

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 001 438**

51 Int. Cl.:

B42D 25/328 (2014.01)
B42D 25/324 (2014.01)
B42D 25/342 (2014.01)
B42D 25/351 (2014.01)
B42D 25/373 (2014.01)
B42D 25/425 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.05.2022** **PCT/EP2022/064514**
87 Fecha y número de publicación internacional: **08.12.2022** **WO22253717**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.05.2022** **E 22732454 (8)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2024** **EP 4347271**

54 Título: **Elemento funcional, un procedimiento para producir un elemento funcional y un producto**

30 Prioridad:

31.05.2021 DE 102021114002
07.09.2021 DE 102021123069

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.03.2025

73 Titular/es:

OVD KINEGRAM AG (100.00%)
Zählerweg 11
6300 Zug, CH

72 Inventor/es:

FRASCHINA, CORRADO;
MADER, SEBASTIAN;
WALTER, HARALD y
OBERBOSSEL, GINA

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 3 001 438 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

Elemento funcional, un procedimiento para producir un elemento funcional y un producto

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un elemento funcional, en particular un elemento de seguridad, un elemento decorativo, una superficie de producto, o un estándar de color, a un procedimiento para producir un elemento funcional, en particular un elemento de seguridad, un elemento decorativo, un estándar de color, o en particular para la modificación de una superficie de producto, y a un producto, en particular un documento de seguridad o una superficie decorada.
- 10 **[0002]** Los fabricantes de productos se enfrentan al desafío de llamar la atención de los grupos objetivo potenciales hacia sus productos, mediante un diseño atractivo de sus productos o de sus superficies, a través de elementos funcionales que comprenden, por ejemplo, una funcionalidad óptica. Una apariencia visualmente atractiva aumenta el valor de reconocimiento, lo distingue de la competencia y mejora la probabilidad de falsificación e imitación.
- 15 Otro desafío consiste en equipar, modificar y/o decorar productos con una superficie funcional, por ejemplo, con una función de sensor y/o con una superficie directamente estructurada.
- [0003]** Los elementos funcionales conocidos presentan, por ejemplo, hologramas o una rejilla de difracción generada por ordenador. Los elementos funcionales de esa clase suelen generar un efecto ópticamente variable a través de la difracción dirigida de la luz incidente en el primer y/o en uno o más de los órdenes de difracción más altos. Sin embargo, en la reflexión directa, generalmente solo aparecen como una superficie más o menos reflectante. Otros elementos funcionales conocidos actúan como filtros de interferencia y están formados por una disposición de varias capas conductoras y/o dieléctricas, donde las capas dieléctricas presentan diferentes índices de refracción. A través de los filtros de interferencia, este tipo de elemento funcional genera efectos de color en reflexión directa.
- 25 **[0004]** Además, es conocido el hecho de proporcionar elementos funcionales que crean efectos ópticos mediante la combinación de una impresión de color con un espejo metálico y/o estructuras en relieve conocidas, preferiblemente metalizadas. Sin embargo, es problemática la tolerancia de registro que siempre se encuentra presente y puede reconocerse visualmente entre la impresión de color y la estructura en relieve subyacente y/o los límites de la superficie especular. Por lo tanto, esta tolerancia de registro limita las posibilidades de diseño y/o la seguridad contra falsificaciones. Además, si debajo de la impresión de color se encuentra una superficie especular, dicho elemento funcional no presenta ningún efecto de inclinación del color.
- 30 **[0005]** Además de su diseño óptico, los elementos funcionales también pueden cumplir una función de seguridad y deben garantizar, por ejemplo, el reconocimiento y la autenticidad de un producto. Sin embargo, las imitaciones y falsificaciones de los elementos funcionales mencionados anteriormente, en particular de los elementos de seguridad o los elementos decorativos, representan un desafío creciente para sus fabricantes y pueden conducir, entre otras cosas, a riesgos de seguridad o a daños financieros considerables en la industria. Además se ha observado que también aumentan la calidad y la aparición de imitaciones y falsificaciones de elementos funcionales conocidos, por ejemplo por medio de matriz de puntos y máquinas de producción de hologramas de tipo Kinemax.
- 40 **[0006]** Por lo tanto, se necesitan elementos funcionales novedosos con efectos ópticos basados en estructuras que se puedan comprobar y/o reconocer ópticamente sin medios auxiliares (Line Features), que se diferencien claramente en apariencia de los efectos ópticos basados en las posibilidades de producción de las máquinas de producción mencionadas anteriormente y que no puedan ser reproducidos por estas, y atraigan la atención del grupo objetivo mediante efectos ópticos novedosos.
- 50 **[0007]** El documento WO 2014/072358 A1 describe un cuerpo multicapa, así como un procedimiento para producir un elemento de seguridad.
- [0008]** El documento DE 10 2007 061979 A1 describe un elemento de seguridad para papeles de seguridad, documentos de valor y similares, con una área característica que influye selectivamente en la radiación electromagnética incidente.
- 55 **[0009]** El documento WO 2019/077419 A1 describe un dispositivo de conmutación óptico.
- [0010]** El documento US 8 144 399 B2 describe un sistema de representación de imágenes que utiliza elementos de símbolos microestructurados.
- 60 **[0011]** Por lo tanto, la invención se basa en la tarea de indicar un elemento funcional mejorado, así como un procedimiento para producir un elemento funcional mejorado o, en particular, para la modificación de una superficie del producto y un producto que comprende el elemento funcional mejorado, que se caracteriza por estructuras funcionales novedosas.
- 65 **[0012]** El objetivo se consigue con un elemento funcional, en particular un elemento de seguridad, un elemento

decorativo, una superficie de producto o un estándar de color, según la reivindicación 1.

[0013] El objetivo se consigue además con un procedimiento para producir un elemento funcional, en particular un elemento de seguridad, un elemento decorativo o un estándar de color, o en particular para la modificación de una superficie mediante un elemento funcional, según la reivindicación 15.

[0014] Además, el objetivo se consigue mediante un producto, en particular un documento de seguridad o una superficie decorada, según la reivindicación 17.

[0015] Por elemento funcional se debe entender preferentemente un elemento que preferentemente proporciona una función, donde esta función puede ser, por ejemplo, seguridad, decoración y/o funcionalidad óptica. El elemento funcional se puede disponer, por ejemplo, en un producto, de modo que el producto se pueda beneficiar de la funcionalidad del elemento.

[0016] Así, el elemento funcional puede estar configurado, por ejemplo, como lámina, en particular como lámina de laminación, lámina de etiqueta o como una lámina de transferencia. Además, también es posible que el elemento funcional esté dispuesto sobre un producto que está diseñado como una película, en particular una película multicapa, donde el elemento funcional forma una o más capas del producto.

[0017] La forma del perfil, el período de rejilla Λ y/o la profundidad de relieve t de al menos una primera estructura de relieve se selecciona en particular de tal manera que en al menos un primer ángulo de incidencia y/o de reflexión se produce una primera impresión de color, en particular dorada o cobriza, en al menos una subárea de al menos una primera área donde está dispuesta la capa metálica, en reflexión directa. En este caso, se modifica la luz que incide al menos en un primer ángulo de incidencia y es reflejada directamente por al menos una capa metálica que presenta la estructura en relieve o transmitida directamente por al menos una capa metálica, en particular se modifica por resonancia de plasmones de al menos una capa metálica.

[0018] La profundidad de relieve t se determina distanciando los máximos de la elevación de al menos una primera estructura en relieve de la superficie de base en una dirección perpendicular a la superficie de base. El período de rejilla Λ corresponde a la distancia en la dirección x o en la dirección y entre los máximos de dos elevaciones o bien mínimos de dos cavidades, donde las mismas solo están separadas por una cavidad o elevación.

[0019] Por área se entiende en particular respectivamente una superficie definida de una capa, lámina, plano o capa que, cuando se observa perpendicularmente con respecto a un plano formado por una capa, es ocupada en particular por al menos una estructura en relieve. Así, por ejemplo, el elemento funcional presenta la estructura en relieve al menos en una primera área, pero también puede presentar otras áreas. Las áreas pueden estar subdivididas en subáreas y/o zonas y/o áreas de zonas. Como dirección x y dirección y se denominan las direcciones espaciales que generan el plano del área.

[0020] Las capas pueden estar dispuestas por encima y/o por debajo de otras capas, donde las denominaciones por debajo y/o por encima en este caso en particular se entienden como la disposición de capas con respecto a otra capa, cuando un observador observa desde una dirección visual. Por lo tanto, es conveniente que las denominaciones por debajo y/o por encima representen un sistema de referencia. Preferentemente, la dirección de observación se selecciona de modo que una capa se observe perpendicularmente sobre un plano generado por una capa. Las desviaciones de esto, convenientemente se indican con un ángulo en grados con respecto a la normal.

[0021] Como plasmones se denominan las fluctuaciones cuantificadas de la densidad de portadores de carga en semiconductores y metales, donde mediante mecánica cuántica se tratan como cuasipartículas. Además, el término plasmón es una abreviatura común de cuantos de vibración de plasma. La resonancia de plasmones en los elementos funcionales según la invención entra en la categoría de plasmón - polaritón.

[0022] Por color, coloración o color individual o coloración individual se entiende un lugar de color en un espacio de color. El espacio de color puede ser en particular el espacio de color CIELAB. El espacio de color también puede ser el espacio de color RGB (R = rojo; G = verde; B = azul) o el espacio de color CMYK (C = cian; M = magenta; Y = amarillo; K = negro) o espacios de color como RAL, HKS o el espacio de color Pantone®.

[0023] Por un color diferente o una coloración diferente se entiende una distancia de color dE de dos lugares de color en un espacio de color. El espacio de color puede ser en particular el espacio de color CIELAB. Una coloración lo suficientemente bien perceptible para el ojo humano presenta una distancia de color dE en el espacio de color CIELAB de al menos 2, preferiblemente de al menos 3, especialmente preferiblemente de al menos 5, más preferiblemente de al menos 10.

[0024] El lugar de color, en particular en el espacio de color CIELAB, generalmente se determina con un dispositivo de medición de color, por ejemplo, con un espectrofotómetro "Datacolor 650".

[0025] El valor de dE (o también Delta E o ΔE) entre los lugares de color $(L^*, a^*, b^*)_p$ y $(L^*, a^*, b^*)_v$ se calcula como distancia euclidiana:

$$dE_{p,v} = \sqrt{(L_p^* - L_v^*)^2 + (a_p^* - a_v^*)^2 + (b_p^* - b_v^*)^2}$$

- 5 **[0026]** El valor de luminosidad L^* es perpendicular al nivel de color (a^*, b^*) . La coordenada a indica la cromaticidad y la intensidad del color entre el verde y el rojo, y la coordenada b indica la cromaticidad y la intensidad del color entre el azul y el amarillo. Cuanto mayores sean los valores positivos a y b y menores los valores negativos a y b, más intenso será el tono de color. Si $a=0$ y $b=0$, se encuentra presente un tono de color acromático en el eje de luminosidad. Por lo general, L^* puede adoptar valores entre 0 y 100, y a y b pueden variar entre -128 y +127. Los
10 valores para dE, L^* , a^* y b^* son sin unidades.

- [0027]** La invención hace posible proporcionar elementos funcionales con una apariencia óptica que se destaca claramente de los efectos de holograma plateados brillantes y/o de color del arco iris conocidos hasta el momento. La
15 apariencia óptica del elemento funcional según la invención se caracteriza más bien por una primera impresión de color dorado o cobriza definida y en gran parte monocromática, que se puede ver en condiciones normales de observación en reflexión directa y o transmisión. En este caso, la estructura en relieve, en particular metalizada, está incorporada preferiblemente en una capa de polímeros transparente con un índice de refracción preferiblemente en el
20 rango de aproximadamente 1,4 a 1,6, en particular de 1,4 a 1,6, y/o está recubierta por una capa de polímeros de este tipo.

- [0028]** La primera impresión de color es estable en reflexión directa sobre un rango de ángulo de inclinación relativamente amplio de, en particular, al menos 0° a 30° con respecto a la normal del plano generado por el elemento
funcional.

- 25 **[0029]** Solo en el caso de un ángulo más grande, por ejemplo, en un ángulo de inclinación en el rango de 30° a 60° , en la reflexión directa, es decir, $\alpha_{in} = \alpha_{ex}$ (α_{in} es el ángulo de la luz incidente y α_{ex} es el ángulo de la luz reflejada), se puede ver una segunda impresión de color, por ejemplo en magenta o verde claro. La reflexión directa también se denomina como orden de difracción cero.

- 30 **[0030]** Además de la estabilidad del color en el caso de una inclinación alrededor de un eje de inclinación imaginario, la primera impresión de color es percibida también como estable por el ojo humano, es decir, invariable al girar el elemento funcional alrededor de un eje de rotación imaginario, que se sitúa perpendicularmente en el plano fijado por al menos una capa metálica. Esta estabilidad del color al girar el elemento funcional se encuentra presente
35 no solo en una observación vertical - es decir, en $\alpha_{in} = \alpha_{ex} = 0^\circ$ -, sino también en la observación inclinada del elemento funcional, en particular en el rango de ángulo de inclinación de 0° a 30° con respecto a la normal del plano generado por el elemento funcional. En otras palabras, la primera impresión de color percibida por el ojo humano es independiente o casi independiente de la orientación de la estructura de la rejilla.

- [0031]** Debido a esta estabilidad de la primera impresión de color con respecto a la inclinación en un rango
40 angular más grande, se diferencia claramente de los así llamados efectos de color del arco iris de primer orden o de orden superior de las rejillas de difracción, que a menudo ya generan una pluralidad de colores del arco iris cuando se inclinan 10° . Además, los efectos de color del arco iris de las rejillas de difracción no aparecen en la reflexión directa, sino solo bajo otros ángulos que pueden calcularse con la ecuación de difracción.

- 45 **[0032]** Solo en el caso de rangos de ángulo de inclinación de 60° o más, se ilumina una tercera impresión de color, que corresponde al primer orden de difracción. Esta tercera impresión de color brillante no es visible para un observador en una dirección de observación, por ejemplo, perpendicularmente al elemento funcional, y también se denomina "efecto latente".

- 50 **[0033]** A diferencia de las impresiones de color convencionales, basadas en la absorción de luz de determinadas longitudes de onda en colorantes orgánicos o pigmentos de color, la impresión de color descrita en este documento se produce preferiblemente mediante la absorción de luz de determinadas longitudes de onda en una capa metálica. En particular, una capa metálica es más resistente a los cambios inducidos por la luz que los compuestos orgánicos. De ello resulta la ventaja de que la decoloración conocida de colorantes orgánicos o pigmentos de color no
55 se produce debido a la irradiación con luz visible o también luz con parte de radiación UV en la impresión de color según la invención. La impresión de color en particular es resistente a la luz. Junto con la estabilidad del color en un rango de ángulo de inclinación relativamente amplio, así como al girar el elemento funcional, la impresión de color dorada o cobriza es especialmente adecuada como color de referencia resistente a la luz en un diseño o como estándar de color resistente a la luz.

- 60 **[0034]** Además, la invención también permite la producción de elementos funcionales más económicos en comparación con los elementos funcionales conocidos con filtros de interferencia, por ejemplo, filtros Fabry-Perot.

Ventajosamente, los efectos de color que se producen en el elemento funcional según la invención tampoco se pueden imitar por medio de técnicas holográficas habituales ni tampoco se pueden copiar por medio de la matriz de puntos y máquinas de producción de hologramas de tipo Kinemax, de manera que también gracias a esto se produce un aumento adicional de la seguridad contra la falsificación.

[0035] Dado que los colores o las impresiones de color de la invención se producen por una estructura en particular metalizada, se posibilitan elementos funcionales cuyas áreas doradas o cobrizas se integran en diseños, por ejemplo, con áreas plateadas de elementos funcionales clásicos como rejillas de difracción, sin ninguna tolerancia de registro, es decir, en el registro perfecto entre sí.

[0036] Una combinación de esa clase permite generar elementos funcionales precisos y difíciles de imitar con varias impresiones de color en áreas de superficie adyacentes entre sí, como negro, rojo, plateado, dorado y cobrizo, donde las áreas de superficie correspondientes y, por lo tanto, sus impresiones de color, se encuentran en el registro perfecto entre sí. Sin embargo, los falsificadores que buscan una imitación de un elemento funcional de este tipo, por ejemplo, un elemento de seguridad, en particular que comprende una combinación de diferentes áreas mediante la impresión de uno o más colores adicionales, no pueden lograr el registro perfecto mencionado. Además, faltaría el efecto de inclinación de color ópticamente variable de la primera impresión de color con respecto a la segunda impresión de color, es decir, el cambio de los efectos ópticos dentro de la respectiva área de superficie mediante el cambio del ángulo de inclinación, así como el efecto latente en caso de un cambio adicional del ángulo de inclinación y, por lo tanto, también permitiría a un ojo no entrenado identificar un elemento funcional correspondiente, por ejemplo, un elemento de seguridad, como una falsificación.

[0037] Por registrado o registro, así como preciso o preciso con respecto al registro, o precisión o precisión con respecto al registro, debe entenderse una precisión de posición de dos o más capas relativamente unas con respecto a otras. La precisión del registro deberá estar dentro de una tolerancia predeterminada y deberá ser lo más baja posible. Al mismo tiempo, la precisión del registro de varios elementos y/o capas entre sí es una característica importante para aumentar la seguridad del proceso y/o la calidad del producto y/o la seguridad contra falsificaciones. A este respecto, el posicionamiento preciso se puede realizar en particular por medio de marcas de ajuste o marcas de registro detectables por sensor o preferentemente ópticamente. Estas marcas de referencia o marcas de registro pueden representar elementos o zonas o capas separados especiales o pueden ser parte de los elementos o zonas o capas que deben posicionarse.

