en relieve es preferentemente un diseño en relieve no aleatorio. Se entiende por un diseño en relieve no aleatorio uno que se forme específicamente y que no sea resultado de imperfecciones superficiales de las superficies del material. Los diseños en relieve no aleatorios se reconocen en particular por ser reproducibles voluntariamente.

30 Si se genera, por ejemplo, un diseño en relieve con un perfil deseado, por ejemplo, a escala industrial a partir de una película base en continuo, para ello sirve habitualmente un estampador o cilindro con un modelado acorde que es de una longitud finita. Debido a la aplicación continua de la herramienta con el modelado sobre la película base en continuo se van repitiendo en ella a intervalos regulares los diseños en relieve que se van haciendo y por tanto se observan diseños en relieve no aleatorios incluso aunque a primera vista, localmente, parezcan estar presentes diseños en relieve aleatorios.

35 Un diseño en relieve no aleatorio además se reconoce, por ejemplo, porque determinados modelados que en general no aparecen o sólo lo hacen muy raras veces se presentan de golpe concentradamente, periódicamente o casi periódicamente.

40 Mientras que de un diseño en relieve aleatorio, como la irregularidad superficial se espera un modelado más bien indefinido y redondeado, los diseños en relieve no aleatorios presentan, por ejemplo, unos modelados hechos geoméricamente y exactos, como perfiles en ángulo recto, perfiles en diente de sierra, perfiles semiesféricos o diseños reticulares tipo Blaze. Además los diseños en relieve no aleatorios presentan, por ejemplo, perfiles con una profundidad del perfil que se escalona en niveles de profundidad constante tipo escalera, como, por ejemplo, el perfil binario descrito en el documento DE 10054503 B4.

45 Un caso especial de perfil tipo escalera es, por ejemplo, un perfil en ángulo recto asumiendo que los niveles de profundidad locales sólo toman valores discretos. La diferencia entre dos rebajes consecutivos está preferentemente en un intervalo de 0,5 μm a 50 μm . La profundidad del perfil toma un valor $< 5 \mu\text{m}$ relativo a un nivel medio.

50 Diseños en relieve no aleatorios con un nivel de detalle microscópico con profundidad del diseño variable localmente se divulgan por ejemplo en el documento EP 992020 B1.

Ha resultado positivo que el diseño en relieve complementario comprenda un microdiseño cuyas dimensiones queden por debajo de los límites de resolución del ojo humano.

55 Los diseños en relieve complementarios pueden ser en general un microdiseño con sus dimensiones por debajo de los límites de resolución del ojo humano y además ser también un macrodiseño resultando visibles para el ojo humano. Entonces puede estar presente un macrodiseño junto a un microdiseño y/o estar superpuesto con un microdiseño. Un microdiseño puede ofrecer entonces un efecto óptico que simule la presencia de un macrodiseño.

60 El diseño en relieve complementario puede ser un diseño mate y/o un diseño difractivo y/o un diseño refractivo y/o un macrodiseño.

65 En el caso del diseño mate se trata de un diseño difractivo con modelado estocástico de modo que la luz incidente se dispersa de una forma aleatoria. Los diseños mate poseen a escala microscópica elementos de diseño en relieve de un nivel de detalle fino que determinan la capacidad de dispersión y que se pueden describir mediante magnitudes características estadísticas como por ejemplo el valor Ra de irregularidad medio y la longitud l_c de

correlación. Preferentemente los diseños mate presentan un valor Ra de irregularidad medio dentro del intervalo de 20nm a 2000nm preferentemente dentro del intervalo de 50 nm a 500 nm. La longitud l_c de correlación está preferentemente dentro del intervalo de 200 nm a 50 000 nm, en particular dentro del intervalo de 500 nm a 10 000 nm.

5 Los diseños difractivos son diseños que producen efectos ópticos por difracción de la luz, por ejemplo, retículas de difracción u hologramas. En este caso se puede tratar de los clásicos hologramas 2D/3D u hologramas 3D que con un diseño superficial pueden representar información tridimensional. Visto localmente el perfil, se puede considerar que el holograma generado holográficamente, por ejemplo, un holograma de Fourier, es aproximadamente periódico
10 estando el número de líneas típico dentro del intervalo de 300 l/mm a 2000 l/mm y la profundidad de diseño típica dentro del intervalo de 50 nm a 800 nm.

15 Un holograma generado por ordenador como por ejemplo la llamada cineforma puede dar la impresión de un relieve superficial estocástico y presentar un efecto difractivo asimétrico. Una profundidad de diseño típica toma el valor de la mitad o de un múltiplo de la longitud de onda de la luz incidente y se ajusta en base a si la cineforma desarrollará un efecto por transmisión o reflexión.

20 En el caso de diseños refractivos se trata de diseños que generan efectos ópticos en base a la refracción de la luz, por ejemplo, microlentes. Estas microlentes se usan disponiéndolas no individualmente sino en una retícula regular unas junto a otras.

Estos diseños presentan dimensiones inferiores a la resolución mínima del ojo humano.

25 En el caso de los macrodiseños se trata de diseños cuyas dimensiones se pueden percibir por el ojo humano, por ejemplo, elementos de diseño que están formados por áreas del diseño.

30 Los macrodiseños pueden estar generados, por ejemplo, mediante lentes o diseños en relieve especialmente conformados que actúen ópticamente como los difractivos generando un efecto visible parecido al de las lentes, como, en particular, se hace mediante los diseños en relieve según el documento DE 10254499 B4 o el documento DE 10254500 B4. El diseño visible macroscópicamente se simula en este caso, en esencia, gracias al diseño en relieve que actúa ópticamente como difractivo con una resolución imperceptible para el ojo. Además puede estar hecho un macrodiseño de acuerdo con el documento DE 10216561 A1 siendo una función diferenciable por lo menos a trozos y creciente, por lo menos curva en zonas parciales y cuyos valores extremos vecinos al menos estén separados 0,1 mm.

35 Los macrodiseños superpuestos con un microdiseño se pueden observar, por ejemplo, en el documento WO 03/084764 A2. En este caso se describe un diseño de difracción formada a partir de un solapamiento aditivo o sustractivo de un diseño macroscópico con un perfil en relieve con nivel de detalle microscópico.