[0038] Otras configuraciones ventajosas de la invención están indicadas en las reivindicaciones dependientes.

[0039] Según un ejemplo de realización preferido de la invención, la forma de perfil de al menos una primera estructura en relieve está configurada de forma asimétrica en la dirección x y/o en la dirección y. En otras palabras, la forma de perfil de al menos una primera estructura en relieve en la dirección x y/o en la dirección y en particular no está configurada simétricamente. Además, es ventajoso que la forma del perfil varíe de forma continua o gradual, en particular más allá de la profundidad del relieve t. Esto ofrece la ventaja de que la forma del perfil de al menos una primera estructura en relieve, preferiblemente metalizada, produce para el observador humano una impresión de color claramente más visible y más clara en la observación típica que, por ejemplo, las formas de perfil simétricas. De manera ventajosa, el campo eléctrico de excitación se localiza con mayor intensidad, por ejemplo, en las puntas estrechas de la estructura en relieve, debido a la forma asimétrica del perfil. Esto puede conducir a una resonancia y absorción más pronunciadas. Además, la excitación de los plasmones en ambos lados de las formas de perfil asimétricas es diferente, de modo que la luz incidente genera un efecto diferente dependiendo de la superficie sobre la que se irradia la luz.

[0040] Las formas de perfil simétricas son, por ejemplo, sinusoidales o rectangulares o binarias. En otras palabras, las formas de perfil simétricas presentan una simetría especular cuando la superficie de base se utiliza como plano especular. En este caso, la forma del perfil permanece igual en esa reflexión, la estructura en relieve solo se desplaza en medio período de rejilla Λ . Según la invención, las formas de perfil asimétricas no presentan simetría especular en el plano generado por la superficie de base.

[0041] Además, también es posible que la variación periódica de al menos una primera estructura en relieve esté superpuesta al menos por áreas con una variación aleatoria y/o pseudo-aleatoria.

[0042] Además, también es posible superponer la variación periódica de al menos una primera estructura en relieve al menos por áreas sobre una microestructura, en particular sobre una lente de Fresnel y/o una superficie de forma libre de Fresnel y/o sobre microespejos y/o sobre rejillas flameadas, en particular con un período de rejilla de más de 5 μm , y/o sobre estructuras de holograma (CGH) generadas por ordenador.

[0043] De este modo, además de los efectos ópticos de al menos una primera estructura en relieve, tales como impresión de color estable, efecto de inclinación de color y "efecto latente", es posible realizar simultáneamente el efecto óptico de la propia microestructura o combinar los efectos ópticos de ambas estructuras. Por ejemplo, áreas que no se perciben acromáticamente por la microestructura, por ejemplo, las superficies de forma libre de Fresnel, un

efecto de curvatura óptica que sobresale virtualmente desde la superficie o que retrocede detrás de la superficie, sino que se perciben como un efecto de curvatura óptica de este tipo de color dorado o cobrizo.

[0044] En el caso de una superposición de una estructura de rejilla flameada, en particular con un período de 5 rejilla de más de 5 μm , es decir, con superficies macroscópicas posicionadas inclinadas, con la primera estructura en relieve se produce una inclinación correspondiente de la primera estructura en relieve alrededor del ángulo de la superficie macroscópica posicionada inclinada con respecto a una superficie de base, por lo que esta estructura en relieve combinada de este modo produce una impresión de color con un mayor rango de ángulo de observación. En el caso de una superposición de la primera estructura en relieve con una estructura de lentes de Fresnel o con superficies de forma libre de Fresnel con un ángulo variable de los flancos, en el caso de una superposición con la primera estructura en relieve, también se puede realizar un gradiente de color de la estructura en relieve combinada.

[0045] Es preferible que para los valores del período de rejilla Λ de al menos una primera estructura en relieve en dirección x y/o dirección y, se aplique $\Lambda < 300 \text{ nm}$, preferiblemente $\Lambda \leq 280 \text{ nm}$, preferiblemente $\Lambda \leq 260 \text{ nm}$. Aquí $<$, $>$, $\leq$ y/o $\geq$ corresponde a los signos habituales en la notación matemática. Las rejillas con un período de rejilla Λ tan reducido también se denominan como rejillas de longitud de subonda. Más preferentemente, los valores del período de rejilla Λ de al menos una primera estructura en relieve en la dirección x y/o en la dirección y se seleccionan de un rango de 150 nm a 260 nm, preferentemente de 180 nm a 250 nm.

[0046] Además, es ventajoso que para los valores de la profundidad de relieve t de al menos una primera estructura en relieve en la dirección x y/o en la dirección y se aplique $t < 0,7 \Lambda$, preferiblemente $t \leq 0,6 \Lambda$. El valor numérico antes del período de rejilla Λ debe entenderse como un factor por el que se multiplica el período de rejilla Λ . Si se seleccionan rejillas aún más profundas, esto conduce a una absorción más intensa, de lo que a su vez resulta una impresión de color comparativamente más oscura.

[0047] También es ventajoso que para los valores de la profundidad de relieve t de al menos una primera estructura en relieve en la dirección x y/o en la dirección y se aplique $t > 0,2 \Lambda$, preferiblemente $t \geq 0,3 \Lambda$. Si la profundidad del relieve es menor, esto tiene el efecto de que la excitación de los plasmones es más débil, donde entonces la saturación de color producida solo resulta poco marcada y, por lo tanto, solo se logra una impresión de color relativamente clara, en particular, una impresión de color de tipo pastel.

[0048] Además, es posible que la forma de perfil preferiblemente asimétrica de al menos una primera estructura en relieve se seleccione de tal manera que la anchura de las elevaciones y cavidades de al menos una primera estructura en relieve con respecto a una distancia de $t/2$ de la superficie de base sea de al menos el 60 % del período de rejilla, preferiblemente de al menos el 70 % del período de rejilla y/o como máximo el 40 % del período de rejilla, preferiblemente como máximo el 30 % del período de rejilla. La distancia de $t/2$ desde la superficie de base también se denomina como anchura de valor medio. Por lo tanto, se determina la distancia de los flancos contiguos de al menos una primera estructura en relieve en el caso de una profundidad de relieve de $t/2$. Mediante una configuración de este tipo se consiguen impresiones de color especialmente fuertes y definidas para un potencial observador humano.

[0049] En particular, es posible que la pendiente del flanco de al menos una primera estructura en relieve, con respecto a una distancia de $t/2$ de la superficie de base, presente un valor en el rango de 60° a 90° , preferiblemente de 70° y 85° .

[0050] Por pendiente de flanco de al menos una primera estructura en relieve se entiende aquí el ángulo encerrado con la superficie de base de una tangente aplicada a una distancia de $t/2$ de la superficie de base de la primera estructura en relieve en los flancos de la primera estructura en relieve, es decir, aplicada a la mitad de la altura de la primera estructura en relieve. La distancia desde la superficie de base se determina en este caso en una dirección perpendicular a la superficie de base.

[0051] Mediante los valores antes mencionados de la pendiente de flanco se alcanza la ventaja de que se mejora aún más la intensidad de la impresión de color generada por al menos una primera estructura en relieve, preferiblemente metalizada, en particular en reflexión directa o transmisión directa.

[0052] Preferentemente, la pendiente de flanco de al menos una primera estructura en relieve con respecto a cualquier distancia entre el 25 % de la profundidad de relieve y el 75 % de la profundidad de relieve a partir de la superficie de base se selecciona de tal manera que está presente un valor seleccionado de un rango de 40° a 90° , preferiblemente de 50° a 85° .

[0053] De este modo, se mejora aún más la intensidad de la impresión de color generada por al menos una primera estructura en relieve, en particular metalizada.

[0054] Además, es ventajoso seleccionar un valor para la pendiente de flanco de al menos una primera estructura en relieve, con respecto a cualquier distancia entre el 0 % y el 25 % de la profundidad de relieve y/o entre

el 75 % y el 100 % de la profundidad de relieve, a partir de la superficie de base, que presenta un valor seleccionado de un rango de 0° a 50°, preferiblemente de 0° a 40°.

[0055] También de este modo se puede mejorar aún más la intensidad de la impresión de color generada por al menos una estructura en relieve preferiblemente metalizada.

[0056] Al menos una primera estructura en relieve está configurada preferiblemente como una rejilla 2D, preferiblemente como una rejilla en cruz y/o como una rejilla hexagonal o como una rejilla 2D más compleja. Por rejillas 2D más complejas se entienden, por ejemplo, rejillas 2D con una variación estocástica, preferiblemente mínima, del período de rejilla. Además, se entienden también rejillas 2D con una disposición periódica sobre una longitud de al menos cuatro veces el período de rejilla localmente presente y, al mismo tiempo, una disposición aleatoria sobre longitudes de más de 100 μm. Las rejillas 2D presentan una secuencia de elevaciones y cavidades en la dirección x y en la dirección y. En el caso de una rejilla en cruz o una rejilla hexagonal, el período de rejilla Λ de la secuencia de elevaciones y cavidades con respecto a ambas direcciones se selecciona preferentemente en el rango indicado anteriormente. En este caso, el período de rejilla en la dirección x y en la dirección y en particular es el mismo. Pero el período de rejilla también puede ser diferente en ambas direcciones espaciales.

[0057] Los estudios han mostrado además que la configuración de al menos una primera estructura en relieve no es adecuada como rejilla de líneas, es decir, una rejilla 1D. Esto se debe a que en estas rejillas solo se generan impresiones de color débiles o ninguna de las impresiones de color deseadas. Las rejillas de líneas presentan una secuencia periódica de elevaciones y cavidades solo en una dirección. Más bien, las rejillas de líneas están estructuradas a partir de líneas rectas o curvas, en particular en forma de serpiente. Ventajosamente, con ello, mediante la necesidad de rejillas 2D se aumenta aún más la seguridad contra falsificaciones, ya que la producción de rejillas en cruz y/o rejillas hexagonales requiere un mayor número de etapas de proceso coordinados entre sí y, por lo tanto, representa un mayor obstáculo para los falsificadores.

[0058] Según una forma de realización preferida del elemento funcional según la invención, el período de rejilla Λ y/o la forma de perfil y/o la profundidad de relieve t de la primera estructura de relieve, preferiblemente metalizada, están diseñados de tal manera que al menos una primera área para un ángulo de incidencia o ángulo de observación de 0° a 30° presenta una reflexión directa al menos un 10 % menor de la luz irradiada en al menos el 75 % del rango de longitud de onda de 400 nm a 500 nm en comparación con la reflexión directa en al menos el 75 % del rango de longitud de onda de 525 nm a 700 nm.

[0059] Es preferible que el período de rejilla Λ y/o la forma de perfil y/o la profundidad de relieve t de la primera estructura en relieve, preferiblemente metalizada, esté configurada de tal manera que al menos una primera área presente una reflexión al menos un 15 % menor de la luz irradiada en al menos el 70 % del rango de longitud de onda de 400 nm a 500 nm en comparación con la reflexión en al menos el 70 % del rango de longitud de onda de 525 nm a 700 nm, más preferible que al menos una primera área presente una reflexión al menos un 15 % menor de la luz irradiada en al menos el 90 % del rango de longitud de onda de 400 nm a 500 nm en comparación con la reflexión en al menos el 90 % del rango de longitud de onda de 525 nm a 700 nm y aún más preferible que al menos una primera área presente una reflexión al menos un 20 % menor de la luz irradiada en al menos el 90 % del rango de longitud de onda de 400 nm a 500 nm en comparación con la reflexión en al menos el 90 % del rango de longitud de onda de 525 nm a 700 nm.

[0060] Adicionalmente con respecto a las configuraciones preferidas del período de rejilla Λ y/o la forma del perfil y/o la profundidad de relieve t de la primera estructura en relieve, preferiblemente metalizada, es preferente que al menos una primera área presente una reflexión directa de la luz irradiada en al menos el 90 % del rango de longitud de onda de 525 nm a 700 nm, mayor que el 30 %, preferiblemente mayor que el 40 %, más preferiblemente mayor que el 50 %, para que la primera impresión de color no resulte demasiado oscura.

[0061] El rango de longitud de onda de 400 nm a 500 nm corresponde en particular al rango de longitud de onda de la luz violeta y azul, y el rango de longitud de onda de 525 nm a 700 nm corresponde en particular al rango de longitud de onda de la luz verde, amarilla, naranja y roja. Por lo tanto, mediante la configuración mencionada anteriormente de al menos una primera área, en particular con respecto al período de rejilla Λ y/o la forma de perfil y/o la profundidad de relieve t, resulta que la proporción de luz reflejada azul y/o de color cian es menor que las proporciones de la luz reflejada restante del rango de longitud de onda visible para el ojo humano, preferiblemente de 400 nm a 700 nm. Debido a ello, para el observador la primera impresión de color en reflexión directa aparece con un tono dorado o cobrizo.

[0062] Los valores indicados anteriormente para la reflexión directa, en particular, consisten en valores medidos a partir de espectros de reflexión en un rango de longitud de onda de 400 nm a 700 nm.

[0063] En particular, los espectros de reflexión se determinan preferiblemente con iluminación vertical y visualización con el espectrómetro AvaSpec-2048 de la empresa Avantes. La iluminación se realiza con la fuente de luz blanca LS-1 con una temperatura de color de 3100 °K de Ocean Optics a través de fibras ópticas. En la medición

de la reflexión, un haz de luz dirigido definido con precisión se dirige en particular perpendicularmente a una superficie y una fibra óptica detecta la luz reflejada perpendicularmente hacia atrás. Esta fibra lleva la luz hacia el espectrómetro, que mide cuánta luz se refleja, de qué longitud de onda. Ventajosamente, la reflexión se calibra al 100 % mediante estándares. La referencia oscura se mide contra una superficie negra mate y el balance de blancos del espectrómetro se realiza contra un espejo de aluminio. Por lo tanto, el 100 % de reflexión corresponde a la reflexión del espejo de aluminio y el 0 % a la reflexión de la superficie negra mate. Por lo tanto, la reflexión medida es preferiblemente un valor de un rango de 0 % a 100 %.

[0064] Preferiblemente, al menos una capa metálica es de aluminio y/o plata y/o paladio y/o platino y/o de aleaciones de los mismos. En particular, la capa metálica está formada por aluminio o una aleación con un porcentaje en peso de aluminio de más del 70 %, preferiblemente de más del 90 %.

[0065] Preferentemente, al menos una capa metálica se aplica mediante deposición de vapor y/o se pulveriza desde el vacío en al menos una primera subárea de al menos una primera área. Alternativamente, al menos una capa metálica también se puede aplicar inicialmente en toda la superficie y, a continuación, se puede retirar de nuevo en las áreas que no deben presentar ningún metal. Esto se puede realizar mediante procedimientos de estructuración o desmetalización conocidos, como, por ejemplo, procedimientos de grabado y/o procedimientos de lavado y/o procedimientos de exposición. En particular, al menos una capa metálica se puede eliminar en áreas de tal manera que las áreas metálicas restantes se encuentren presentes en el registro perfecto con respecto a áreas donde se generan efectos basados en la estructura.

[0066] También es posible estampar las estructuras según la invención en la superficie de capas metálicas y/o láminas metálicas y/o cuerpos metálicos, y/o escribir las estructuras según la invención en superficies mediante láser (por ejemplo, mediante láser de femtosegundo).

[0067] Según un ejemplo de realización preferido de la invención, el grosor de la capa de al menos una capa metálica se selecciona de tal manera que esta presenta una densidad óptica (OD) seleccionada de un rango de 0,9 a 3,0, preferentemente de 1,1 a 2,5, más preferentemente de 1,6 a 1,9. En particular, para una observación del elemento funcional en transmisión es ventajoso que al menos una capa metálica presente una densidad óptica (OD) seleccionada de un rango de 1,6 a 1,9.

[0068] De este modo se consigue que se produzca una intensidad de luz suficiente, en particular para la observación del elemento funcional en transmisión a través del área con la estructura según la invención. Al mismo tiempo, las áreas que no presentan una estructura según la invención o estructuras según la invención, que dejan pasar claramente menos luz a través de una capa metálica, aparecen lo suficientemente oscuras como para producir un contraste bien perceptible para el ojo humano.

[0069] Además, esto hace posible proporcionar un elemento funcional con una estructura en relieve que, en reflexión directa, presenta una excelente saturación de color. Además, con ello es posible poner a disposición un elemento funcional que muestra un primer efecto ópticamente variable en una observación en luz reflectada, y que muestra un cuarto efecto óptico en una observación en luz transmitida. Además, al observar la luz transmitida en la dirección de observación resulta la gran ventaja de que se hace visible un efecto óptico correspondiente, que es muy difícil de imitar o falsificar mediante la tecnología existente.

[0070] El parámetro densidad óptica (OD) se refiere en este caso a la transmisión (T), es decir, a la permeabilidad de las ondas electromagnéticas, en particular en el rango de longitud de onda de 400 nm a 700 nm, de una capa metálica con respecto a una superficie metálica no estructurada y, por lo tanto, lisa. La relación funcional entre la transmisión (T) en porcentaje (%) y la densidad óptica (OD) se formula de la siguiente manera: $OD = \lg(100/T [\%])$. Por lo tanto, la densidad óptica es sin unidades.

[0071] Según la ecuación anterior, los valores de transmisión altos dan como resultado valores bajos de densidad óptica, y de forma inversa. Por lo tanto, el valor de transmisión teóricamente más alto posible del 100 %, con respecto a la capa metálica, conduce a una densidad óptica de 0. Esto corresponde a una capa de metal que no se encuentra presente, con un grosor de cero. Por ejemplo, la transmisión disminuye con el aumento del grosor de la capa de metal, y la densidad óptica aumenta.

[0072] La razón de la transmisión aumentada en al menos una primera área de al menos una primera estructura en relieve se debe probablemente a una excitación de plasmones aumentada por la luz incidente, que es posible gracias a la estructura en relieve. Con ello es posible poner a disposición un elemento funcional según la invención, que en una observación en luz reflectada y en una observación en luz transmitida, muestra al menos en cada caso un efecto ópticamente variable. Además, con el diseño adecuado, es posible que el efecto óptico en una observación en luz reflectada sea diferente del efecto óptico en una observación en luz transmitida. Además, con el diseño adecuado, es posible que el efecto óptico detectado en una observación en luz reflectada, observado desde un lado del elemento funcional, sea diferente del efecto óptico observado desde otro lado. En otras palabras, un efecto óptico, preferiblemente diferente, respectivamente puede ser detectado por un observador cuando se observa desde el frente

o desde la parte posterior en reflexión.

[0073] Por lo tanto, resulta la gran ventaja de que en el caso de transmisión directa, observado en un ángulo vertical sobre el plano generado por una capa, puede ser visible un efecto óptico correspondiente, proporcionando así un elemento funcional que es muy difícil de imitar por la tecnología existente. Además, no son posibles efectos comparables cuando se utilizan estructuras de difracción transmisivas de primer orden o de un orden superior.

[0074] El elemento funcional según la invención preferentemente está configurado como lámina de transferencia, como lámina de laminación o como hilo de seguridad y ya presenta una gran variedad de posibilidades de diseño. Además, el elemento funcional, en particular al menos una primera área, puede presentar preferentemente una o varias otras capas seleccionadas del grupo: capa de replicación, capa dieléctrica, capa de un colorante, capa de una sustancia luminiscente, capa de color de barnizado, capa de máscara, capa de polímero, capa metálica, capa de barniz protector, capa adhesiva, capa de desprendimiento, capa de imprimación, capa de barrera, capa porosa, capa de contraste, capa de sellado, capa de promotor de adhesión, capa de soporte, capa decorativa.

[0075] Las capas mencionadas anteriormente pueden estar dispuestas en cada caso individualmente o también en cualquier combinación entre sí en el elemento funcional, en particular en al menos una área, por encima y/o por debajo de al menos una primera estructura en relieve. Las capas pueden estar aplicadas en toda la superficie o también solo parcialmente, es decir, por áreas. Por ejemplo, una o varias de las capas pueden estar dispuestas en forma de un patrón. Varias capas en forma de un patrón también pueden estar dispuestas entre sí en el registro. En este caso, la variedad de diseño del elemento funcional, ventajosamente, aumenta aún más.

[0076] Preferentemente, el elemento funcional está configurado de tal manera que eventualmente por encima y/o por debajo de al menos una capa metálica dispuesta, una o más capas del elemento funcional y/o por debajo de al menos una capa metálica eventualmente proporcionada, una o más capas del elemento funcional están configuradas transparentes o semitransparentes, en particular presentan una transmisión, en particular en el rango de longitud de onda de 400 nm a 700 nm, de al menos el 10 %, preferiblemente de al menos el 25 %, más preferiblemente de al menos el 75 %, aún más preferiblemente de al menos el 90 %, en al menos una subárea de al menos una primera área.

[0077] De este modo se asegura que el efecto óptico generado por al menos una capa metálica y al menos una primera estructura en relieve sea visible en una observación en luz reflectada desde el lado superior, en una observación en luz reflectada desde el lado inferior y/o en una observación en luz transmitida. La impresión de color del efecto óptico en una observación desde el lado superior y desde el lado inferior, respectivamente en una observación en luz reflectada, puede ser la misma. La impresión de color del efecto óptico también puede ser diferente, por ejemplo, debido a la forma de perfil de la primera estructura en relieve y/o debido a diferentes índices de refracción del respectivo material por encima o por debajo de al menos una capa metálica. Una impresión de color diferente de, por ejemplo, colores dorados observados desde la parte superior y rojizos, observados desde la parte inferior, se puede utilizar para diferentes elementos funcionales, por ejemplo, para una lámina para mantas de rescate sin uso de colorantes o para la gestión de radiación y/o calor, por ejemplo, en satélites o similares.

[0078] El elemento funcional según la invención presenta, por ejemplo, una lámina de soporte, preferentemente una lámina de plástico transparente preferiblemente de PET, PC, PE, BOPP con un grosor de entre 10 µm y 500 µm, una capa de replicación transparente, preferiblemente de un barniz de replicación termoplástico o curable por UV, una capa de pegamento, preferentemente una capa de pegamento frío, una capa de pegamento caliente o una capa de pegamento curable por UV y una capa de polímero, preferentemente de sistemas de barniz conocidos con un índice de refracción en el rango de 1,45 a 1,55.

[0079] Además, el elemento funcional según la invención preferentemente no presenta capas delgadas adicionales de materiales de alta refracción, que en particular están dispuestas por encima y/o por debajo de al menos una capa metálica. Las capas de materiales de alta refracción pueden estar formadas, por ejemplo, por ZnS o TiO₂. Sin embargo, también puede tratarse de una capa de laca de replicación de alta refracción, por ejemplo, una capa de laca de polímeros, que en particular está llena de nanopartículas de alta refracción. Esto conduce, por un lado, a un procedimiento de producción simplificado, ya que se ahorra el paso del procedimiento de la disposición, por ejemplo, la deposición en fase de vapor, de los materiales de alta refracción. También se puede prescindir de estos materiales especiales y de alto precio. Por lo tanto, un elemento funcional según la invención se puede integrar en estructuras de productos conocidas de manera particularmente conveniente en cuanto a los costes y, por lo tanto, se puede fabricar de manera económica.

[0080] En una forma de configuración especial, el elemento funcional, observado en particular desde el lado orientado hacia un observador, puede presentar sobre la capa metálica una capa de alta refracción delgada, que al menos se encuentra presente parcialmente, por ejemplo de ZnS. Esta capa de alta refracción, al menos parcial, cambia la impresión de color, por ejemplo, de dorado o cobrizo a rojo, dependiendo del grosor de la capa, ya que se altera la resonancia de plasmones. La capa de alta refracción puede estar presente en forma de motivos tales como letras, números, símbolos, patrones, una figura geométrica, etc., por lo que estos motivos aparecen coloreados de manera

diferente en comparación con las áreas doradas o cobrizas sin la capa de alta refracción. El grosor de la capa de alta refracción se selecciona preferentemente de un rango de 5 nm a 150 nm, más preferentemente de 10 nm a 50 nm.

[0081] Además, es ventajoso que por encima y/o por debajo de al menos una capa metálica esté dispuesta una capa dieléctrica, por ejemplo, de material de baja refracción como MGF₂ o de una capa de polímero de baja refracción. Preferentemente, la capa dieléctrica se imprime o se aplica mediante deposición de vapor de tal manera que está dispuesta en toda la superficie o por áreas sobre la superficie de al menos una capa metálica. Una capa dieléctrica y en particular de baja refracción presenta en particular un índice de refracción de como máximo 1,45. El grosor de la capa dieléctrica y, en particular, de baja refracción, se selecciona preferiblemente del rango de 5 nm a 2000 nm y más preferiblemente de 10 nm a 500 nm.

[0082] Si la estructura en relieve preferiblemente metalizada se superpone con un filtro de color de manera conocida, por ejemplo, colocando un filtro de color separado que presenta una distancia de más de 1 µm, un observador puede reconocer una mezcla de colores a partir de la superposición del efecto óptico, en particular la impresión de color de la estructura en relieve preferiblemente metalizada y la función de filtro de color. El efecto óptico de la estructura en relieve preferiblemente metalizada se tiñe así prácticamente por el filtro de color en el tono del filtro de color.

[0083] Según un ejemplo de realización preferente de la invención, el elemento funcional presenta en las primeras áreas o en al menos una primera área al menos un colorante y/o una sustancia luminiscente, que en particular está dispuesto en una capa. El colorante y/o la sustancia luminiscente están dispuestos preferentemente a menos de 1 µm, más preferentemente a menos de 750 nm, aún más preferentemente a menos de 500 nm, además incluso a menos de 300 nm de distancia de una de las superficies de al menos una capa metálica. Preferentemente, el colorante y/o la sustancia luminiscente está dispuesto en la capa dieléctrica o en una capa de polímeros.

[0084] El colorante y/o la sustancia luminiscente se pueden aplicar, por ejemplo, por medio de un proceso de impresión o desde el vacío, por ejemplo, por medio de evaporación térmica.

[0085] Ventajosamente, una disposición tan cercana del colorante y/o de la sustancia luminiscente en la superficie de al menos una capa metálica con la primera estructura en relieve provoca una absorción y/o fluorescencia muy aumentadas. El mecanismo de intensificación se denomina absorción potenciada por plasmones, así como emisión acoplada a plasmones. Esto distingue esencialmente la primera estructura en relieve, en particular de las superficies especulares o estructuras difractivas "normales", donde no se produce este efecto de refuerzo.

[0086] El colorante y/o la sustancia luminiscente se pueden aplicar o estar dispuestos en toda la superficie o por áreas, por ejemplo, en forma de motivos reconocibles para el ojo humano, como letras, números, símbolos, patrones, una figura geométrica, etc. Preferiblemente, el colorante y/o la sustancia luminiscente solo están dispuestos por áreas sobre al menos una capa metálica. Además, el colorante y/o la sustancia luminiscente solo están proporcionados allí donde al menos una capa metálica es adyacente a por lo menos una primera estructura en relieve y genera el efecto descrito anteriormente.

[0087] El término sustancia luminiscente en particular denomina una sustancia fluorescente o fosforescente. Las sustancias fluorescentes típicas son excitadas por radiaciones UV en el rango de 395 nm y/o 365 nm y/o 313 nm y/o 254 nm. Se conocen sustancias fluorescentes donde una excitación emite solo en un rango de longitud de onda o también en varios rangos de longitud de onda mediante la emisión de colores iguales, similares o diferentes según la longitud de onda irradiada en el rango visible.

[0088] El colorante y/o la sustancia luminiscente se pueden aplicar con un procedimiento de impresión o desde el vacío.

[0089] Ejemplos de colorantes aplicados desde el vacío son el negro Patinal A o marrón A de la empresa Merck, así como la luz en el rango espectral visible, preferiblemente en el rango de longitud de onda de 400 nm a 700 nm, metales absorbentes como el oro, el cobre o el cromo. Cuando se utilizan tales metales como capa de colorante, entre la capa metálica y la capa de colorante se encuentra preferiblemente una capa dieléctrica muy delgada, por ejemplo, la capa de óxido natural delgada de unos pocos nanómetros de grosor de una capa de aluminio vaporizada. Por ejemplo, el grosor de esta capa dieléctrica es de entre 2 nm y 10 nm. Esto asegura que, en particular, las propiedades de absorción de la capa de colorante de un metal altamente absorbente no se modifiquen desfavorablemente debido a la conexión eléctrica hacia la capa de metal.

[0090] En el uso de procedimientos de impresión se utilizan preferiblemente otros colorantes y/o sustancias luminiscentes que en la aplicación desde el vacío. Preferentemente, el colorante y/o la sustancia luminiscente consisten en un colorante o sustancia luminiscente soluble o en nanopartículas o pigmentos insolubles. Como colorante se utilizan preferentemente los colorantes de los siguientes grupos de sustancias: colorantes complejos metálicos, especialmente con Cr³⁺ o Co²⁺ como átomo central. Preferiblemente, las sustancias luminiscentes seleccionadas se utilizan individualmente o combinando los siguientes grupos de sustancias: cumarinas, rodaminas,

cianinas.

[0091] El colorante y/o el agente luminiscente puede presentar un comportamiento de absorción variable que reacciona a influencias externas. Este comportamiento de absorción variable puede ser reversible o también irreversible y preferiblemente causa un cambio de color.

[0092] Un elemento funcional según la invención puede presentar una capa de sensor. Por capa de sensor se entiende en particular una capa preferiblemente de polímeros que presenta el colorante y/o la sustancia luminiscente, que presenta un comportamiento de absorción que reacciona de forma variable a las influencias externas.

[0093] Ejemplos de colorantes y/o sustancias luminiscentes variables que reaccionan frente a influencias externas son materiales cromogénicos, que modifican su color o su transparencia según la temperatura (materiales termocrómicos), la incidencia de la luz (materiales fotocromáticos), la tensión eléctrica y/o la corriente, así como a presión.

[0094] En el caso de los colorantes y/o sustancias luminiscentes termocrómicos, en particular, un cambio de temperatura predeterminado provoca el cambio de color y, en el caso de los colorantes fotocromáticos, en particular, una intensidad de radiación predeterminada.

[0095] Un elemento funcional según la invención puede estar configurado como elemento sensor, que comprende en particular una capa de sensor preferentemente de polímeros. En particular, un elemento funcional según la invención, que preferiblemente presenta un colorante y/o sustancia luminiscente termocrómicos, se puede utilizar, por ejemplo, en la industria alimentaria en un sensor de tiempo y temperatura (también llamado indicador de tiempo/temperatura (TTI)). Un sensor de este tipo puede indicar, por ejemplo, una interrupción en la cadena de frío. Los colorantes termocrómicos habitualmente son sustancias que presentan una transición de fase estructural que va acompañada de un cambio de color. Un ejemplo de un colorante termocrómico se compone de una mezcla de cloruro de colorante de antocianidina cianidina, galato de dodecilo y ácido hexadecanoico, como se describe en J. Mater. Chem. C, 2013, 1, 2811-2816.

[0096] Un ejemplo de un colorante fotocromático es la bacteriorodopsina. Un elemento funcional que presenta un colorante fotocromático, en particular la bacteriorodopsina, se puede utilizar como elemento de seguridad, que cambia de color cuando se irradia con una intensidad suficientemente alta. Alternativamente, un elemento funcional de esa clase puede ser un elemento sensor de intensidad de luz en un sensor de intensidad de luz.

[0097] Otro ejemplo de colorantes y/o sustancias luminiscentes variables que reaccionan a influencias externas son los colorantes y/o sustancias luminiscentes sensibles al pH, que muestran diferentes colores en solución acuosa, según el valor de pH.

[0098] Son adecuados, por ejemplo, naranja de metilo, azul de bromotimol o fenolftaleína. Estos muestran diferentes colores en solución acuosa según el valor de pH. La fenolftaleína, por ejemplo, es transparente para valores de pH inferiores a 8 y se vuelve magenta a partir de valores de pH de 9. Con un valor de pH muy alto, próximo a 14, vuelve a ser incolora. A un valor de pH muy bajo, inferior a cero, el indicador se vuelve de color naranja rojizo.

[0099] Una capa de sensor que comprende un colorante y/o una sustancia luminiscente que es sensible al pH se puede utilizar, por ejemplo, como sensor de pH.

[0100] Otro ejemplo de colorantes y/o sustancias luminiscentes variables que reaccionan a influencias externas son aquellos que reaccionan con sustancias, por ejemplo, sustancias gaseosas o líquidas, donde el producto de la reacción con el colorante y/o la sustancia luminiscente presenta un índice de refracción complejo, coeficientes de absorción y/o impresión de color diferentes. Por ejemplo, el perileno reacciona con NO₂ gaseoso, de modo que este es detectable en el caso de una concentración suficiente, mediante un cambio de color.

[0101] El grado de pigmentación y/o la proporción en volumen del colorante y/o de la sustancia luminiscente puede ascender hasta el 100 % en la capa que contiene el colorante y/o la sustancia luminiscente, en particular cuando el colorante se aplica desde el vacío. Preferiblemente, el grado de pigmentación y/o la proporción en volumen del colorante y/o de la sustancia luminiscente asciende a más del 50 %, más preferiblemente a más del 75 %, y aún más preferiblemente a más del 90 %. Con niveles de pigmentación y/o proporciones en volumen del colorante y/o de la sustancia luminiscente tan altos, la capa de colorante se puede configurar extremadamente delgada, por lo que el colorante y/o la sustancia luminiscente se encuentran lo más cerca posible de la capa metálica.

[0102] Preferentemente, el grado de pigmentación y/o la proporción en volumen del colorante y/o de la sustancia luminiscente de la capa que contiene el colorante y/o sustancia luminiscente, en particular aplicada en el procedimiento de impresión, es inferior al 15 %, preferentemente inferior al 10 %, más preferentemente inferior al 5 %, en particular cuando se emplean colorantes y/o sustancias luminiscentes, que sin una matriz estabilizadora, por ejemplo de polímeros, no presentarían una adhesión suficiente a la capa metálica y/o provocarían una reacción

química con la capa metálica.

[0103] También se pueden utilizar mezclas de diferentes pigmentos, colorantes o sustancias luminiscentes.