40 En configuraciones ventajosas se prevé que el diseño en relieve tenga un efecto antireflectante y/o sea tipo difusor y/o repela la suciedad. Para realizar un diseño en relieve que repela la suciedad puede preverse además que la capa de diseño sea de tipo hidrófobo.

45 En el caso de un diseño en relieve con efecto antireflectante la distancia entre dos realces vecinos del diseño en relieve es más pequeña, en particular, que la longitud de onda de la radiación incidente.

En el caso de un diseño en relieve tipo difusor la separación entre dos realces vecinos del diseño en relieve es, en particular, más pequeña que 10 veces la longitud de onda de la radiación incidente.

50 Estas características anteriores del diseño en relieve se pueden conseguir mediante que el diseño en relieve presente una relación profundidad a ancho alta preferentemente una relación profundidad a ancho >1 .

55 La relación adimensional entre profundidad y ancho es una característica diferenciadora de los diseños preferentemente periódicos. La profundidad t , en este caso, es la distancia entre puntos máximo y mínimo consecutivos de un diseño de este tipo, es decir, es la profundidad de un "valle". El ancho b es la distancia entre dos puntos máximos consecutivos, es decir, entre dos "crestas". El ancho b se denomina también periodo de la retícula cuando el diseño en relieve es una retícula de difracción. Cuanto más alta sea la relación entre profundidad y ancho más verticales son los flancos de las "crestas". Cuando se trata de un diseño en relieve en ángulo recto los flancos de las "crestas" son perpendiculares.

60 El diseño en relieve puede ser, por ejemplo, una retícula lineal o una retícula en cruz, es decir, en un plano generado por las coordenadas x e y que se extienda en las direcciones x y/o y . El diseño en relieve puede ser también un diseño que se extienda en tres direcciones, por ejemplo, una retícula hexagonal.

65 Puede preverse que el ancho o el periodo de la retícula del diseño en relieve sea más pequeño que la longitud de la de onda de la luz si se trata de un diseño en relieve ópticamente activo, para evitar el reflejo de una superficie. Para

el intervalo de la luz visible esto significa que, considerando la sensibilidad espectral máxima del ojo humano para una longitud de onda $\lambda = 555$ nm de la luz el período de la retícula tiene que ser $b < 550$ nm. La profundidad mínima del diseño en relieve necesaria para evitar bien los reflejos tiene que estar por lo menos en el orden de magnitud de media longitud de onda de la luz es decir $t > 275$ nm.

5 Para aumentar la estabilidad mecánica del diseño en relieve se puede prever que el diseño en relieve tenga sea un macrodiseño al que se superponga un microdiseño. El macrodiseño puede tener un periodo de retícula que tome el valor de 10 veces hasta 100 veces la longitud de onda de la radiación incidente. Es decir para una $\lambda = 550$ nm b está entre $5,5 \mu\text{m}$ y $55 \mu\text{m}$. Para dimensionar el microdiseño se aplican las reglas anteriormente mencionadas. Cuando las “crestas” están distribuidas por el macrodiseño de forma regular pueden aparecer, cuando la radiación incidente se refleja, efectos direccionales no deseados que causan el llamado efecto Moiré. Por esto puede preverse preferentemente que las “crestas” estén distribuidas aleatoriamente por el macrodiseño de modo que la radiación incidente en la superficie del diseño en relieve se refleje totalmente de forma difusa.

15 Además puede estar previsto que el diseño en relieve sea tipo difusor. En este caso la capa de diseño constituida en su superficie gracias a un diseño en relieve de este tipo puede ser un difusor tanto bajo luz reflejada como al trasluz. La capa de diseño puede así, por ejemplo, utilizarse como cristal mate para una cámara réflex o como superficie de retroproyección o como una superficie de una pantalla. En todos estos casos la capa de diseño hace que la luz reflejada o transmitida se pueda ver para un intervalo de ángulos grande.

20 En otro diseño ventajoso puede preverse que el diseño en relieve se haga a partir de microlentes cuyo índice de refracción varíe y así desvíe la luz difusamente. Este efecto óptico conocido como graduación de índice o como efecto GRIN se puede conseguir, por ejemplo, con ayuda de materiales fotopoliméricos. En este caso los monómeros difunden en las zonas que quedan polimerizadas con luz de modo que en cada microlente haya un índice de refracción que varía espacialmente. Un material fotopolimérico de este tipo son los monómeros fotopolimerizables u oligómeros o mezclas de monómeros fotopolimerizables. Entre ellos están la resina Epoxy, alilos, éter de vinilo y otros monómeros orgánicos que contienen vinilo, así como acrilato y metacrilato. Al material fotopolimérico se le puede añadir un fotoiniciador que de comienzo a la polimerización bajo la acción de la luz y un inhibidor que impida la polimerización por debajo de un valor umbral de intensidad de la luz, por ejemplo, oxígeno.

30 Además puede preverse preferentemente que el diámetro de las microlentes esté entre $3 \mu\text{m}$ y $80 \mu\text{m}$ más preferentemente entre $5 \mu\text{m}$ y $50 \mu\text{m}$.

35 El diseño en relieve también puede estar diseñado de modo que la luz se disperse en un intervalo de ángulos prefijado. Utilizando los diseños en relieve de perfil asimétrico se pueden conseguir también distribuciones de luz asimétricas.

40 Un diseño en relieve que repela la suciedad se consigue haciéndolo de material hidrófobo y eligiendo el periodo de la retícula menor que las dimensiones medias de las partículas de suciedad. Las partículas de suciedad más pequeñas que presentan unas dimensiones de un orden de magnitud de $2 \mu\text{m}$ a $5 \mu\text{m}$ quedan atrapadas por las gotas de agua que deslizan hacia abajo y así se hacen desaparecer del diseño en relieve. En este caso los realces diminutos del diseño en relieve actúan hidrofóticamente porque el agua, debido a su tensión superficial, no puede humectar el diseño en relieve. En particular, la combinación de los efectos mencionados hace posibles soluciones que, por ejemplo, sobrepasan claramente el estado de la técnica conocido, y hacen que las superficies de elementos constructivos ópticos sean antirreflectantes mediante capas de interferencia.