5 **[0104]** La capa que contiene el colorante y/o la sustancia luminiscente es preferentemente transparente y/o presenta una transmisión, en particular en el rango de longitud de onda de 400 nm a 700 nm, de al menos el 10 %, preferentemente de al menos el 25 %, más preferentemente de al menos el 75 %, aún más preferentemente de al menos el 90 %. Con ello se garantiza, en particular, que si el colorante está aplicado también en subáreas donde no está dispuesta ninguna estructura en relieve y/o ninguna capa metálica según la invención, no se pueda reconocer
10 ninguna coloración esencial de una situada debajo.

[0105] Mediante la disposición de un colorante y/o de la sustancia luminiscente, la primera impresión de color generada se puede modificar específicamente, en particular, en la reflexión directa. Por ejemplo, es posible que el colorante y/o la sustancia luminiscente presenten un máximo de absorción en el caso de una longitud de onda de 550
15 nm, donde la absorción presenta una distribución de Gauss con una anchura seleccionada de un rango de 25 nm a 100 nm, preferiblemente de 40 nm a 60 nm. Dado que esto conduciría a una gran disminución de la reflexión a 550 nm, la disposición de un colorante y/o sustancia luminiscente de este tipo da como resultado una primera impresión de color rojizo. Por ejemplo, las nanopartículas de oro con un diámetro de aproximadamente 20 nm tienen un máximo de absorción de aproximadamente 520 nm.
20

[0106] El colorante y/o la sustancia luminiscente pueden estar proporcionados en toda la superficie o también solo parcialmente en áreas de superficie individuales. Mediante una aplicación parcial por área de superficie, se logra que la primera impresión de color solo se pueda observar en las áreas de superficie con colorante y/o sustancia luminiscente y de forma contigua a las mismas, donde no se aplica ningún colorante y/o sustancia luminiscente, la
25 primera impresión de color no está presente. Esto permite crear diseños que generan un contraste de la primera impresión de color con otros efectos ópticos. Al utilizar, por ejemplo, colorantes fotocromáticos y/o sustancias luminiscentes, además de las subáreas que presentan el cambio de color durante, por ejemplo, en el caso de una irradiación, también se pueden realizar subáreas estables en cuanto al color, con la primera impresión de color como color de referencia. Preferentemente, en la subárea que presenta un colorante cromogénico y/o sustancia
30 luminiscente, la primera impresión de color antes del cambio de color es esencialmente igual o diferente a la impresión de color de una subárea, que no presenta colorante cromogénico. Además, la primera impresión de color de la subárea, que presenta un colorante cromogénico y/o una sustancia luminiscente, preferiblemente es diferente de la impresión de color de la subárea, que no presenta ningún colorante y/o sustancia luminiscente después del cambio de color.
35

[0107] Además, es posible que al menos una capa de color de barnizado esté dispuesta en toda la superficie o parcialmente al menos por áreas o en toda la superficie sobre al menos una primera área y/o áreas adicionales. Esta capa de color de barnizado puede ser directamente adyacente a la capa metálica o estar distanciada de la capa metálica por una capa intermedia dieléctrica. Al menos una capa de color de barnizado actúa como un filtro de color y
40 genera una impresión de color detectable para un observador en la coloración correspondiente del filtro de color. Además del efecto de filtro de color, a una distancia correspondientemente reducida de la capa metálica, de preferiblemente menos de 1 µm, más preferiblemente menos de 750 nm, aún más preferiblemente menos de 500 nm, de modo aún más preferente menos de 300 nm, también como se ha descrito anteriormente, la capa de color de barnizado puede modificar la primera impresión de color mediante una absorción y/o fluorescencia muy aumentada
45 por medio de la absorción potenciada por plasmones y la emisión acoplada a plasmones.

[0108] La impresión de color detectable para un observador de la primera estructura en relieve y/o de las otras estructuras en relieve y/o de las superficies especulares por debajo de la capa de color de barnizado puede estar determinada como combinación de los efectos ópticos de las estructuras en relieve y/o superficies especulares
50 correspondientes con la coloración debido a la capa de color de barnizado. En particular, al menos una capa de color de barnizado es transparente y/o presenta una transmisión, en particular en el rango de longitud de onda de 400 nm a 700 nm, de al menos el 10 %, preferiblemente de al menos el 25 %, más preferiblemente de al menos el 75 %, aún más preferiblemente de al menos el 90 %.

55 **[0109]** Dos o más capas de color de barnizado pueden estar presentes una al lado de la otra. Alternativamente, también dos o varias capas de color de barnizado pueden estar presentes de forma superpuesta, al menos por áreas. En las áreas de superposición de las dos o varias capas de color de barnizado se forma un color de mezcla a partir de los colores de las dos o varias capas de color y en particular de al menos una primera área situada debajo.

60 **[0110]** Preferiblemente, el grosor de al menos una capa de color de barnizado es inferior a 10 µm, preferiblemente inferior a 5 µm, más preferiblemente inferior a 2 µm. En particular, el grado de pigmentación y/o la proporción en volumen del colorante y/o de la sustancia luminiscente de la capa de colorante de barnizado es menor al 15 %, preferiblemente menor al 10 %, más preferiblemente menor al 5 %. Preferentemente, los colorantes de la capa de color de barnizado son colorantes solubles.
65

[0111] En una forma de realización, al menos una capa de color de barnizado puede estar dispuesta a una distancia de una de las superficies de al menos una capa metálica de menos de 500 nm, preferiblemente menos de 200 nm, aún más preferiblemente en contacto directo con una de las superficies de al menos una capa metálica.

5 **[0112]** Además, también es posible que al menos una primera área presente una subárea que está configurada en forma de patrón y, en particular, una subárea que rodea esa subárea. Además, en la subárea circundante puede estar dispuesta al menos una capa, en particular una capa de máscara, que está configurada opaca, de modo que el efecto óptico generado por al menos una capa metálica y al menos una primera estructura en relieve solo es visible en la subárea de al menos una primera área, que no está cubierta por la capa opaca. De este modo, se pueden lograr
10 efectos ópticos interesantes mediante la conformación de las subáreas.

[0113] Preferiblemente, la forma de perfil y/o la profundidad de relieve y/o el período de rejilla de al menos la primera estructura en relieve se seleccionan adicionalmente de modo que, en un segundo ángulo de incidencia diferente del primer ángulo de incidencia, se modifica de modo diferente la apariencia de color de la luz reflejada
15 directamente en al menos una primera área o directamente transmitida a través de al menos una capa metálica.

[0114] Según la invención, en un primer ángulo de incidencia se observa una primera impresión de color en reflexión directa y un segundo ángulo de incidencia una segunda impresión de color en reflexión directa, donde, en particular a partir de la normal perpendicular al plano de base de la estructura en relieve, el primer ángulo de incidencia se selecciona de un rango de 0° a 30° y, en particular, donde el segundo ángulo de incidencia es mayor que el primer ángulo de incidencia en un valor seleccionado de un rango de 10° a 45°. Por ejemplo, el segundo ángulo de incidencia es un valor seleccionado de un rango de 30° a 60°. De este modo se posibilita un cambio de color definido al inclinar o un efecto de inclinación del color. Por lo tanto, bajo el primer o el segundo ángulo de incidencia en una observación en luz reflectada y/o en una observación en luz transmitida se muestran al observador humano, en particular, diferentes
20 impresiones de color estables en la reflexión directa.

[0115] En particular, la segunda impresión de color depende del ángulo azimutal. De este modo, un elemento funcional puede estar configurado de tal manera que presente una primera área, que presente un ángulo azimutal de al menos 15°, preferiblemente de 30° y más preferiblemente de 45°, girado, u otra primera área diferente. Por ejemplo, en el caso de un ángulo azimutal de 0° o 90° se puede generar una segunda impresión de color, que es diferente de la segunda impresión de color en el caso de un ángulo azimutal de, por ejemplo, 45°. Dado que el efecto de inclinación del color se basa en la estructura, está en el registro perfecto con respecto a otros efectos basados en la estructura. En particular, en este efecto también es ventajoso que en ambas primeras áreas, con la misma forma de perfil, profundidad de relieve o período de rejilla, se produzca la misma primera impresión de color independientemente del ángulo azimutal seleccionado. En un primer ángulo de observación de, por ejemplo, 10°, todas las primeras áreas presentan la misma impresión de color, por ejemplo, de color dorado. En cambio, en el caso de un segundo ángulo de observación de, por ejemplo, 40°, las impresiones de color en las áreas se diferencian según la orientación de rejilla, es decir, según el ángulo azimutal en la respectiva área, y una información oculta solo es visible bajo este segundo ángulo de observación. Un efecto de color de este tipo también se denomina efecto de color metamérico.
30

[0116] Por ángulo azimutal se entiende en particular la orientación de una estructura en relieve en el plano generado desde la superficie de base, donde la dirección x corresponde a 0° y la dirección y a 90°. La orientación de una estructura en relieve puede estar rotada en un ángulo definido con respecto a otra estructura en relieve en cuya superficie de base se fijan la dirección x y la dirección y.
40

[0117] Según la invención, en el caso de un tercer ángulo de incidencia diferente del primer y segundo ángulo de incidencia, la luz difractada en al menos una primera área en el primer orden de difracción muestra un fenómeno óptico que es diferente de los fenómenos ópticos del primer y segundo ángulo de incidencia. Este fenómeno óptico se denomina efecto latente y corresponde a la iluminación del primer orden de difracción.
45

[0118] Según un ejemplo de realización preferente de la invención, el elemento funcional presenta al menos una segunda área, donde en al menos una segunda área está configurada al menos una segunda estructura en relieve y/o una superficie especular sin estructura en relieve formada en esta superficie especular. Al menos una segunda estructura en relieve se trata de una estructura en relieve que se selecciona preferentemente de forma individual o en combinación y/o en superposición de: estructura en relieve difractiva, estructura en relieve holográfica, en particular holograma 2D, 2D/3D o 3D, estructura mate, superficie de microespejo, estructura de faceta reflectiva, microestructura refractiva, casi acromática, preferentemente rejilla flameada con un período de rejilla de más de 5 µm, lente, cuadrícula de microlentes, estructura binaria aleatoria, microestructura binaria en forma de lentes de Fresnel. En particular, en una subárea de al menos una segunda área está dispuesta una capa metálica, que preferiblemente puede estar configurada de manera análoga a por lo menos una de las formas de realización preferentes de la capa metálica en al menos una subárea de la primera área.
50
55
60

[0119] Por lo tanto, al menos una segunda estructura en relieve está configurada de tal manera que al menos una segunda área aparece preferiblemente plateada, en particular bajo iluminación difusa, y/o en el color propio del metal, que está dispuesto en al menos una segunda área y/o donde está estampada al menos una segunda estructura
65

en relieve.

[0120] Por estructura en relieve difractiva se entiende, en particular, una estructura en relieve que presenta una frecuencia espacial seleccionada de un rango de 200 líneas/mm a 2000 líneas/mm y, que en particular, genera un efecto ópticamente variable mediante la difracción de la luz incidente en el primer orden de difracción o un orden de difracción más alto. Estos efectos ópticamente variables pueden ser, por ejemplo, efectos de color tipo arco iris y/o efectos de movimiento y/o efectos de bomba y/o efectos de transformación. Los ejemplos de estructuras en relieve difractivas incluyen, por ejemplo, rejillas lineales o rejillas en cruz. Además, las estructuras en relieve difractivas también pueden estar formadas por hologramas generados por ordenador, por ejemplo por lentes convergentes generadas por ordenador.

[0121] Como estructuras mate se pueden utilizar estructuras mate de dispersión isotrópica o dispersión anisotrópica. La estructura mate se refiere a una estructura con propiedades de dispersión de la luz, que preferentemente dispone de un perfil de superficie estocástico o aleatorio. Las estructuras mate presentan preferentemente una profundidad de relieve t en el rango de 100 nm a 5000 nm, preferiblemente de 200 nm a 2000 nm. Además, las estructuras mate presentan preferentemente un valor de rugosidad medio R_a seleccionado de un rango de 50 nm a 2000 nm, preferiblemente de 100 nm a 1000 nm. El efecto mate puede ser isotrópico o anisotrópico.

[0122] Por microestructura se entiende una estructura cuya frecuencia espacial es inferior a 200 líneas/mm o cuyo período de rejilla es superior a 5 μm y genera un efecto óptico esencialmente por refracción. Por lo tanto, el efecto es casi acromático.

[0123] Las lentes pueden estar conformadas como lentes de acción refractiva o como espejos huecos de acción refractiva, o también como lentes difractivas o espejos huecos difractivos. Una cuadrícula de microlentes está formada preferentemente por una disposición unidimensional o bidimensional de microlentes, por ejemplo de lentes cilíndricas en una disposición unidimensional de las microlentes o de microlentes con una forma respectivamente esférica o aproximadamente esférica o asférica, en una disposición bidimensional de las microlentes. La anchura de cuadrícula de una cuadrícula de microlentes presenta preferentemente un valor seleccionado de un rango de 5 μm a 300 μm , más preferiblemente de un rango de 5 μm a 50 μm .

[0124] Según un ejemplo de realización preferido de la invención, el elemento funcional presenta al menos una tercera área, donde en al menos una tercera área está conformada al menos una tercera estructura en relieve. Al menos una tercera estructura en relieve en particular consiste en una estructura en relieve, que comprende rejillas con un período de rejilla Λ de menos de 500 nm y más de 300 nm y una profundidad en relieve t de más de 150 nm. Al menos una tercera área está configurada de tal manera que, en reflexión directa sobre un rango de ángulo de inclinación relativamente amplio de, en particular, al menos 0° a 30° con respecto a la normal del plano generado por el elemento funcional, presenta preferiblemente una impresión de color rojo u oscuro, en particular una impresión de color negro, en reflexión directa o en transmisión. En particular, en una subárea de al menos una tercera área está dispuesta una capa metálica, que preferiblemente puede estar configurada de manera análoga a por lo menos una de las formas de realización preferentes de la capa metálica en al menos una subárea de la primera área.

[0125] Dado que los efectos ópticos como la impresión de color de las diferentes áreas son generados esencialmente por estructuras, en particular al menos una primera área, al menos una segunda área y al menos una tercera área pueden estar dispuestas con precisión en cuanto al registro, una con respecto a otra, ya que puede prescindirse de la disposición de capas de laca adicionales para una formación de color.

[0126] Esto posibilita además, en particular, la formación de color de elementos de diseño autoexplicativos dispuestos en el registro perfecto, tales como, por ejemplo, banderas. Convenientemente, los elementos de diseño autoexplicativos se pueden complementar o ampliar con otros efectos basados en la estructura.

[0127] La estabilidad de color en caso de una inclinación del elemento funcional en combinación con el registro perfecto de la impresión de color en reflexión directa de las diferentes áreas correspondientes entre sí puede utilizarse para la detección y/o reconocimiento y/o verificación del elemento funcional en procesos mediante máquinas, en particular automatizados, como "optical machine authentication" y "optical phone authentication". A este respecto, los lectores utilizados para ello pueden ser fijos o también móviles.

[0128] Los lectores fijos, como los que se utilizan, por ejemplo, para el control de pasaportes en los aeropuertos o también en los pasos fronterizos, a menudo presentan la posibilidad de registrar el lado del pasaporte con los elementos de seguridad en caso de una iluminación difusa. En este caso, las subáreas que presentan la impresión de color según la invención aparecen con gran contraste en la toma de imagen, por lo que se puede verificar el mantenimiento del registro de la impresión de color en relación con las subáreas que aparecen plateadas, por medio de una evaluación de imagen adecuada. También en el caso de dispositivos de lectura móviles, como por ejemplo teléfonos inteligentes con software adecuado, pueden generarse tomas de imagen que pueden utilizarse para la verificación del mantenimiento del registro de diferentes elementos de imagen relativamente entre sí. Preferiblemente, el software conduce al usuario a optimizar la iluminación de tal manera que la verificación sea posible de manera

óptima.

[0129] Según un ejemplo de realización de la invención, al menos una primera área, al menos una segunda área, al menos una tercera área o al menos una de las primeras segundas o terceras áreas presenta una conformación en forma de un patrón. Por ejemplo, un área puede tener la forma de letras, números, de un símbolo, de una figura geométrica o de un motivo. En particular, al menos una primera área puede estar configurada como minitexto o microtexto.

[0130] Por texto se entiende preferiblemente una secuencia de dos o más letras, símbolos o números, donde un minitexto preferentemente presenta una altura de fuente en el rango de 0,5 mm a 2,5 mm y un microtexto presenta preferiblemente una altura de fuente en el rango de 0,125 mm a 0,5 mm. Los textos con una altura de letra inferior a 0,125 mm se entienden como nanotexto.

[0131] Además, es posible que las primeras y/o segundas y/o terceras áreas estén dispuestas como una pluralidad de píxeles. Los píxeles pueden estar configurados de forma redonda, cuadrada, hexagonal, en forma de motivo o también en cualquier otra forma coherente. Los píxeles también pueden presentar una forma alargada, en particular una forma de línea. Preferiblemente, la extensión máxima de un píxel en al menos una dirección de las direcciones espaciales, preferiblemente en la dirección x y en la dirección y, es menor que 300 μm , preferiblemente menor que 100 μm , más preferiblemente menor que 10 μm , aún más preferiblemente menor que 5 μm , además aún más preferiblemente menor que 3 μm . Además, es ventajoso que un píxel esté configurado mayor que 1 μm , preferiblemente mayor que 1,5 μm , en la dirección x y/o en la dirección y. Las extensiones anteriores de los píxeles ofrecen el efecto de altas resoluciones de la información representada. Por lo tanto, se pueden realizar efectos ópticos más intensos, por ejemplo, efectos de movimiento sobre distancias más largas. Además, las extensiones de los píxeles son lo suficientemente grandes como para que al menos una estructura en relieve de al menos una primera área presente un número suficiente de períodos de rejilla, de modo que esta todavía pueda generar su efecto óptico.

[0132] Además, es posible que, al menos por áreas o en toda la superficie, en la dirección visual de un observador, en particular perpendicularmente al plano generado por el elemento funcional, detrás y/o por debajo de al menos una primera área y/o segunda área y/o tercera área y/o áreas adicionales, esté dispuesta al menos una capa de color de barnizado, en particular en toda la superficie o parcialmente.

[0133] En otras palabras, es posible que en la dirección visual de un observador, en particular perpendicularmente al plano generado por el elemento funcional, al menos por áreas o en toda la superficie por debajo de al menos una primera estructura en relieve, de al menos una segunda estructura en relieve, de al menos una tercera estructura en relieve y/o de al menos una superficie especular y/o de la capa metálica, esté dispuesta al menos una capa de color de barnizado. Es posible que al menos una capa de color de barnizado esté dispuesta en la dirección visual de un observador, en particular perpendicularmente al plano generado por el elemento funcional, de tal manera que se superponga total o parcialmente con al menos una primera, segunda y/o tercera área. También es posible que al menos una capa de color de barnizado no se superponga con al menos una primera, segunda y/o tercera área.

[0134] Al menos una capa de color de barnizado puede ser directamente adyacente a la capa metálica o estar distanciada de la capa metálica mediante una capa intermedia dieléctrica. Al menos una capa de color de barnizado actúa aquí preferiblemente como fondo de color y, por lo tanto, como una área que contrasta ópticamente y en particular para un observador produce una impresión de color detectable en la coloración correspondiente de al menos una capa de color.

[0135] Es ventajoso que al menos una capa de color de barnizado, en particular en reflexión directa sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 0° a 30° con respecto a la normal y/o sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 30° a 60° con respecto a la normal, en particular en el espacio de color CIELAB, presente una distancia de color total dE de 50 a 270, preferiblemente de 100 a 270, más preferiblemente de 130 a 270, con respecto a la primera y/o con respecto a la segunda y/o con respecto a la tercera área, en particular con respecto a por lo menos una subárea de al menos una primera, segunda y/o tercera área donde está dispuesta una capa metálica.

[0136] También es ventajoso que al menos una capa de color de barnizado, en particular en reflexión directa sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 0° a 30° con respecto a la normal y/o sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 30° a 60° con respecto a la normal, presente un color más oscuro, en particular con un valor de luminosidad L más bajo, en particular en comparación con al menos una primera, y/o segunda y/o tercera área, y que al menos una primera, y/o segunda y/o tercera área presente un color más claro, en particular con un valor de luminosidad L más alto, en particular en comparación con al menos una capa de color de barnizado.

[0137] Además, es ventajoso que al menos una capa de color de barnizado, en particular en reflexión directa sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 0° a 30° con respecto a la normal y/o sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 30° a 60° con respecto a la normal, presente un color más

claro, en particular con un valor de luminosidad L más alto, en particular en comparación con al menos una primera y/o segunda y/o tercera área, y que al menos una primera y/o segunda y/o tercera área presente un color más oscuro, en particular con un valor de luminosidad L más bajo, en particular en comparación con al menos una capa de color de barnizado.

[0138] Preferiblemente, un primer color se entiende como más claro en comparación con un segundo color cuando el primer color presenta un valor de luminosidad L más alto en comparación con el segundo color. De forma análoga, preferiblemente, un tercer color se entiende como más oscuro en comparación con un cuarto color, cuando el tercer color presenta un valor de luminosidad L más bajo en comparación con el cuarto color.

[0139] Se considera ventajoso que la primera área y/o la segunda área, en particular en reflexión directa sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 0° a 30° con respecto a la normal y/o sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 30° a 60° con respecto a la normal, en particular en el espacio de color CIELAB, presenten una distancia de color total dE de 50 a 270, preferiblemente de 100 a 270, más preferiblemente de 130 a 270, con respecto a la tercera área, y/o que la primera área y/o la segunda área, en particular en reflexión directa sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 0° a 30° con respecto a la normal y/o sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 30° a 60° con respecto a la normal, presente un color más claro, en particular con un valor de luminosidad L más alto, preferiblemente en comparación con la tercera área, y que la tercera área, en particular en reflexión directa sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 0° a 30° con respecto a la normal y/o sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 30° a 60° con respecto a la normal, presente un color más oscuro, en particular con un valor de luminosidad L más bajo, preferiblemente en comparación con la primera y/o segunda área.

[0140] De manera alternativa, las primeras y/o segundas y/o terceras áreas también pueden estar dispuestas en una disposición de cuadrícula. También es posible que las primeras y/o segundas y/o terceras zonas estén dispuestas entrelazadas (interlaced). Esto significa que respectivamente las primeras y/o segundas y/o terceras áreas están dispuestas de forma alternada y, en particular, directamente de forma contigua unas con respecto a otras. En este caso, las primeras y/o segundas y/o terceras áreas presentan una distancia y/o dimensión reducida al menos en una dimensión de menos de 300 µm, preferiblemente de menos de 100 µm.

[0141] Además, es posible que al menos una primera área esté diseñada de tal manera que esté dispuesta al menos en dos, preferiblemente al menos tres, preferiblemente al menos cinco áreas. Preferiblemente, las zonas están configuradas de tal manera que están dispuestas distanciadas unas de otras al menos parcialmente más de 300 µm, preferiblemente al menos 1000 µm, en la dirección x y/o en la dirección y, de modo que se perciben como separadas entre sí para el ojo humano. En particular una, preferiblemente cada una de las zonas, presenta al menos una primera área de la zona, que está configurada en al menos una dirección espacial menor de 2 mm, preferiblemente menor de 1 mm, más preferiblemente menor de 0,7 mm. A este respecto, puede ser ventajoso que al menos una primera área de la zona represente al menos el 20 %, preferiblemente al menos el 30 %, más preferiblemente más del 50 %, de la superficie de una zona individual.

[0142] Esto tiene el efecto ventajoso de dificultar que los falsificadores imiten, por ejemplo, la impresión de color dorada mediante sobreimpresión parcial con color amarillo de un elemento falsificado que no presenta las estructuras de rejilla que absorben la luz. Por lo tanto, el registro perfecto no se puede lograr lo suficiente a través de una impresión de color registrada, por ejemplo, mediante impresión por chorro de tinta.

[0143] También es posible que al menos una zona presente al menos una segunda área de la zona, que en al menos una dirección espacial sea mayor de 2 mm, preferiblemente mayor de 3 mm, más preferiblemente mayor de 5 mm, en particular donde la superficie de las segundas áreas de las zonas, de todas las zonas, sea al menos en total mayor que 20 mm², preferiblemente mayor que 30 mm², más preferiblemente mayor que 50 mm². Esta superficie mínima de las áreas de las zonas más extensas hace que sea más fácil para un observador percibir con seguridad la impresión de color dorada o cobriza.

[0144] Además, también es posible que la extensión de al menos una zona se reduzca en una dirección espacial, preferiblemente que se estreche de forma continua o gradual. De este modo, el ojo de un observador es guiado desde las segundas áreas de las zonas más amplias y más fáciles de detectar, para observar también hacia las primeras áreas de las zonas más estrechas. En estas áreas, el registro perfecto de al menos una primera área de la zona es más difícil de imitar para los falsificadores con respecto a las otras áreas, subáreas o zonas del elemento funcional.

[0145] Además, al menos una primera área de al menos una tercera área solo puede estar enmarcada por una tercera área, sólo por áreas o incluso puede estar encerrada por completo, donde al menos una tercera área presenta una extensión en una de las direcciones espaciales seleccionada de un rango de 30 µm a 1 mm, preferiblemente de 50 µm a 300 µm, más preferiblemente de 50 µm a 150 µm. Por lo tanto, al menos una tercera área forma un marco o marco parcial a modo de contorno que enmarca o rodea al menos una primera área, por áreas o por completo. De este modo se resalta aún más el contorno de al menos una primera área y para un observador se mejora el

reconocimiento mediante un aumento del contraste. Preferiblemente, los efectos ópticos en la primera y segunda y tercera área, unos con respecto a otros, presentan una coloración lo más diferente posible y, por lo tanto, un contraste óptico lo mejor posible. Por ejemplo, una segunda área puede presentar una superficie de forma libre de Fresnel, donde esta segunda área está rodeada con una primera área con la primera estructura en relieve, con la impresión de color dorada.

[0146] En otra forma de realización, al menos una primera área puede estar enmarcada por al menos una segunda área, por áreas o incluso puede estar encerrada por completo, donde al menos una segunda área presenta una extensión en una de las direcciones espaciales seleccionadas de un rango de 30 μm a 1 mm, preferiblemente de 50 μm a 300 μm , más preferiblemente de 50 μm a 150 μm . En particular, al menos una segunda área puede estar enmarcada por al menos una tercera área, por áreas o incluso puede estar encerrada por completo, donde al menos una tercera área puede estar configurada como en el párrafo anterior. Además, al menos una segunda área puede presentar un microtexto o un nanotexto.

[0147] Mediante una configuración de este tipo se consigue que, a través del efecto óptico de al menos una segunda área, la atención del observador se dirija a la zona alrededor del contorno y, por lo tanto, al registro perfecto entre las áreas o contornos que aparecen de forma diferente en la reflexión directa.

[0148] Según una forma de realización de la invención, una pluralidad de microlentes puede estar dispuesta en forma de cuadrícula por encima de al menos una primera área. En particular, por "dispuesto en forma de cuadrícula" se entiende una disposición en una cuadrícula. En particular, las microlentes están dispuestas de tal manera que al menos una primera área es percibida ampliada por un observador. En otras palabras, al menos una primera área se encuentra en el plano focal de las microlentes. Las microlentes respectivamente pueden presentar una forma esférica cilíndrica o lenticular, una forma esférica o aproximadamente esférica, una forma asférica u otras formas.

[0149] Una cuadrícula de microlentes puede presentar varias cuadrículas parciales de microlentes, donde preferiblemente dentro de una cuadrícula parcial de microlentes, las microlentes están dispuestas como lentes cilíndricas en una disposición unidimensional de las microlentes o las microlentes con una forma respectivamente esférica, aproximadamente esférica o asférica, están dispuestas en una disposición bidimensional de las microlentes. Dentro de una cuadrícula de microlentes, en particular, pueden estar dispuestas varias cuadrículas parciales de microlentes diferentes entre sí. Por ejemplo, dentro de una cuadrícula de microlentes puede estar proporcionada al menos una cuadrícula parcial de microlentes con una disposición bidimensional de las microlentes y al menos una cuadrícula parcial de microlentes con una disposición unidimensional de las microlentes. Las cuadrículas parciales de microlentes pueden presentar una forma exterior diferente, en particular triangular, poligonal, redonda, elíptica, en forma de motivo, en forma de patrón, en forma de una codificación. Preferiblemente, estas cuadrículas parciales de microlentes con disposiciones unidimensionales o bidimensionales de microlentes presentan en cada caso la misma anchura de cuadrícula y/o respectivamente la misma longitud focal.

[0150] En particular, en este caso, al menos una primera área está dispuesta en subáreas de tal manera que de las subáreas resulta una pluralidad de microimágenes o íconos con efecto muaré dispuestos en forma de cuadrícula, en particular donde esas microimágenes o íconos con efecto muaré están dispuestos en el registro con respecto a la pluralidad de microlentes dispuestas en forma de cuadrícula. La anchura de cuadrícula, de una cuadrícula de las microimágenes o los íconos con efecto muaré, presenta preferentemente un valor seleccionado de un rango de 5 μm a 300 μm , más preferentemente de un rango de 5 μm a 50 μm .

[0151] La cuadrícula de las microimágenes o los íconos con efecto muaré presenta en particular una anchura de cuadrícula idéntica o ligeramente diferente, en particular diferente, en comparación con la anchura de cuadrícula de la cuadrícula de microlentes. La cuadrícula de las microimágenes o de los íconos con efecto muaré puede estar dispuesta ligeramente torcida con respecto a la cuadrícula de microlentes, en particular torsionada o, alternativamente, presentar una orientación en gran medida idéntica, en particular idéntica, como la cuadrícula de microlentes, es decir, no presentar prácticamente ninguna torsión con respecto a la cuadrícula de microlentes.

[0152] La cuadrícula de las microimágenes o íconos con efecto muaré, de modo correspondiente a la cuadrícula de microlentes, puede presentar varias cuadrículas parciales, donde dentro de una cuadrícula parcial las microimágenes o íconos con efecto muaré están dispuestos en una disposición unidimensional de las microimágenes o íconos con efecto muaré o están dispuestos en una disposición bidimensional de las microimágenes o íconos con efecto muaré. Dentro de una cuadrícula de las microimágenes o los íconos con efecto muaré pueden estar dispuestas, en particular, varias cuadrículas parciales, diferentes entre sí. Por ejemplo, dentro de una cuadrícula de las microimágenes o íconos con efecto muaré, puede estar proporcionada al menos una cuadrícula parcial con una disposición bidimensional de las microimágenes o íconos con efecto muaré, y al menos una cuadrícula parcial con una disposición unidimensional de las microimágenes o íconos con efecto muaré. Las cuadrículas parciales pueden presentar una forma exterior diferente, en particular triangular, poligonal, redonda, elíptica, en forma de motivo, en forma de patrón, en forma de codificación. Las microimágenes o los íconos con efecto muaré pueden estar configurados dentro de una cuadrícula parcial, de modo que por cada cuadrícula parcial se produzca un efecto óptico asociado a la cuadrícula parcial. Por lo tanto, varias cuadrículas parciales pueden generar diferentes efectos ópticos,

que en conjunto dan como resultado un efecto óptico combinado en la cuadrícula de las microimágenes o los íconos con efecto muaré, o dan como resultado efectos ópticos separados que se encuentran presentes uno al lado del otro.

[0153] Las microimágenes o los íconos con efecto muaré, para estos efectos ópticos diferentes, pueden presentar por cuadrícula parcial en particular primeras áreas y/o segundas áreas y/o terceras áreas y/o capas de color de barnizado configuradas de manera diferente, delante y/o detrás de las primeras áreas y/o segundas áreas y/o terceras áreas, en particular en una observación perpendicular al plano generado por el elemento funcional.

[0154] Además, las microimágenes o los íconos con efecto muaré, para estos diferentes efectos ópticos, por cuadrícula, pueden presentar en particular un número diferente de primeras áreas y/o segundas áreas y/o terceras áreas y/o capas de color de barnizado delante y/o detrás de las primeras áreas y/o segundas áreas y/o terceras áreas, en particular en una observación perpendicular al plano generado por el elemento funcional.

[0155] Por microimágenes se entienden aquí preferentemente motivos completos y también motivos incompletos, es decir, fragmentos de motivos. Se puede seleccionar un motivo en particular o puede ser una combinación de: imagen, símbolo, logotipo, escudo de armas, bandera, retrato, carácter alfanumérico.

[0156] Preferiblemente, las subáreas están estructuradas a partir de una pluralidad de píxeles, donde los píxeles están configurados como ya se ha descrito anteriormente.

[0157] Además, las subáreas pueden comprender una pluralidad de píxeles conformados a partir de al menos una segunda subárea y/o de al menos una tercera subárea. Preferiblemente, las subáreas presentan píxeles que comprenden al menos una primera área y/o píxeles que comprenden al menos una segunda área y/o píxeles que comprenden al menos una tercera área. En particular, con ello son posibles microimágenes con un color diferente y/o microimágenes con un alto contraste acromático entre el primer plano y el plano de fondo de un motivo. Por ejemplo, debido a esto son posibles microimágenes que comprenden píxeles con coloración clara, blanca o plateada, coloración gris oscuro o negra y/o coloración dorada o cobriza.

[0158] Además, las subáreas pueden estar conformadas mediante la disposición de los píxeles de tal manera que se logre una transición gradual desde una disposición de píxeles aumentada, que comprende al menos una primera área, a una disposición de píxeles aumentada que comprende al menos una segunda área. Esto permite una transición gradual perceptible desde un aspecto dorado o cobrizo a un aspecto plateado. Los píxeles también pueden presentar una forma alargada, en particular una forma de línea.

[0159] Además, mediante la combinación de las variantes de realización anteriores, es posible configurar más claro el tono dorado o cobrizo de una subárea, es decir, más cerca del tono plateado. Esto se puede lograr si la pluralidad de píxeles que no comprenden al menos una tercera área, se disponen como una mezcla, preferiblemente de una distribución estocástica, de píxeles que comprenden al menos una primera área y al menos una segunda área.

[0160] De manera alternativa o adicional, un motivo de la microimagen o un motivo de íconos con efecto muaré puede estar estructurado en una zona de píxeles con una apariencia reflectante plateada y de píxeles con una apariencia de gris oscuro a negro y en otra zona del motivo puede estar estructurado de píxeles con una apariencia dorada o cobriza y píxeles con una apariencia de gris oscuro a negro. En otras palabras, las áreas del motivo de la microimagen o del motivo pueden estar estructuradas en base a íconos con efecto muaré de píxeles que comprenden al menos una segunda área y de píxeles que comprenden al menos una tercera área y en otra área del motivo de píxeles que comprenden al menos una primera área y píxeles que comprenden al menos una tercera área. De este modo son posibles configuraciones multicolores del elemento funcional, donde por ejemplo efectos de movimiento dorados o cobrizos y efectos de movimiento plateados en el elemento funcional están presentes espacialmente separados.