45 Además se puede prever que la capa de diseño según la invención se aplique también a conjuntos estructurales que producen el efecto antirreflectante conocido. Ventajosamente también se puede prever el cuerpo de varias capas según la invención para pantallas y elementos fotovoltaicos.

50 Además puede preverse que la capa de diseño sea un componente óptico o una parte de un componente óptico. Se puede tratar en este caso, por ejemplo, de lentes de Fresnel que, a pesar de su diseño plano, pueden lograr el efecto óptico de una lente convexa de un espesor mucho mayor. Por ejemplo una lente de Fresnel de este tipo puede estar integrada en un determinado señalador de una revista y así permitiría la lectura de los caracteres pequeños a personas con una capacidad visual limitada.

55 La aplicación de la capa de diseño a un objeto al que haya que colocar una superficie con función técnica resulta posible de forma particularmente sencilla y firme porque la capa de diseño junto con una capa adhesiva forman un cuerpo de varias capas que está protegido por la película base contra daños en el diseño superficial hasta su colocación sobre la superficie del objeto y también durante el proceso de aplicación. El adhesivo es preferentemente un adhesivo en caliente. La capa de diseño se puede aplicar entonces, por ejemplo, por medio de un proceso de impresión bajo la acción de calor y presión. Otros adhesivos pueden ser adhesivos en frío, adhesivos sensibles a la presión y adhesivos endurecibles por radiación UV. En este caso es ventajoso que la superficie opuesta a la capa de calco de la película base tenga una capa desprendible haciendo posible que se haga rodar la calcomanía sin que exista el peligro de que al desenrollar la calcomanía se desprenda la capa de diseño de la película base.

El adhesivo puede estar aplicado, por el contrario, también sobre el objeto. La transferencia se puede realizar de nuevo, por ejemplo, bajo la acción de presión y calor. Especialmente ventajoso resulta la presión del adhesivo en un patrón prefijado, en particular, en el registro del objeto al que la capa de diseño se va a transferir.

5 El cuerpo de varias capas con la capa de diseño según la invención se puede modificar para tareas múltiples al estar provisto, además de la capa adhesiva, de otras capas. Puede preverse, por ejemplo, que el cuerpo de varias capas esté hecho para medir, o detectar gases y/o líquidos y/o sustancias sólidas en aplicaciones biológicas y/o médicas. El cuerpo de varias capas puede estar diseñado como un elemento de seguridad para proteger documentos y/o objetos de valor por ejemplo incrustando en su relieve superficial un modelado que sea una marca o un logo.

10 Además puede preverse que el cuerpo de varias capas se diseñe como una capa antireflectante, un difusor o una capa autolimpiable de protección que se puedan aplicar a una superficie. El cuerpo de varias capas además puede ser un componente óptico o una parte de un componente óptico. Incluso el cuerpo de varias capas puede ser una capa de decoración aplicable o ser una capa para modificar la fricción superficial al aplicarla a una superficie. En lo que sigue se detallará la invención en base a varios ejemplos de realización con ayuda de los dibujos adjuntos.

Muestran:

20 la figura 1: un cuerpo de varias capas según la invención aplicado a un sustrato base representado en sección esquemáticamente.
 las figuras 2a a 2c: dos etapas de conformado del cuerpo de varias capas de la figura 1 representadas en sección esquemáticamente
 la figura 2d: la aplicación del cuerpo de varias capas de la figura 2 al sustrato base
 25 la figura 3: un primer ejemplo de realización de un diseño en relieve representado en sección esquemáticamente
 la figura 4: un segundo ejemplo de realización de un diseño en relieve representado en sección esquemáticamente
 las figuras 5a y 5b: un tercer ejemplo de realización de un diseño en relieve representado en sección esquemáticamente
 30 la figura 6: un primer ejemplo de aplicación representado en sección esquemáticamente
 la figura 7: un segundo ejemplo de aplicación representado en sección esquemáticamente

35 La figura 1 muestra un cuerpo 1 de varias capas constituido por una capa 14 de diseño transparente y una capa 16 adhesiva sobre un cuerpo 20 de soporte. El cuerpo 20 de soporte puede ser, por ejemplo el cristal frontal de una pantalla.

40 La capa 14 de diseño transparente presenta un diseño en relieve en su lado superior más alejado de la capa 16 adhesiva. El diseño 14 en relieve puede ser, por ejemplo, un diseño en relieve que reduzca la reflexión, como se describirá más abajo al hacer referencia a la figura 3 y a la figura 4. El diseño 14 en relieve puede ser también un diseño en relieve que repela la suciedad, descrito más abajo al hacer referencia a la figura 5a y a la figura 5b.

Además se puede prever que el diseño 14o en relieve sea un retroreflector. En este caso se puede tratar por ejemplo de una región parcial en forma de un logo.

45 El diseño 14o en relieve puede estar determinado también para una representación en relieve de modelados cuya profundidad de perfil esté limitada a un valor prefijado, en analogía con una lente de Fresnel. Un diseño en relieve de este tipo distorsiona poco la visión, por ejemplo, de un documento que quede por debajo de él, debido a la poca reflexión en la superficie, aunque a pesar de todo en condiciones de observación apropiadas se puede comprobar de forma sencilla.

50 Además se puede prever que la superficie de la capa 14 de diseño esté metalizada parcialmente o tenga o una capa dieléctrica.

55 Las figura 2a-2c muestran por su parte las etapas de conformado del cuerpo 1 de varias capas representado en la figura 1.

60 La figura 2a muestra una película 18 base en la que está conformado un diseño 18 en relieve maestro. La película 18 base puede ser una película de poliéster o una película de polipropileno o una película de BOP con un espesor de 6 µm a 150 µm, preferentemente con un espesor de 12 µm a 70 µm. El diseño 18m en relieve maestro se puede generar, por ejemplo, directamente mediante estampación en caliente sobre la película base. Para esto se puede poner en contacto un rodillo de estampación en caliente con la película base.

65 El diseño 18m en relieve maestro, en un paso intermedio, se puede cubrir parcialmente con una capa metálica o dieléctrica, por ejemplo, vaporizando para formar como se ha descrito más arriba la capa 14 de diseño con recubrimientos parciales.