[0161] Según otra forma de realización de la invención, al menos una capa de color de barnizado está dispuesta, en particular, por encima de al menos una primera, segunda y/o tercera área y por debajo de la pluralidad de microlentes.

[0162] Según otra variante de realización del elemento funcional según la invención, un motivo está formado por una pluralidad de píxeles que comprende al menos una primera área y por una pluralidad de píxeles que comprende al menos una tercera área. Con respecto a las extensiones de los píxeles, se remite a las explicaciones anteriores. Por lo tanto, la distribución de los píxeles está diseñada de tal manera que el motivo es percibido por un espectador en reflexión directa como una imagen en escala de grises de color dorado, en particular como una imagen de semitono. De este modo, el elemento funcional según la invención ofrece además el efecto de que la imagen en escala de grises o la imagen de semitono presenta un efecto de inclinación de color en reflexión directa o en orden de difracción cero. En particular, el elemento funcional ofrece además otro efecto latente sorprendente en el primer orden de difracción en el caso de una inclinación pronunciada, en particular en al menos las primeras áreas.

[0163] Una variante alternativa para producir una imagen en escala de grises de color dorado, en particular

como una imagen de semitono, consiste en proporcionar píxeles con un proceso de desmetalización de alta resolución en una primera área plana, donde el metal se elimina en esta primera área. Esto puede tener lugar mediante procedimientos de estructuración o desmetalización conocidos, como por ejemplo procedimientos de ataque corrosivo y/o procedimientos de lavado y/o procedimientos de exposición. Al depositarse tanto la capa metálica como las áreas desmetalizadas con una capa de color al menos parcialmente plana, la imagen en escala de grises se puede hacer visible con un buen contraste. Adicionalmente son posibles aquí efectos de mezcla de colores.

[0164] Según un ejemplo de realización de la invención, al menos una primera área puede estar dispuesta en una primera capa de electrodos. En particular, la primera capa de electrodos está dispuesta en un visualizador reflectivo o se puede utilizar en un visualizador reflectivo. La primera capa de electrodos puede comprender otras capas o elementos funcionales, como, por ejemplo, componentes de conexión eléctricamente conductores y/o blindajes electromagnéticos y/o blindajes térmicos y/o blindajes ópticos y/o circuitos.

[0165] De este modo, la primera capa de electrodos presenta los efectos ópticos generados por al menos una primera área.

[0166] Además, es ventajoso que por encima de la primera capa de electrodos esté dispuesta una capa conmutable, por ejemplo una capa electrocrómica o una capa de cristal líquido o una capa PDLC (de cristal líquido dispersado en polímero). Esta capa conmutable se caracteriza por el hecho de que su apariencia se puede cambiar aplicando una tensión. En particular, si no se aplica ninguna tensión, por ejemplo, una capa PDLC aparece turbia para un observador o aparece transparente en tanto se aplique una tensión. Típicamente, el grosor de la capa conmutable se encuentra en el rango de 2 μm a 20 μm .

[0167] Además, una segunda capa de electrodos puede estar dispuesta por encima de la primera capa de electrodos y/o la capa conmutable. La segunda capa de electrodos está configurada preferentemente transparente o semitransparente y/o transparente y/o presenta una transmisión, en particular en el rango de longitud de onda de 400 nm a 700 nm, de al menos el 50 %, preferiblemente de al menos el 75 %, más preferiblemente de al menos el 90 %. Ejemplos de una segunda capa de electrodos transparente de este tipo son una capa impresa de sulfonato de poliestireno de poli(3,4-etilendioxitiofeno) (PEDOT:PSS) o también una capa metálica estructurada, preferiblemente finamente estructurada, que parece transparente para el ojo humano. Por ejemplo, una capa metálica finamente estructurada de este tipo puede consistir en una red metálica y/o una rejilla metálica, que está construida de bandas metálicas de aproximadamente 5 nm a 100 nm de ancho, que se extienden en la dirección x, así como en la dirección y, que tienen una distancia entre sí de, por ejemplo, 50 nm a 1000 nm. A través de los puntos de intersección de la red, la superficie total de la red metálica está conectada de forma eléctricamente conductora.

[0168] Convenientemente, la primera capa de electrodos está dispuesta por debajo de la segunda capa de electrodos. En otras palabras, la primera capa de electrodos está dispuesta en el lado de la segunda capa de electrodos que está apartado de un observador. En particular, la capa conmutable está dispuesta entre la primera y la segunda capa de electrodos.

[0169] De este modo se podrían integrar ventajosamente las propiedades de al menos una primera área en un visualizador reflectivo. En particular, el efecto óptico de la capa conmutable se puede combinar con el efecto de color de la capa inferior de electrodos. Así, en un visualizador reflectivo con una capa conmutable, por ejemplo, una capa PDLC, en particular en una subárea del visualizador, que cambia de turbia a transparente mediante la aplicación de una tensión eléctrica, la impresión de color dorada o cobriza de la primera capa de electrodos se hace visible o al menos se hace más visible. Sin embargo, si no se aplica tensión al visualizador reflectivo, entonces al menos una primera área no es esencialmente visible o al menos solo es débilmente visible. Por lo tanto, se obtiene un elemento funcional en un visualizador reflectivo, que es esencialmente reconocible para un observador solo mientras se aplique una tensión correspondiente al visualizador reflectivo.

[0170] En particular, la capa conmutable puede presentar un colorante y/o estar coloreada, por lo que, además de la función de conmutación óptica, también adquiere una función de filtro de color. Esto ofrece la ventaja de que la apariencia al aplicar la tensión de la capa conmutable cambia del color del colorante al color dorado o cobrizo de la capa inferior del electrodo con la tensión aplicada. Por lo tanto, las posibilidades de diseño se incrementan aún más.

[0171] Preferentemente, el grado de pigmentación y/o la proporción en volumen del colorante de la capa conmutable es menor al 15 %, preferiblemente menor al 10 %, más preferiblemente menor al 5 %. Preferentemente, el colorante de la capa conmutable consiste en un colorante soluble o en nanopartículas insolubles.

[0172] Según otra variante de realización del elemento funcional según la invención, este está configurado como elemento sensor, por ejemplo para la detección de una sustancia que debe detectarse y/o la modificación de condiciones ambientales, como presión, temperatura, incidencia de la luz, tensión eléctrica y/o corriente. Para ello, en el lado de la capa metálica dirigido hacia el observador está dispuesta en particular una capa de sensor preferiblemente de polímeros. La capa de sensor está configurada como ya se ha explicado anteriormente. En la capa de sensor están dispuestos el colorante y/o la sustancia luminiscente, donde el colorante es preferiblemente cromogénico,

preferiblemente termocromático y/o fotocromático y/o sensible al pH.

[0173] Esto conduce al efecto ventajoso de que la capa del sensor cambia su índice de refracción y/o coeficiente de absorción en el área del sensor cuando entra en contacto con una cantidad suficiente de la sustancia que debe detectarse. Esto conduce a un cambio de la impresión de color perceptible para el ojo humano. Debido al aumento de la absorción del colorante en la superficie de al menos una capa metálica con la primera estructura en relieve, esta modificación de la impresión de color ya es visible a concentraciones relativamente bajas de la sustancia que debe detectarse. El mecanismo de intensificación se denomina absorción potenciada por plasmones. El cambio en la impresión de color perceptible para el ojo humano en este caso es significativamente mayor en comparación con una capa metálica con la capa del sensor que no presenta una estructura en relieve.

[0174] Además, es posible que una capa de contraste preferiblemente dieléctrica esté dispuesta por áreas, por encima de la capa de sensor, vista por un observador, de modo que preferiblemente cubra al menos subáreas de la capa de sensor e impida un contacto con la sustancia que debe detectarse y/o la influencia de la modificación de las condiciones ambientales. Preferiblemente, la capa de contraste presenta un índice de refracción que está cerca del índice de refracción del medio, que contiene la sustancia que debe detectarse. El índice de refracción de la capa de contraste difiere preferiblemente en hasta $\pm 10\%$, más preferiblemente en hasta $\pm 5\%$, y aún más preferentemente en hasta $\pm 2\%$ del índice de refracción del medio que contiene la sustancia que debe detectarse.

[0175] Por lo tanto, la región donde está dispuesta preferiblemente al menos una primera estructura en relieve, la capa metálica y la capa de sensor, pero no la capa de contraste, forma un área de sensor que está en contacto preferiblemente con el medio que contiene la sustancia que debe detectarse y/o está expuesta a la influencia de la modificación de las condiciones ambientales.

[0176] La función de esta capa de contraste es proteger las subáreas cubiertas de la capa del sensor del contacto con la sustancia que debe detectarse y/o de la influencia de las condiciones ambientales, de modo que estas áreas no muestren el cambio en la impresión de color provocado por la sustancia que debe detectarse. Por lo tanto, la capa de contraste ofrece el efecto ventajoso de que el contraste entre las áreas con cambio de color y sin cambio de color es particularmente perceptible para el ojo humano.

[0177] También es posible que el elemento funcional presente además una capa filtrante transparente, en particular de poros abiertos, que, vista por un observador, está dispuesta por encima de la capa del sensor. La capa filtrante en particular está dispuesta en el área del sensor. Además, la capa filtrante es especialmente permeable a la sustancia que debe detectarse, que se encuentra presente en el medio e impide que otras sustancias que se encuentran presentes en el medio alcancen la capa del sensor. Además, esto permite reducir o prevenir reacciones no deseadas de la capa de sensor con otras sustancias que igualmente se encuentran presentes en el medio. Opcionalmente está presente además otra capa de sellado, preferiblemente de polímeros, que impide que el medio salga por los bordes del elemento sensor. Por lo tanto, la capa de sellado preferiblemente de polímeros no es permeable para el medio y preferiblemente es químicamente inerte con respecto al medio.

[0178] También es posible que el elemento funcional presente un canal que se extiende verticalmente, preferiblemente en forma de un sistema microfluídico. El canal preferiblemente está formado por la capa de sellado preferiblemente de polímeros y puede estar sellado opcionalmente por otra capa de sellado, preferiblemente de polímeros. Preferiblemente, la capa de sellado de polímeros está configurada de forma transparente. De este modo, el medio en el canal pasa por delante del área del sensor.

[0179] La fabricación de un elemento funcional, en particular de un elemento sensor, se puede realizar de la siguiente manera. La primera estructura en relieve se puede crear mediante procedimientos conocidos como la exposición holográfica de doble haz o la litografía por haz de electrones sobre un sustrato de vidrio. De este modo, según el estado de la técnica conocido, se puede obtener una pieza de níquel con la primera estructura en relieve por medio de un proceso de copia galvánico. La pieza de níquel se puede reproducir según procedimientos conocidos y, a continuación, la primera estructura en relieve se puede producir en un procedimiento de rollo a rollo, por ejemplo, replicación térmica o replicación UV, en una lámina flexible.

[0180] Entre otras cosas, para un elemento funcional, preferiblemente para un elemento sensor, puede ser ventajoso que la primera estructura en relieve se realice sobre un sustrato rígido, por ejemplo, un sustrato de vidrio o un sustrato de cuarzo. Esto facilita el manejo de, por ejemplo, medios líquidos. Para ello, la primera estructura en relieve desde la pieza de níquel se puede copiar directamente sobre el sustrato rígido, por ejemplo, sustrato de vidrio o sustrato de cuarzo, en un proceso de copia UV. Los procesos conocidos para ello utilizan los así llamados materiales sol-gel, como por ejemplo el material Ormocer, que se aplican en forma líquida sobre el sustrato rígido. A continuación, la pieza de níquel se coloca sobre el sustrato rígido, por ejemplo, el sustrato de vidrio o el sustrato de cuarzo, de modo que entre el sustrato rígido y la pieza de níquel permanece una película delgada del material de sol-gel. A continuación, el endurecimiento del material de sol-gel se realiza por medio de radiación UV a través del sustrato rígido, por ejemplo, sustrato de vidrio o sustrato de cuarzo, así como el desprendimiento de la pieza de níquel. En la superficie de la capa de sol-gel endurecida con la primera estructura en relieve, a continuación, la capa metálica se puede aplicar mediante

deposición de vapor y/o pulverizarse. A continuación, la capa del sensor se puede aplicar sobre la capa metálica como una capa delgada, por ejemplo, por medio de un recubrimiento por centrifugación.

[0181] De forma alternativa o adicional, durante la producción del elemento funcional según la invención, se puede estampar preferiblemente una subárea del elemento funcional, en particular al menos una primera área, sobre un sustrato, por medio de un punzón de estampado, configurado en forma de patrón. Además, también es posible que el elemento funcional se aplique a toda la superficie sobre un sustrato por medio de un cilindro de laminación no específico. Además, se considera aquí especialmente ventajoso que la superficie del sustrato, sobre el que se estampa el elemento funcional, presente una estructura superficial, por ejemplo, una estructura mate, y que la impresión en relieve se seleccione de tal manera que la superficie de base de la primera estructura en relieve se deforme según la estructura superficial durante el estampado.

[0182] Además, también es posible mecanizar el elemento funcional en una sola operación con una herramienta de estampado en seco, en cuya superficie de estampado se moldea una estructura de superficie. La presión de estampado se selecciona en este caso de modo que la superficie de base de la primera estructura en relieve, según la estructura superficial de la herramienta de estampado en seco, se deforma durante el prensado con la herramienta de estampado en seco. También mediante este procedimiento es posible individualizar posteriormente el elemento funcional en una etapa de trabajo posterior mediante la deformación correspondiente de la superficie de base de al menos una primera estructura en relieve y, de este modo, incorporar los efectos ópticos adicionales ya descritos anteriormente en el elemento funcional o en un producto que presenta el elemento funcional.

[0183] La utilización del elemento funcional en un producto, por ejemplo, en un documento de seguridad o una superficie decorada, ha demostrado ser especialmente buena. Por ejemplo, dependiendo del diseño, el elemento funcional en el producto puede estar dispuesto de tal manera que se observe en una vista superior, pero también sobre un área de ventana, de modo que se pueda observar en una vista superior y a través del mismo.

[0184] Naturalmente, las características técnicas mencionadas anteriormente se pueden aplicar de forma equivalente en un procedimiento o las características del procedimiento mencionadas se pueden aplicar en un producto.

[0185] A continuación, la invención se explicará a modo de ejemplo con referencia a varios ejemplos de realización con la ayuda de los dibujos adjuntos. Por lo tanto, los ejemplos de realización mostrados no deben entenderse de manera limitativa.

La figura 1 muestra una vista en sección esquemática de un producto que comprende un elemento funcional.

La figura 2 muestra un sector de un producto que comprende un elemento funcional.

Las figuras 3a y 3b muestran una representación en sección esquemática de un elemento funcional.

Las figuras 4a, 4b y 4c muestran vistas superiores esquemáticas de elementos funcionales.

La figura 4d muestra una representación en sección esquemática de un elemento funcional.

Las figuras 5a y 5b muestran espectros de reflexión.

La figura 6a muestra una estructura en relieve esquemática.

La figura 6b muestra una vista superior de un elemento funcional.

La figura 7a muestra vistas superiores esquemáticas de un elemento funcional.

La figura 7b muestra una vista superior de un elemento funcional.

La figura 8a muestra un sector de un elemento funcional.

Las figuras 8b y 8c muestran vistas superiores esquemáticas de un elemento funcional.

La figura 9 muestra una vista superior de un elemento funcional.

La figura 10 muestra dos vistas superiores del mismo elemento funcional en una observación en luz reflectada y en una observación en luz transmitida.

La figura 11a muestra una vista superior de un elemento funcional.

Las figuras 11b y 11c muestran una vista superior esquemática de un elemento funcional.

La figura 12 muestra una vista superior de un elemento funcional.

La figura 13 muestra una vista superior de un elemento funcional.

La figura 14 muestra vistas superiores esquemáticas de un elemento funcional.

Las figuras 15a a 15d muestran una representación en sección esquemática de un elemento funcional.

La figura 15e muestra una vista superior esquemática de un elemento funcional.

La figura 16 muestra una vista superior esquemática de un elemento funcional.

La figura 17 muestra una representación en sección esquemática de un elemento funcional.

La figura 18 muestra una representación esquemática de un producto que comprende un elemento funcional.

La figura 19 muestra una representación en sección esquemática de un elemento funcional.

La figura 20 muestra una representación esquemática de un producto que comprende un elemento funcional.

[0186] En la figura 1 está representada una representación en sección de un producto 1 a modo de ejemplo, que comprende un elemento funcional 2. La figura 2, a su vez, muestra un ejemplo de realización de un producto 1 que comprende un elemento funcional 2, por ejemplo, según la representación en sección de la figura 1.

[0187] El producto 1 que comprende un elemento funcional 2 según la figura 1 o la figura 2 es, por ejemplo, un billete de banco. Sin embargo, también es posible que el producto 1 se trate, por ejemplo, de un documento de identificación, una etiqueta para la seguridad de un producto o para la decoración, de una tarjeta de identificación o una tarjeta de crédito, una tarjeta de débito, una etiqueta colgante de un producto comercial o un certificado, en particular, un certificado de software, un embalaje, un componente para dispositivos fijos y/o móviles, un componente moldeado por inyección, un componente de aluminio estructurado de forma directa, un vehículo a motor, una tira decorativa, un filtro de color, un sensor, un componente óptico, un control de luz. Por lo tanto, las siguientes explicaciones no se limitan a un billete de banco, sino que también se pueden aplicar en las otras configuraciones del producto 1 mencionadas anteriormente.