En otra configuración que no es según la invención puede preverse que se cubra la película 18 base con una capa de laca en la que se conforme el diseño 18m en relieve maestro. En particular para conformar diseños 18m en relieve maestros con un nivel de detalle particularmente fino o especialmente profundos, como resulta necesario para las superficies que se hacen antireflectantes, se puede prever que sea una laca que se endurezca con rayos UV en la que se grabe el diseño 18m en relieve maestro por replicación UV. La laca que es endurecible por radiación UV se puede modificar para que resulte especialmente fluida de modo que sea capaz de rellenar completamente las cavidades más estrechas del rodillo de presión. La laca endurecible por radiación UV se puede endurecer directamente por radiación UV que se va haciendo incidir a lo largo de la película base. El rodillo de presión también puede ser un rodillo de presión óptico con el que se calque el diseño 18m en relieve maestro por replicación óptica, la laca ultravioleta se endurece parcialmente y en una unidad de lavado que se dispone a continuación la laca ultravioleta que no se ha endurecido se elimina aclarando.

La laca endurecible por radiación UV puede ser, por ejemplo, una de las siguientes lacas:

Acrilato de poliéster, acrilato de polieter, acrilato de uretano, o acrilato epoxy monomérico u oligomérico así como acrilato de poliéster, acrilato de polieter, acrilato de uretano aminomodificados.

Sin embargo se puede prever que sea una laca termoplástica que se replique mediante estampación en caliente con presión y calor. Se puede tratar, por ejemplo, de una laca con las siguientes composiciones:

Componente	% en peso
cetona de metil etilo	400
acetato de etilo	260
acetato de butilo	160
metacrilato de polimetilo (punto de reblandecimiento 170 °C aproximadamente)	150
copolimerizado de estireno (punto de reblandecimiento 100 °C aproximadamente)	30

Como se ha detallado con los ejemplos anteriormente descritos, en el procedimiento según la invención, se pueden modificar las características del diseño en relieve maestro dentro de intervalos grandes siendo aplicables pasos del proceso adecuados para producción en serie. La figura 2b muestra por su parte la película 18 base replicada completamente en la capa 14 de diseño transparente. La capa 14 de diseño consta de una laca, en particular, de una laca termoplástica o de una laca endurecible por radiación UV con un espesor dentro del intervalo de 0,5 µm a 20 µm, que se extiende preferentemente con un rodillo de presión y después de quedar aplicada se endurece. También es posible pulverizar la laca sobre la película base replicada o aplicarla con rasqueta o por revestimiento rotativo.

La capa 14 de diseño para capas de diseño de mayor espesor (>10 µm) puede estar hecha también de un sustrato PET fino que provisto de una laca endurecible por radiación UV y que se aplica por laminación a la película 18 base sin que se formen burbujas. La laca se pega primordialmente al PET fino y adquiere el diseño 18m en relieve maestro de la película 18 base. A continuación, el adhesivo 16 se puede aplicar por toda la superficie. La película PET fina que ya es parte de la capa 14 de diseño ya no se resquebraja por la estampación en caliente como sucede en la técnica conocida. Por eso se puede prever que la capa 14 de diseño se estampe de la forma deseada y arrancar las áreas de la capa 14 de diseño que no haya que calcar con la retícula de estampación. La forma del calco se fija por tanto mediante estampación y no mediante un punzón de calco.

Además es posible constituir la capa 14 de diseño en la superficie, localmente, a partir de distintos materiales, por impresión de distintas áreas parciales. Resulta particularmente ventajoso aplicar varios materiales del registro a distintos diseños 14o en relieve. Así se pueden realizar localmente en la capa 14 de diseño las combinaciones óptimas de material y relieve superficial.

La película base replicada actúa como molde para conformar el diseño en relieve. Se puede mejorar la calidad del conformado con presión y/o calor al aplicar la capa de diseño. También se puede prever una laca muy fluida que sea capaz de rellenar particularmente bien incluso las cavidades más pequeñas del diseño en relieve maestro. En general se puede prever endurecer la laca aplicada secándola, por ejemplo, mediante radiación térmica o por contacto con un cuerpo calentado, por ejemplo, un rodillo en rotación. Se puede prever un rodillo de secado para conformar una capa de diseño que tenga un lado posterior particularmente liso. Al utilizar la laca endurecible por radiación UV se puede endurecer la capa de diseño de forma particularmente fácil con un rodillo transparente o desde el lado frontal de la película base hacia atrás.

También se puede prever que la capa de diseño endurecible por radiación UV tenga un índice de refracción que varíe espacialmente. La radiación que necesariamente formará un patrón para conseguirlo se puede generar, por ejemplo, con máscaras dispuestas entre la fuente de radiación y la capa de diseño o con el diseño en relieve maestro.

Además la capa de diseño puede tener un índice de refracción prefijado, por ejemplo, para así evitar la refracción entre la capa de diseño y las capas dispuestas por debajo de ella. Ventajosamente el índice de refracción se prevé

de entre 1,4 y 1,7 si se aplica la capa de diseño a sustratos poliméricos o a un cristal óptico.

Puesto que el diseño en relieve de la capa de diseño está expuesto al entorno se puede prever también que la capa de diseño sea particularmente resistente a las acciones mecánicas y/o químicas y/o sea hidrófobo.

5 Una laca endurecible por radiación UV de gran resistencia mecánica puede presentar la siguiente composición:

Componente	% en peso
cetona de metil etilo	30
acetato de etilo	20
ciclohexanona	5
metacrilato de polimetilo (MG 60 000 g/mol)	18
pentaacrilato de dipentaeritritol	25
fotoiniciador (p. e. Irgacure 1000 de la empresa Ciba Geigy)	2

10 Con la siguiente composición se consigue una laca hidrófoba que se puede endurecer por radiación UV:

Componente	% en peso
cetona de metil etilo	28
acetato de etilo	20
Ciclohexanona	5
metacrilato de polimetilo (MG 60 000 g/mol)	18
pentaacrilato de dipentaeritritol	25
fotoiniciador (p. e. Irgacure 1000 de la empresa Ciba Geigy)	2
resina de polisiloxano	2

15 La figura 2c muestra la tercera y última etapa de conformado del cuerpo 1 de varias capas de la figura 1 aplicado a la película 18 base, en la que se aplica una capa 16 adhesiva a la capa 14 de diseño. La capa 16 adhesiva puede ser preferentemente un adhesivo en caliente.

Se puede prever, por ejemplo, un adhesivo de la siguiente composición:

Componente	% en peso
cetona de metil etilo	550
acetato de etilo	175
ciclohexanona	50
resina de poliuretano (Fp ≥ 200 °C)	100
cloruro de polivinilo terpolímero (Tg = 90 °C)	120
dióxido de silicio	5

20 La figura 2d muestra el cuerpo 1 de varias capas que ya está aplicado sobre el cuerpo 20 de soporte, del que la película 18 base se retira después de la aplicación del cuerpo 1 de varias capas. El cuerpo 1 de varias capas y la película 18 base están girados 180° respecto a la posición que se muestra en las figuras 2a a 2c, de modo que el diseño 14o en relieve forme el lado superior del cuerpo 1 de varias capas que está más alejado del cuerpo 18 de soporte.

25 El hecho de que la película 18 base se pueda desprender del cuerpo 1 de varias capas se puede conseguir por la unión material de la película 18 base y de la capa 14 de diseño. Sin embargo también se puede prever que esté dispuesta una capa desprendible entre la película 18 base y la capa 14 de diseño que, por ejemplo, esté constituida por una capa de cera. No obstante hay que tener en cuenta el espesor de la capa desprendible a la hora de conformar el diseño 18m en relieve maestro de la película 18 base. La capa 14 de diseño puede ser preferentemente una capa de protección.

El procedimiento descrito anteriormente se presta especialmente bien para un proceso continuo rollo a rollo en el que el cuerpo 1 de varias capas se conforma y se aplica capa a capa sobre la película 18 base.

35 La figura 3 muestra por su parte un primer ejemplo de realización de una capa 30 de diseño con un diseño 30o en relieve representado en sección esquemáticamente. Se trata en este caso de una retícula de difracción lineal que es una retícula de sublongitud de onda. El periodo de la retícula de una retícula de sublongitud de onda, es decir, la separación entre dos "crestas", es menor que la longitud de onda de la luz. El diseño 30 en relieve tiene una relación profundidad a ancho alta.

40 La relación adimensional profundidad a ancho es una característica diferenciadora de los diseños preferentemente periódicos. La profundidad t es la distancia entre los máximos y mínimos consecutivos de un diseño de este tipo, es decir, la profundidad de un "valle". Por anchura b se designa la separación entre dos máximos consecutivos, es decir, entre dos "crestas". La anchura b se denomina también período de la retícula. Cuanto mayor sea la relación

profundidad a ancho más verticales son los flancos de las "crestas". Cuando se trata de un diseño en relieve en ángulo recto como el de la figura 1, los flancos de las "crestas" son perpendiculares.

5 Si ahora un rayo 32 de luz incide en el diseño 30 en relieve se dividirá en numerosos rayos 32r de luz reflejados que por separado tienen una intensidad luminosa menor que la del rayo 32 de luz. De esta forma se impiden los molestos reflejos de luz. Los microdiseños periódicos con efecto antirreflejante se llaman también de "ojo de polilla". Además de las retículas lineales son adecuadas para los diseños de "ojo de polilla", en particular, las retículas en cruz y las retículas hexagonales.

10 Considerando la sensibilidad espectral máxima del ojo humano para una longitud de onda de luz dada $\lambda = 555 \text{ nm}$, el periodo b de la retícula de un diseño en relieve que disminuya el reflejo en el intervalo visible tiene que ser $b < 550 \text{ nm}$. Para un buen efecto antirreflejante la profundidad mínima necesaria del diseño en relieve tiene que ser al menos del orden de magnitud de media longitud de onda de luz, es decir, en este ejemplo de realización de aproximadamente 350 nm .

15 El diseño 30o en relieve, los elementos del diseño que son muy finos debido a la alta relación profundidad a ancho sufren daños con facilidad. En la figura 4 se muestra una capa 40 de diseño con un diseño 40o en relieve que evita estos inconvenientes. Como se observa el diseño 40o en relieve es un diseño en relieve que está caracterizado por una relación profundidad a ancho alta por la superposición de un macrodiseño periódico y un microdiseño. El diseño 20 40o en relieve actúa, como el diseño 30o en relieve de la figura 3, disminuyendo la reflexión al dividir el rayo 32 de luz incidente en una pluralidad de rayos 32r de luz reflejados difusamente.

La figura 5a y la figura 5b muestran por su parte una capa 50 de diseño con un diseño 50o en relieve que es una 25 retícula lineal con una relación alta profundidad a ancho y con flancos perpendiculares. El diseño 50o en relieve además es hidrófobo.

La figura 5a muestra una partícula de suciedad que se ha depositado sobre la superficie del diseño 50o en relieve. Una gota 54 de agua es ahora capaz de deslizarse hacia abajo por la superficie inclinada con respecto a la horizontal 30 del diseño 50o en relieve y entra en contacto con la partícula 52 de suciedad.

Como se muestra en la figura 5b la gota 54 de agua tiene más afinidad con la partícula 52 de suciedad que la 35 superficie del diseño 50o en relieve. De esta forma la partícula 52 de suciedad se une con la gota 54 de agua que va deslizando y se elimina de la superficie del diseño 50o en relieve.

Puesto que los diseños en relieve pueden tener una relación profundidad a ancho alta, reducen la reflexión y repelen 40 la suciedad pueden conseguir de esta forma una protección especialmente efectiva de superficies ópticas. Se entiende por superficies ópticas en este caso, superficies transparentes que están dispuestas en un trayecto óptico recorrido por la luz. Pueden ser entonces, por ejemplo, superficies de una pantalla o de un sistema de imagen óptico aunque también superficies de características de seguridad que se incrustan, por ejemplo, en documentos, tarjetas 45 de identidad y mercancías. Por ejemplo las tarjetas de identidad se pueden ensuciar fácilmente por el uso diario de modo que al menos la imagen óptica que se puede ver por fuera de la tarjeta de identidad se ve afectada. También puede ser que ya no se pueda leer sin errores la característica óptica de seguridad situada por debajo de la superficie de la tarjeta de identidad si la superficie está sucia.