[0188] El producto 1 presenta en este caso un sustrato de soporte 10 y un elemento funcional 2 aplicado sobre el sustrato de soporte 10.

[0189] El sustrato de soporte 10 es preferiblemente un sustrato de papel, por ejemplo, con un grosor de capa en el rango de 50 μm a 500 μm . Sin embargo, también es posible que el sustrato de soporte 10 se trate de un sustrato de plástico o de un sustrato de soporte de una o varias capas de plástico y/o de papel. Además, también es posible que sobre el sustrato de soporte 10, además del elemento funcional 2, también se apliquen uno o más elementos funcionales adicionales o que estén integrados en la estructura de capas o las capas del sustrato de soporte 10. El sustrato de soporte 10 puede presentar así, por ejemplo, como elementos funcionales adicionales, uno o varios de los siguientes elementos: marca de agua, impresión de seguridad, hilo de seguridad, antena, chip, parche o tira con al menos una característica de seguridad, que comprende estructuras holográficas o estructuras ópticas de difracción.

[0190] El elemento funcional 2 presenta al menos una primera estructura en relieve 13 en una primera área 21, así como una capa metálica 12 dispuesta en al menos una subárea de al menos una primera estructura en relieve 13 y opcionalmente una capa dieléctrica, preferiblemente de polímeros, en el lado de la capa metálica que está orientada hacia el observador.

[0191] Preferiblemente, al menos una capa metálica 12 es de aluminio y/o plata y/o paladio y/o platino y/o de aleaciones de los mismos. En particular, al menos una capa metálica 12 está formada por aluminio o una aleación con un porcentaje en peso de aluminio de más del 70 %, preferiblemente de más del 90 %. Preferentemente, al menos una capa metálica 12 se aplica mediante deposición de vapor y/o se pulveriza desde el vacío en al menos una primera subárea de al menos una primera área 21.

[0192] Alternativamente, una capa metálica 12 también se puede aplicar inicialmente en toda la superficie y, a continuación, se puede retirar de nuevo en las áreas que no deben presentar ningún metal. Esto puede tener lugar mediante procedimientos de estructuración o desmetalización conocidos, como por ejemplo procedimientos de ataque corrosivo y/o procedimientos de lavado y/o procedimientos de exposición.

[0193] También es posible estampar las estructuras según la invención en la superficie de capas metálicas y/o láminas metálicas y/o cuerpos metálicos, y/o escribir las estructuras según la invención en superficies mediante láser (por ejemplo, mediante láser de femtosegundo).

[0194] Según un ejemplo de realización preferido de la invención, el grosor de la capa d_{metal} de al menos una capa metálica 12 se selecciona de tal manera que esta presenta una densidad óptica (OD) seleccionada de un rango de 0,9 a 3,0, preferentemente de 1,1 a 2,5, más preferentemente de 1,6 a 1,9. En particular, para una observación del elemento funcional en transmisión es ventajoso que una capa metálica presente una densidad óptica (OD) seleccionada de un rango de 1,6 a 1,9. De este modo se consigue que se produzca una intensidad de luz suficiente, en particular para la observación del elemento funcional en transmisión a través del área con la estructura según la invención. Al mismo tiempo, las áreas que no tienen una estructura o estructuras que permiten que pase mucha menos luz a través de una capa de metal aparecen lo suficientemente oscuras como para producir un contraste bien perceptible para el ojo humano.

[0195] Preferentemente, el elemento funcional está configurado de tal manera que eventualmente por encima y/o por debajo de al menos una capa metálica 12 dispuesta, una o más capas del elemento funcional 2 y/o por debajo de al menos una capa metálica 12 eventualmente proporcionada, una o más capas del elemento funcional 2 están configuradas transparentes o semitransparentes, en particular presentan una transmisión, en particular en el rango de longitud de onda de 400 nm a 700 nm, de al menos el 10 %, preferiblemente de al menos el 25 %, más preferiblemente de al menos el 75 %, aún más preferiblemente de al menos el 90 %, en al menos una subárea de al menos una primera área 21.

[0196] El elemento funcional 2 consiste, por ejemplo, en una lámina de transferencia, una lámina de etiquetado, una lámina de laminación o un hilo de seguridad. Además, el elemento funcional 2, en particular al menos una primera área 21, puede presentar preferentemente una o varias otras capas seleccionadas del grupo: capa de replicación, capa dieléctrica, capa de un colorante, capa de una sustancia luminiscente, capa de color de barnizado, capa de

máscara, capa de polímero, capa metálica, capa de barniz protector, capa adhesiva, capa de desprendimiento, capa de imprimación, capa de barrera, capa porosa, capa de contraste, capa de sellado, capa de promotor de adhesión, capa de soporte, capa decorativa. Las capas mencionadas anteriormente pueden estar dispuestas en cada caso individualmente o también en cualquier combinación entre sí en el elemento funcional, en particular en al menos una primera área 21, por encima y/o por debajo de al menos una primera estructura en relieve 13. Las capas pueden estar aplicadas en toda la superficie o solo parcialmente, es decir, por áreas. Por ejemplo, una o varias de las capas pueden estar dispuestas en forma de un patrón. Varias capas en forma de un patrón también pueden estar dispuestas entre sí en el registro.

10 **[0197]** El elemento funcional 2 según la invención, de este modo presenta, por ejemplo, una lámina de soporte, preferentemente una lámina de plástico transparente preferiblemente de PET, PC, PE, BOPP con un grosor de entre 10 μm y 500 μm , una capa de replicación transparente, preferiblemente de un barniz de replicación termoplástico o curable por UV, una capa de pegamento, preferentemente una capa de pegamento frío, una capa de pegamento caliente o una capa de pegamento curable por UV y una capa de polímeros, preferentemente de sistemas de laca
15 conocidos con un índice de refracción en el rango de 1,45 a 1,55.

[0198] Además, el elemento funcional 2 según la invención preferentemente no presenta capas delgadas adicionales de materiales de alta refracción como ZnS o TiO_2 o capas de laca de polímeros, en particular llenas de nanopartículas de alta refracción, que están dispuestas en particular por encima y/o por debajo de al menos una capa
20 metálica 12.

[0199] Además, es ventajoso que por encima y/o por debajo de al menos una capa metálica 12 esté dispuesta una capa dieléctrica, por ejemplo, de material de baja refracción como MGF_2 o de una capa de polímero de baja refracción. Preferentemente, la capa dieléctrica se imprime o se aplica mediante deposición de vapor de tal manera
25 que está dispuesta en toda la superficie o por áreas sobre la superficie de al menos una capa metálica 12. Una capa de baja refracción presenta en particular un índice de refracción de como máximo 1,45.

[0200] Según un ejemplo de realización preferente de la invención, el elemento funcional 2 presenta en las primeras áreas 21 o en al menos una primera área 21 al menos un colorante y/o una sustancia luminiscente, que en particular están dispuestos en una capa. El colorante y/o la sustancia luminiscente están dispuestos preferentemente
30 a menos de 1 μm , más preferentemente a menos de 750 nm, aún más preferentemente a menos de 500 nm, además incluso preferentemente a menos de 300 nm de distancia de una de las superficies de al menos una capa metálica 12. Preferentemente, el colorante y/o la sustancia luminiscente están dispuestos en la capa dieléctrica o en una capa de polímeros.

[0201] El colorante se puede aplicar con un procedimiento de impresión o desde el vacío. Ejemplos de colorantes aplicados desde el vacío son el negro Patinal A o marrón A de la empresa Merck, así como la luz en el rango espectral visible, preferiblemente en el rango de longitud de onda de 400 nm a 700 nm, metales absorbentes como el oro, el cobre o el cromo.
40

[0202] Preferiblemente, el colorante y/o la sustancia luminiscente solo están dispuestos por áreas sobre al menos una capa metálica 12. Además, el colorante y/o la sustancia luminiscente solo está proporcionada allí donde al menos una capa metálica 12 es adyacente a por lo menos una primera estructura en relieve 13 y genera el efecto descrito anteriormente.
45

[0203] En el uso de procedimientos de impresión se utilizan preferiblemente otros colorantes que en la aplicación desde el vacío. Preferentemente, el colorante y/o la sustancia luminiscente consisten en un colorante o sustancia luminiscente soluble o en nanopartículas o pigmentos insolubles. Como colorante se utilizan preferentemente los colorantes de los siguientes grupos de sustancias: colorantes complejos metálicos, especialmente
50 con Cr^{3+} o Co^{2+} como átomo central. Preferiblemente, las sustancias luminiscentes seleccionadas se utilizan individualmente o combinando los siguientes grupos de sustancias: cumarinas, rodaminas y cianinas.

[0204] El grado de pigmentación y/o la proporción en volumen del colorante y/o de la sustancia luminiscente puede ascender hasta el 100 % en la capa que contiene el colorante y/o la sustancia luminiscente, en particular cuando el colorante y/o la sustancia luminiscente se aplican desde el vacío. Preferiblemente, el grado de pigmentación y/o la proporción en volumen del colorante y/o de la sustancia luminiscente asciende a más del 50 %, y más preferiblemente a más del 75 %, y en particular preferiblemente a más del 90 %. Con niveles de pigmentación y/o proporciones en volumen del colorante y/o de la sustancia luminiscente tan altos, la capa de colorante se puede configurar extremadamente delgada, por lo que el colorante y/o la sustancia luminiscente se encuentran lo más cerca posible de
60 la capa metálica.

[0205] Preferentemente, el grado de pigmentación y/o la proporción en volumen del colorante y/o de la sustancia luminiscente de la capa que contiene el colorante y/o sustancia luminiscente, aplicada en el procedimiento de impresión, es inferior al 15 %, preferentemente inferior al 10 %, más preferentemente inferior al 5 %, en particular
65 cuando se emplean colorantes y/o sustancias luminiscentes, que sin una matriz estabilizadora, por ejemplo de

polímeros, no presentarían una adhesión suficiente a la capa metálica y/o provocarían una reacción química con la capa metálica. También se pueden utilizar mezclas de diferentes pigmentos y/o colorantes y/o sustancias luminiscentes.

5 **[0206]** La capa que contiene el colorante y/o la sustancia luminiscente es preferentemente transparente y/o presenta una transmisión, en particular en el rango de longitud de onda de 400 nm a 700 nm, de al menos el 10 %, preferentemente de al menos el 25 %, más preferentemente de al menos el 75 %, aún más preferentemente de al menos el 90 %. De este modo se garantiza, en particular, que si el colorante se aplica también en subáreas donde no está dispuesta ninguna estructura en relieve y ninguna capa metálica, no se pueda reconocer ninguna coloración
10 esencial de una capa situada debajo.

[0207] Mediante la disposición del colorante y/o de la sustancia luminiscente, la primera impresión de color generada se puede modificar específicamente, en particular, en la reflexión directa. Por ejemplo, es posible que el colorante y/o la sustancia luminiscente presenten un máximo de absorción en el caso de longitudes de onda de 550
15 nm, donde la absorción presenta una distribución de Gauss con una anchura seleccionada de un rango de 25 nm a 100 nm, preferiblemente de 40 nm a 60 nm. Dado que esto conduciría a una gran disminución de la reflexión a 550 nm, la disposición de un colorante y/o sustancia luminiscente de este tipo da como resultado una primera impresión de color rojizo.

20 **[0208]** El colorante y/o la sustancia luminiscente pueden estar proporcionados en toda la superficie o también solo parcialmente en áreas de superficie individuales. Mediante una aplicación parcial por área de superficie, se logra que la primera impresión de color solo se pueda observar en las áreas de superficie con colorante y/o sustancia luminiscente y que de forma contigua a las mismas, donde no se aplica ningún colorante y/o sustancia luminiscente, la primera impresión de color no esté presente. Esto permite crear diseños que generan un contraste de la primera
25 impresión de color con otros efectos ópticos.

[0209] Además, es posible que una capa de color de barnizado 14 esté dispuesta en toda la superficie o parcialmente al menos por áreas o en toda la superficie sobre al menos una primera área 21 y/o áreas adicionales. Esta capa de color de barnizado 14 puede ser directamente adyacente a la capa metálica 12 o estar distanciada de la
30 capa metálica 12 por una capa intermedia dieléctrica. Al menos una capa de color de barnizado 14 actúa como un filtro de color y genera una impresión de color detectable para un observador en la coloración correspondiente del filtro de color. Además del efecto de filtro de color, a una distancia correspondientemente reducida de la capa metálica 12, de preferiblemente menos de 1 µm, más preferiblemente menos de 750 nm, aún más preferiblemente menos de 500 nm, de modo aún más preferente menos de 300 nm, también como se ha descrito anteriormente, la capa de color de
35 barnizado puede modificar la primera impresión de color mediante una absorción y/o fluorescencia muy aumentada por medio de la absorción potenciada por plasmones y la emisión acoplada a plasmones.

[0210] La impresión de color detectable para un observador de la primera estructura en relieve y/o de las otras estructuras en relieve y/o de las superficies especulares por debajo de la capa de color de barnizado 14 puede estar
40 determinada como combinación de los efectos ópticos de las estructuras en relieve y/o superficies especulares correspondientes con la coloración debido a la capa de color de barnizado 14.

[0211] En particular, al menos una capa de color de barnizado 14 es transparente y/o presenta una transmisión, en particular en el rango de longitud de onda de 400 nm a 700 nm, de al menos el 10 %, preferiblemente de al menos
45 el 25 %, más preferiblemente de al menos el 75 %, aún más preferiblemente de al menos el 90 %.

[0212] Dos o más capas de color de barnizado 14 pueden estar presentes una al lado de la otra. Alternativamente, también dos o varias capas de color de barnizado 14 pueden estar presentes de forma superpuesta, al menos por áreas. En las áreas de superposición de las dos o varias capas de color de barnizado 14 se forma un
50 color de mezcla a partir de los colores de las dos o varias capas de color 14 y en particular de al menos una primera área 21 situada debajo.

[0213] Preferiblemente, el grosor de al menos una capa de color de barnizado 14 es inferior a 10 µm, preferiblemente inferior a 5 µm, más preferiblemente inferior a 2 µm. En particular, el grado de pigmentación y/o la
55 proporción en volumen del colorante y/o de la sustancia luminiscente de la capa de colorante de barnizado 14 es menor al 15 %, preferiblemente menor al 10 %, aún más preferiblemente menor al 5 %. Preferentemente, el colorante de la capa de color de barnizado 14 es un colorante soluble.

[0214] En una forma de realización, al menos una capa de color de barnizado 14 puede estar dispuesta a una
60 distancia de una de las superficies de al menos una capa metálica 12 de menos de 500 nm, preferiblemente menos de 200 nm, aún más preferiblemente en contacto directo con una de las superficies de al menos una capa metálica 12.

[0215] Además, también es posible que al menos una primera área 21 presente una subárea que está
65 configurada en forma de patrón y, en particular, una subárea que rodea esa subárea. Además, en la subárea

circundante puede estar dispuesta al menos una capa, en particular una capa de máscara 12, que está configurada opaca, de modo que el efecto óptico generado por al menos una capa metálica 12 y al menos una primera estructura en relieve 13 solo es visible en la subárea de al menos una primera área, que no está cubierta por la capa opaca.

5 **[0216]** En el ejemplo de realización según la figura 1 y la figura 2, el elemento funcional 2 se extiende, por ejemplo, sobre al menos una anchura o longitud del producto 1.