La figura 6 muestra una tarjeta 60 de identidad representada en sección esquemáticamente. cuya superficie está 50 revestida de una capa 62 de diseño como la descrita anteriormente con un diseño 62o en relieve que disminuye la reflexión y repele la suciedad. La capa 62 de diseño está unida de forma no desprendible con la tarjeta 60 de identidad mediante una capa 64 adhesiva y cubre entre otros un elemento 66 óptico de seguridad que, por ejemplo, puede presentar un diseño difractivo. La capa 64 adhesiva puede presentar ventajosamente aproximadamente el mismo índice de refracción que la capa 62 de diseño.

La capa 62 de diseño proporciona por su parte junto a su función de protección también una característica imposible 55 de falsificar. La capa 62 de diseño es óptica, no copiable y debido a su poco espesor no se puede desprender y por tanto no es calcable sin que se destruya la tarjeta 60 de identidad. La capa 62 de diseño presenta ventajosamente distintas áreas con distintos modelados. En el ejemplo de realización representado en la figura 6 se trata de áreas con un diseño 62o' en relieve que se diferencia del diseño 62o en relieve por su efecto óptico. El diseño 62o' en relieve macroscópicamente tiene forma de anillo y enmarca el elemento 66 de seguridad ópticamente.

La configuración de la capa 62 de diseño con diferentes diseños 62o, 62o' en relieve puede servir para constituir una 60 característica de seguridad, por ejemplo, gracias a la diferencia de capacidad reflexiva, del agarre o del comportamiento de humectación de los diseños 62o, 62o' en relieve. El diseño 62o' en relieve adicional se incrusta preferentemente formando una característica, como por ejemplo, un logo.

Además se puede prever que áreas de la capa 62 de diseño presenten un patrón que se pueda comprobar de forma 65 táctil o contrastar al tacto con su entorno. Las áreas se pueden hacer sentir a través de características como la dureza, elasticidad, agarre/deslizamiento conducción de calor o lo pegajosas que sean, o presentar rebajes o

realces que se pueden comprobar de forma táctil que pueden formar un patrón como, por ejemplo, símbolos del código Braille logos simples inventados como, por ejemplo, cuadrados, rombos, círculos o estrellas. Las áreas pueden ser comprobables también de forma táctil si están en realces o rebajes con respecto a su entorno.

- 5 También se puede prever combinar la impresión óptica con la impresión táctil por ejemplo en base a una orientación preferencial del diseño en relieve.

10 Además se puede prever combinar la capa de diseño, tras su aplicación, con una sobreimpresión ulterior, por ejemplo mediante talla dulce o estampación en seco. Así también se puede formar localmente una característica adicional perceptible táctilmente que, por ejemplo, puede estar prevista también para una personalización.

15 La figura 7 muestra por su parte una representación en sección de un filtro 70 óptico de rosca como, por ejemplo, se puede utilizar como filtro de rechazo de radiación UV en las videocámaras. El filtro de rosca está constituido en esencia por un cuerpo 72 de filtro de forma anular y un cristal 74 de filtro que queda fijado al cuerpo 72 del filtro por medio de un anillo 72k de apriete. El cristal 74 del filtro está provisto de una capa 76 de diseño, que reduce la reflexión y repele la suciedad, en su lado frontal en la cara no orientada hacia el objetivo de la cámara, no representado en la figura 7. La capa 76 de diseño se puede aplicar particularmente bien a la superficie plana del cristal 74 del filtro.

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citadas por el solicitante únicamente es para comodidad del lector. Dicha lista no forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha tenido gran cuidado en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO rechaza toda responsabilidad a este respecto.

5

Documentos de patentes citados en la descripción

- DE 19962641 [0003]
- DE 10233831 A1 [0004]
- WO 9200856 A [0005]
- EP 1182055 A [0007]
- DE 10054503 B4 [0022]
- EP 992020 B1 [0024]
- DE 10254499 B4 [0034]
- DE 10254500 B4 [0034]
- DE 10216561 A1 [0034]
- WO 03084764 A2 [0035]

10

REIVINDICACIONES

- 5 1. Calcomanía, en particular, calcomanía de estampación en caliente que comprende una película (18) base y una capa de calco desprendible de la película (18) base, dispuesta sobre ella y con una capa (14) de diseño **caracterizada por que** sobre la película (18) base, en el lado más alejado de la capa (14) de diseño se conforma un diseño (18m) en relieve maestro y presentando la capa (14) de diseño en su lado que está orientado hacia la película (18) base un diseño (14o) en relieve complementario al diseño en relieve maestro de la película (18) base comprendiendo el diseño (14o) en relieve complementario un microdiseño y teniendo la capa (20) de diseño un espesor $< 20 \mu\text{m}$.
- 10 2. Calcomanía de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizada por que** la película (18) base presenta una capa de laca replicante en la que está conformada el diseño (18m) en relieve maestro.
- 15 3. Calcomanía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por que** la capa (14) de diseño es transparente.
- 20 4. Calcomanía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por que** entre la película (18) base y la capa de calco está dispuesta una capa de desprendimiento.
- 25 5. Calcomanía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por que** está hecha una capa de protección sobre el diseño (14o) en relieve.
6. Calcomanía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por que** el diseño en relieve comprende adicionalmente al microdiseño además un macrodiseño.
- 30 7. Calcomanía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** la profundidad del diseño (14o) en relieve es función de las coordenadas x y/o y que varía en la dirección x y/o en la dirección y periódicamente.
- 35 8. Calcomanía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por que** la profundidad del diseño (14o) en relieve es prácticamente la de una función que define un ángulo recto respecto a las coordenadas x o y, que varía en la dirección x. y/o en la dirección y periódicamente.
9. Calcomanía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por que** la profundidad del diseño (14o) en relieve es la de una función de diente de sierra respecto a las coordenadas x o y, que varía en la dirección y o en la dirección y periódicamente.
- 40 10. Calcomanía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por que** el diseño (14o) en relieve tiene una relación profundidad a ancho >2 .
- 45 11. Calcomanía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por que** el diseño (14o) en relieve se forma mediante superposición a un macrodiseño de un microdiseño.
12. Calcomanía de acuerdo con la reivindicación 11 **caracterizada por que** el macrodiseño es una función de las coordenadas x y/o y que la profundidad del macrodiseño (140) varía en la dirección x y/o en la dirección y periódicamente según la función.
- 50 13. Calcomanía de acuerdo con la reivindicación 12 **caracterizada por que** el macrodiseño presenta realces que están distribuidos aleatoriamente.
- 55 14. Calcomanía de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 12 **caracterizada por que** la separación entre dos realces consecutivos del macrodiseño toma el valor entre $5 \mu\text{m}$ y $55 \mu\text{m}$.
15. Calcomanía de acuerdo con la reivindicación 11 a 14 **caracterizada por que** la relación de profundidad a ancho del microdiseño es >1 .
- 60 16. Calcomanía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por que** los realces del diseño (14o) en relieve son microlentes con un diámetro de entre $3 \mu\text{m}$ y $80 \mu\text{m}$, en particular, de entre $5 \mu\text{m}$ a $50 \mu\text{m}$.
17. Calcomanía de acuerdo con la reivindicación 16 **caracterizada por que** las microlentes tienen un índice de refracción que aumenta o disminuye desde el borde de la microlente al centro de la microlente.
- 65 18. Calcomanía de acuerdo con la reivindicación 16 **caracterizada por que** las microlentes son lentes de Fresnel.
19. Calcomanía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por que** el diseño (14o) en relieve repele la suciedad siendo la separación entre dos realces del diseño en relieve $< 5 \mu\text{m}$, la relación

profundidad a ancho >2 y la capa de diseño hidrófoba y/o oleófoba.

- 5 20. Calcomanía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por que** la capa (14) de diseño es un elemento óptico o una parte de un elemento óptico.
- 21 Calcomanía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por que** la capa (14) de diseño se constituye a partir de lacas diferentes de los grupos que comprenden lacas termoplásticas, lacas endurecidas térmicamente y lacas endurecidas por radiación UV.
- 10 22. Calcomanía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por que** la capa de diseño en su lado que está orientado hacia la capa hacia la película base localmente, en particular, en el registro, está hecha de diseños en relieve distintos a partir de lacas diferentes.
- 15 23. Procedimiento para fabricar una calcomanía que comprende una película (18) base y una capa de calco desprendible de la película (18) base, dispuesta sobre la película (18) base y con una capa (14) de diseño **caracterizado por que** se conforma en la película (18) base un diseño (18m) en relieve maestro, que la capa (14) de diseño se aplica a la película (18) base, conformándose en la capa (14) de diseño un diseño (14o) en relieve complementario al diseño (18m) en relieve maestro de la película (18) base, comprendiendo el diseño (14o) en relieve complementario un microdiseño y que el diseño (14o) en relieve complementario se fija mediante solidificación o endurecimiento de la capa (14) de diseño teniendo la capa (14) de diseño un espesor < 20 µm.
- 20 24. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación tres 23 **caracterizado por que** el diseño (18m) en relieve maestro se incrusta en la película (18) base por estampación.
- 25 25. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 23 ó 24 **caracterizado por que** se aplica una capa de replicación sobre la película (18) base y que se conforma un diseño (18m) en relieve maestro en la capa de replicación.
- 30 26. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 23 a 25 **caracterizado por que** a la película (18) base se aplica o aplican una capa de desprendimiento y/o una capa de protección antes de la aplicación de la capa de diseño.
- 35 27. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 23 a 26 **caracterizado por que** se aplica una capa adhesiva (16) a la capa (14) de diseño.
- 40 28. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 23 a 27 **caracterizado por que** la capa (14) de diseño se forma a partir de lacas diferentes de los grupos que comprenden lacas termoplásticas, lacas endurecidas térmicamente y lacas endurecidas por radiación UV.
- 45 29. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 23 a 28 **caracterizado por que** la capa (14) de diseño en su lado que está orientado hacia la película base localmente, en particular, en el registro, tiene diferentes diseños (14o) en relieve complementarios a partir de diferentes lacas.
- 50 30. Cuerpo de varias capas con una capa (14) de diseño formando la capa (14) de diseño un lado frontal del cuerpo de varias capas y constituido a partir de una calcomanía según una de las reivindicaciones 1-22, estando conformado, en una primera superficie de la capa (14) de diseño que forma el lado frontal del cuerpo de varias capas, un diseño (14o) en relieve complementario y presentando la capa (14) de diseño un espesor <20 µm y siendo transparente.
- 55 31. Cuerpo de varias capas de acuerdo con la reivindicación 30 **caracterizado por que** la capa de diseño está constituida por lacas diferentes de los grupos que comprenden lacas termoplásticas, lacas endurecidas térmicamente y lacas endurecidas mediante radiación UV.
32. Cuerpo de varias capas de acuerdo con una de las reivindicaciones 30 a 31 **caracterizado por que** la primera superficie localmente está constituida por diferentes lacas, en particular, en el registro que forman diferentes diseños (14o) en relieve complementarios.

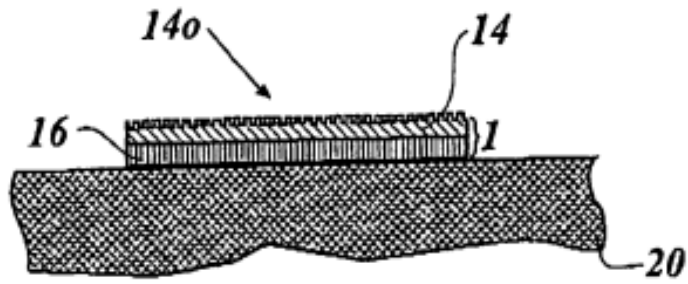


Fig. 1

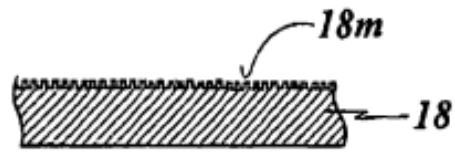


Fig. 2a

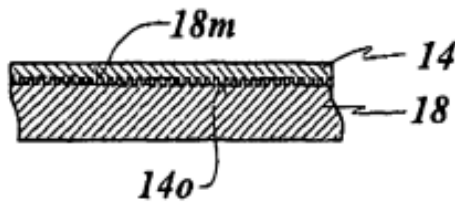


Fig. 2b



Fig. 2c

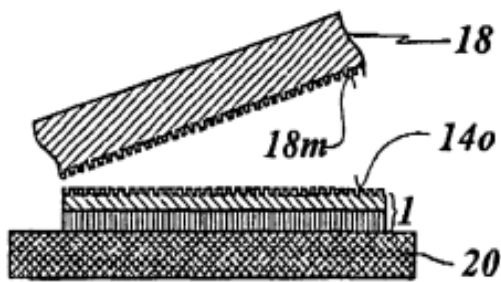


Fig. 2d

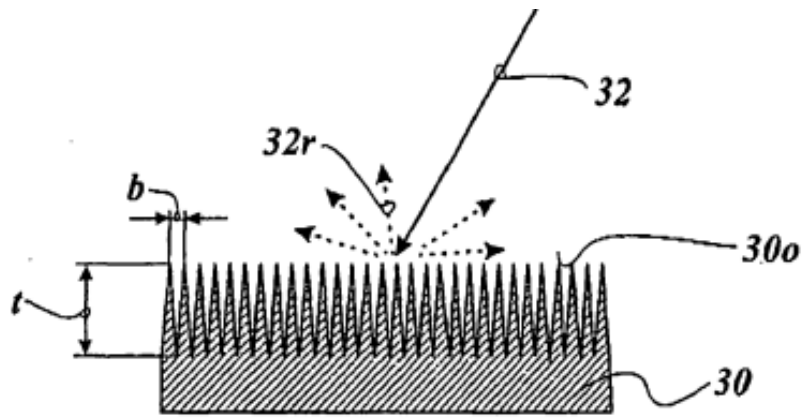


Fig. 3

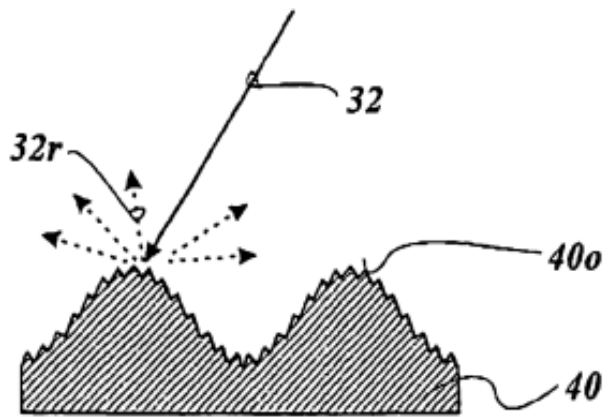


Fig. 4

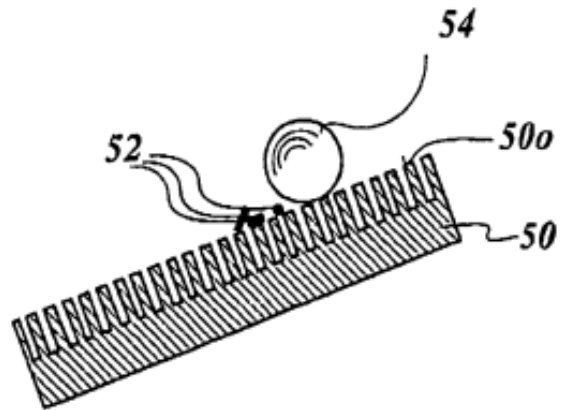


Fig. 5a

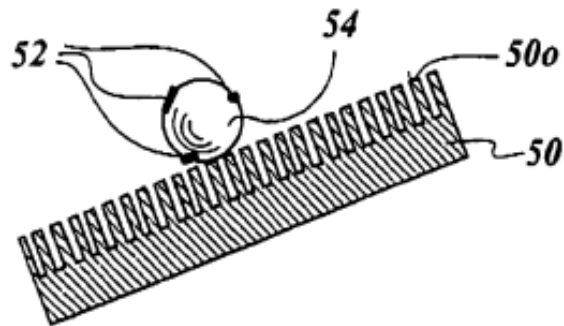


Fig. 5b

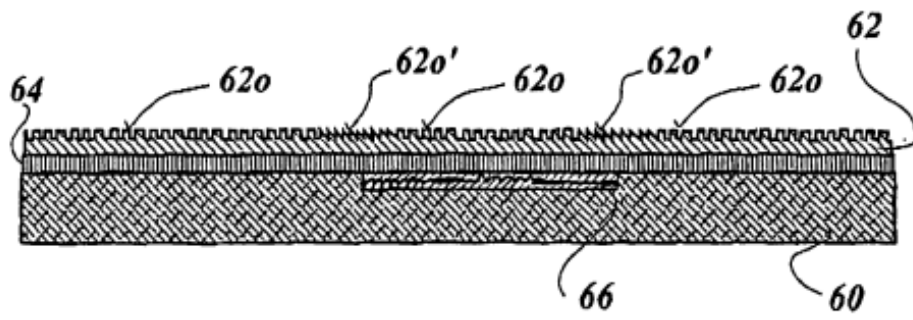


Fig. 6

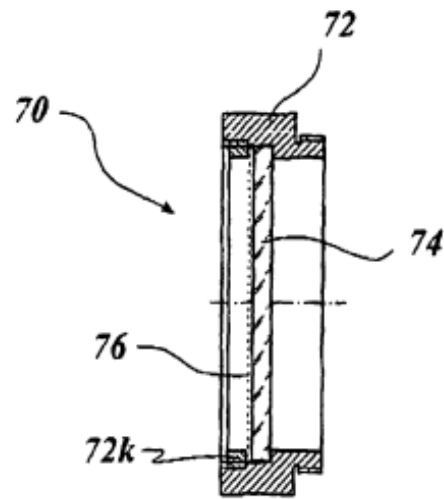


Fig. 7