[0217] Además, el elemento funcional 2 cubre un área de ventana 11 del sustrato de soporte 10, donde el sustrato de soporte 10 presenta una escotadura o una perforación o está configurado de forma transparente. Por lo tanto, en esta área, el elemento funcional 2 o al menos una primera área 21 que comprende al menos una primera estructura en relieve 13 es visible tanto al observar desde el lado anterior, como también al observar desde el lado posterior del producto 1. En particular, se puede comprobar la presencia de una impresión de color diferente desde el lado anterior, en comparación con el lado posterior. Por ejemplo, el elemento funcional 2 puede aparecer de color cobrizo observado desde el lado anterior en el área de ventana y de color dorado observado desde el lado posterior. 10 La impresión de color diferente puede generarse mediante: un perfil de rejilla asimétrico y/o un índice de refracción diferente de la capa dieléctrica en los dos lados de la capa metálica 12 y/o una capa de colorante en uno de los dos lados de la capa metálica 12. 15

[0218] Alternativa o adicionalmente, el elemento funcional 2 puede presentar una primera área 21, que no está dispuesta en un área de ventana 12 del producto 1, sino que está aplicada completamente sobre una área opaca del sustrato 10. Un elemento funcional 2 de este tipo puede estar configurado, por ejemplo, en su conformación, como un parche o como una tira. 20

[0219] Además, también es posible que el elemento funcional 2 esté incorporado en capas del sustrato de soporte 10, en particular si el producto 1 se trata de un producto en forma de tarjeta 1. En este caso, el elemento funcional 2 se proporciona como parche o tira sobre un estrato del producto en forma de tarjeta 1 y, a continuación, se lamina con otros estratos del producto en forma de tarjeta 1 y, por lo tanto, se incorpora en el producto en forma de tarjeta 1. 25

[0220] Las figuras 3a y 3b muestran un sector de un elemento funcional 2 según la invención, por ejemplo, según la figura 1 o la figura 2, con la finalidad de ilustrar diferentes parámetros de la forma de perfil. Así, el elemento funcional 2 presenta una primera estructura en relieve 13 en al menos una primera área 21. También está dispuesta una capa metálica 12 con un grosor de la capa d_{metal} en una subárea de al menos una primera estructura en relieve 13 y opcionalmente está dispuesta una capa dieléctrica, preferiblemente de polímeros, en el lado de la capa metálica 12 que está orientado hacia el observador. 30 35

[0221] Al menos una estructura en relieve 13, en al menos una dirección determinada por un ángulo azimutal asociado, presenta una secuencia de elevaciones y cavidades, cuyas elevaciones se suceden con un período de rejilla Λ , que son menores que una longitud de onda de la luz visible. La primera estructura en relieve 13 presenta además una profundidad de relieve t . 40

[0222] La impresión de color o bien el efecto de color de la estructura en relieve 13 es visible en reflexión directa, es decir, en el reflejo especular o bien bajo la condición $\alpha_{\text{in}} = \alpha_{\text{ex}}$, donde α_{in} es el ángulo de la luz incidente 100, 200 y α_{ex} el ángulo de la luz reflejada 300, frente a la normal de superficie de la superficie de base o bien normal 400. Preferentemente, mediante la elección correspondiente de la profundidad de relieve t y la forma del perfil de la estructura en relieve 13, también se genera un cambio de color claramente reconocible cuando el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión se modifican simultáneamente, por ejemplo, desde un rango de 0° a 30° (véase la figura 3a) a, por ejemplo, un ángulo de incidencia y un ángulo de reflexión en el rango de 30° a 60° (véase la figura 3b). El elemento funcional 2 según la invención está diseñado de tal manera que, en una modificación de este tipo, desde un primer ángulo de incidencia a un segundo ángulo de incidencia, se percibe una segunda impresión de color en lugar de una primera. 45 50

[0223] Preferiblemente, la forma de perfil y/o la profundidad de relieve y/o el período de rejilla de al menos primera estructura en relieve 13 se seleccionan adicionalmente de modo que, en un segundo ángulo de incidencia diferente del primer ángulo de incidencia, se modifica de modo diferente la apariencia de color de la luz reflejada directamente en la primera subárea o directamente transmitida a través de al menos una capa metálica 12. 55

[0224] En particular, en un primer ángulo de incidencia se observa una primera impresión de color en reflexión directa y un segundo ángulo de incidencia una segunda impresión de color en reflexión directa, donde, en particular a partir de la normal 400 perpendicular al plano de base de la estructura en relieve 13, el primer ángulo de incidencia se selecciona de un rango de 0° a 30° y, en particular, donde el segundo ángulo de incidencia es mayor que el primer ángulo de incidencia en un valor seleccionado de un rango de 10° a 45° . De este modo se posibilita un cambio de color definido al inclinar o un efecto de inclinación del color. Por lo tanto, bajo el primer o el segundo ángulo de incidencia en una observación en luz reflectada y/o en una observación en luz transmitida se muestran al observador humano, en particular, diferentes impresiones de color estables en la reflexión directa. 60 65

[0225] La figura 4a y la figura 4b muestran una forma de realización a modo de ejemplo del elemento funcional según la invención, que presenta dos primeras áreas 211,212 con respectivamente una estructura en relieve 13 y una capa metálica 12 dispuesta sobre las estructuras en relieve. Además, el elemento funcional puede presentar opcionalmente una capa dieléctrica preferiblemente de polímeros, que está dispuesta en el lado de la capa metálica que está orientado hacia el observador. En ambas primeras áreas 211,212, la estructura en relieve presenta la misma forma de perfil, profundidad de relieve y período de rejilla. Si el elemento funcional 2 de la figura 4a se observa bajo un primer ángulo de incidencia, entonces para un observador en ambas primeras áreas 211, 212 se puede reconocer la misma primera impresión de color y el elemento funcional 2 aparece monocromático. Si el elemento funcional 2 se observa bajo el segundo ángulo de incidencia, como se representa esquemáticamente en la figura 4b, entonces se puede percibir una segunda impresión de color para ambas áreas 211, 212. Esta segunda impresión de color es diferente de la primera impresión de color dorada o cobriza y además es diferente para ambas áreas. Por lo tanto, un observador reconoce, por ejemplo, una estrella verde en una primera área 212 delante de un fondo magenta de la otra primera área 211. Esta segunda impresión de color depende en particular del ángulo azimutal de la estructura en relieve 13. Así, por ejemplo, la primera área 212 presenta un ángulo azimutal de 0° o 90° y la otra primera área 211, por el contrario, presenta un ángulo azimutal girado o diferente en al menos 15°, preferiblemente en 30° y más preferiblemente en 45°.

[0226] Por ejemplo, a modo de ilustración, en el ejemplo de realización de un elemento funcional 2 según la figura 4c, para ello una primera área 212 en forma de K está configurada de tal manera que presenta un ángulo azimutal de 45°, mientras que la área 211 que rodea el área en forma de K está configurada con un ángulo azimutal de 0°. Dado que las dos primeras áreas 211, 212 presentan la misma forma de perfil, profundidad de relieve o período de rejilla, en ambas primeras áreas se produce la misma primera impresión de color en reflexión directa bajo un primer ángulo de incidencia y ángulo de reflexión. En este caso, es ventajoso que este efecto de inclinación de color se base en la estructura y, por lo tanto, esté en el registro perfecto con respecto a otros efectos basados en la estructura.

[0227] Preferentemente, en el caso de un tercer ángulo de incidencia diferente del primer y segundo ángulo de incidencia, preferiblemente en el caso de 60° o más con respecto a la normal 400 - tal como se muestra a modo de ejemplo en la figura 4d - la luz difractada en al menos una primera área 21 en el primer orden de difracción muestra un fenómeno óptico que es diferente de los fenómenos ópticos del primer y segundo ángulo de incidencia.

[0228] Según una forma de realización preferida del elemento funcional según la invención, el período de rejilla Λ y/o la forma de perfil y/o la profundidad de relieve t de la primera estructura en relieve 13 están configurados de tal manera que al menos una primera área 21 para un ángulo de incidencia o ángulo de observación de 0° a 30° presenta una reflexión al menos un 10 % menor de la luz irradiada en al menos el 75 % del rango de longitud de onda de 400 nm a 500 nm en comparación con la reflexión en al menos el 75 % del rango de longitud de onda de 525 nm a 700 nm.

[0229] Es preferible que la forma de perfil y/o profundidad de relieve t de la primera estructura en relieve 13 esté configurada de tal manera que al menos una primera área 21 presente una reflexión al menos un 15 % menor de la luz irradiada en al menos el 70 % del rango de longitud de onda de 400 nm a 500 nm en comparación con la reflexión en al menos el 70 % del rango de longitud de onda de 525 nm a 700 nm, más preferible que al menos una primera área 21 presente una reflexión al menos un 15 % menor de la luz irradiada en al menos el 90 % del rango de longitud de onda de 400 nm a 500 nm en comparación con la reflexión en al menos el 90 % del rango de longitud de onda de 525 nm a 700 nm y aún más preferible que al menos una primera área 21 presente una reflexión al menos un 20 % menor de la luz irradiada en al menos el 90 % del rango de longitud de onda de 400 nm a 500 nm en comparación con la reflexión en al menos el 90 % del rango de longitud de onda de 525 nm a 700 nm.

[0230] Además de las configuraciones preferidas de la forma de perfil y/o profundidad de relieve t y/o período de rejilla Λ de la primera estructura en relieve, es preferible que al menos una primera área 21 presente una reflexión directa de la luz irradiada en al menos el 90 % del rango de longitud de onda de 525 nm a 700 nm mayor que el 30 %, preferiblemente mayor que el 40 %, preferiblemente mayor que el 50 %, para que la primera impresión de color no parezca demasiado oscura.

[0231] El rango de longitud de onda de 400 nm a 500 nm corresponde en particular al rango de longitud de onda de la luz violeta y azul, y el rango de longitud de onda de 525 nm a 700 nm en particular al rango de longitud de onda de la luz verde, amarilla, naranja y roja. Por lo tanto, mediante la configuración mencionada anteriormente de al menos una primera área 21, en particular con respecto a la forma del perfil y/o la profundidad de relieve t y/o el período de rejilla Λ , resulta que la proporción de luz reflejada azul y/o cian es menor que las proporciones del resto de la luz reflejada del rango de longitud de onda visible para el ojo humano, preferiblemente de 400 nm a 700 nm. Esto hace que la primera impresión de color en un reflejo directo aparezca para un observador en un tono dorado o cobriza.

[0232] Las figuras 5a y 5b muestran espectros de reflexión de una estructura en relieve de una primera área 21 de un elemento funcional 2 según la invención (línea continua) para ilustrar realizaciones anteriores. La línea de puntos corresponde a una tercera área 23 a modo de ejemplo, que en particular genera una coloración oscura o negra,

para una comparación directa. En la figura 5a están indicados los espectros con los datos originales medidos, mientras que en la figura 5b están representados los mismos espectros adaptados con un polinomio de 5° grado. Las mediciones se realizaron respectivamente en un rango de longitud de onda de 400 nm a 700 nm (eje x), mientras que en el eje y están marcados los valores obtenidos para la reflexión entre 0 % y 100 %.

[0233] Se puede reconocer claramente que el espectro de reflexión de la primera área 21 presenta una reflexión más alta en comparación con la tercera área 23. Además, la reflexión de la primera área 21 en el rango de longitud de onda de 525 nm a 700 nm es más alta que en el rango de longitud de onda de 400 nm a 500 nm. El parámetro dibujado ΔR representa la diferencia preferida para los rangos de longitud de onda mencionada anteriormente y para una mejor orientación se ilustra mediante las líneas de puntos horizontales y verticales.

[0234] Según un ejemplo de realización preferido de un elemento funcional 2, como se muestra, por ejemplo, en las figuras 1 o 2, la forma de perfil de al menos una primera estructura en relieve 13 está configurada asimétricamente en dirección x y/o dirección y. En otras palabras, la forma de perfil de al menos una primera estructura en relieve 13 no está configurada simétricamente en la dirección x y/o en la dirección y. Además, es ventajoso que la forma del perfil varíe de forma continua o gradual, en particular más allá de la profundidad del relieve t.

[0235] De manera ventajosa, el campo eléctrico de excitación se localiza con mayor intensidad, por ejemplo, en las puntas estrechas de la estructura en relieve 13, debido a la forma asimétrica del perfil. Esto puede conducir a una resonancia y absorción más pronunciadas. Además, la excitación de los plasmones en ambos lados de las formas de perfil asimétricas es diferente, de modo que la luz incidente genera un efecto diferente dependiendo de la superficie sobre la que se irradia la luz.

[0236] Las formas de perfil simétricas son, por ejemplo, sinusoidales o rectangulares o binarias. En otras palabras, las formas de perfil simétricas presentan una simetría especular cuando la superficie de base se utiliza como plano especular. En este caso, la forma del perfil permanece igual en esa reflexión, la estructura en relieve solo se desplaza en medio período de rejilla Λ . Según la invención, las formas de perfil asimétricas no presentan simetría especular en el plano generado por la superficie de base.

[0237] Es preferible que para los valores del período de rejilla Λ de al menos una primera estructura en relieve 13 en dirección x y/o dirección y, se aplique $\Lambda < 300$ nm, preferiblemente $\Lambda \leq 280$ nm, más preferiblemente $\Lambda \leq 260$ nm. Más preferentemente, los valores del período de rejilla Λ de al menos una primera estructura en relieve 13 en la dirección x y/o en la dirección y se seleccionan de un rango de 150 nm a 260 nm, preferentemente de 180 nm a 250 nm.

[0238] Además, es ventajoso que para los valores de la profundidad de relieve t de al menos una primera estructura en relieve en la dirección x y/o en la dirección y se aplique $t < 0,7 \Lambda$, preferiblemente $t \leq 0,6 \Lambda$. También es ventajoso que para los valores de la profundidad de relieve t de al menos una primera estructura en relieve 13 en la dirección x y/o en la dirección y se aplique $t > 0,2 \Lambda$, preferiblemente $t \geq 0,3 \Lambda$.

[0239] Además, es posible que la forma de perfil preferiblemente asimétrica de al menos una primera estructura en relieve 13 se seleccione de tal manera que la anchura de las elevaciones y cavidades de al menos una primera estructura en relieve 13 con respecto a una distancia de t/2 de la superficie de base sea de al menos el 60 % del período de rejilla, preferiblemente de al menos el 70 % del período de rejilla y/o como máximo el 40 % del período de rejilla, preferiblemente como máximo el 30 % del período de rejilla,

[0240] En particular, es posible que la pendiente del flanco de al menos una primera estructura en relieve 13, con respecto a una distancia de t/2 de la superficie de base, presente un valor en el rango de 60° a 90°, preferiblemente de 70° y 85°.

[0241] Preferentemente, la pendiente de flanco de al menos una primera estructura en relieve 13 con respecto a cualquier distancia entre el 25 % de la profundidad de relieve y el 75 % de la profundidad de relieve a partir de la superficie de base se selecciona de tal manera que esté presente un valor seleccionado de un rango de 40° a 90°, preferiblemente de 50° a 85°.

[0242] Además, es ventajoso seleccionar un valor para la pendiente de flanco de al menos una primera estructura en relieve 13, con respecto a cualquier distancia entre el 0 % y el 25 % de la profundidad de relieve y/o entre el 75 % y el 100 % de la profundidad de relieve, a partir de la superficie de base, que presente un valor seleccionado de un rango de 0° a 50°, preferiblemente de 0° a 40°.

[0243] Al menos una primera estructura en relieve 13 está configurada preferiblemente como una rejilla 2D, preferiblemente como una rejilla en cruz y/o como una rejilla hexagonal o como una rejilla 2D más compleja. Por rejillas 2D más complejas se entienden, por ejemplo, rejillas 2D con una variación estocástica, preferiblemente mínima, del período de rejilla. Además, se entienden también rejillas 2D con una disposición periódica sobre una longitud de al menos cuatro veces el período de rejilla localmente presente y, al mismo tiempo, una disposición aleatoria sobre

longitudes de más de 100 μm . Las rejillas 2D presentan una secuencia de elevaciones y cavidades en la dirección x y en la dirección y. Esto significa que una primera estructura en relieve 13 no está configurada preferentemente como rejilla de líneas, es decir, como rejilla 1D.

5 **[0244]** En el caso de una rejilla en cruz o una rejilla hexagonal, el período de rejilla Λ de la secuencia de elevaciones y cavidades con respecto a ambas direcciones se selecciona preferentemente de los rangos indicados anteriormente. En este caso, el período de rejilla en la dirección x y en la dirección y preferiblemente es el mismo. Pero el período de rejilla también puede ser diferente en ambas direcciones espaciales.

10 **[0245]** Además, también es posible que la variación periódica de al menos una primera estructura en relieve 13 esté superpuesta al menos por áreas con una variación aleatoria y/o pseudo-aleatoria.

[0246] Además, también es posible superponer la variación periódica de al menos una primera estructura en relieve 13 al menos por áreas sobre una microestructura, en particular sobre una lente de Fresnel y/o una superficie de forma libre de Fresnel y/o sobre microespejos y/o sobre rejillas flameadas, en particular con un período de más de 5 μm , y/o sobre estructuras de holograma (CGH) generadas por ordenador.

[0247] Así, a modo de ejemplo, en la figura 6a se muestra que al menos una estructura en relieve 13 que comprende elevaciones y cavidades puede superponerse sobre una microestructura como una rejilla flameada. A modo de ejemplo, en la figura 6b se muestra un elemento funcional 2 que representa una manzana. Se pueden reconocer claramente las áreas que sobresalen virtualmente de la superficie o retroceden detrás de la superficie a través de la microestructura, por ejemplo, las superficies de forma libre de Fresnel. De este modo, además de los efectos ópticos de al menos una primera estructura en relieve 13, tales como impresión de color estable, efecto de inclinación de color y "efecto latente", es posible realizar simultáneamente el efecto óptico de la propia microestructura o combinar los efectos ópticos de ambas estructuras. Por ejemplo, áreas que no se perciben acromáticamente por la microestructura, por ejemplo, las superficies de forma libre de Fresnel, un efecto de curvatura óptica que sobresale virtualmente desde la superficie o que retrocede detrás de la superficie, sino que se perciben como un efecto de curvatura óptica de este tipo de color dorado o cobrizo.

30 **[0248]** En el caso de una superposición de una estructura de rejilla flameada, en particular con un período de rejilla de más de 5 μm , es decir, con superficies macroscópicas posicionadas inclinadas, con la primera estructura en relieve 13 se produce una inclinación correspondiente de la primera estructura en relieve 13 alrededor del ángulo de la superficie macroscópica posicionada inclinada con respecto a una superficie de base, por lo que esta estructura en relieve 13 combinada de este modo produce una impresión de color con un mayor rango de ángulo de observación.

35 En el caso de una superposición de la primera estructura en relieve 13 con una estructura de lentes de Fresnel o con superficies de forma libre de Fresnel con un ángulo variable de los flancos, en el caso de una superposición con la primera estructura en relieve 13, también se puede realizar un gradiente de color de la estructura en relieve combinada.

[0249] Según un ejemplo de realización preferido de la invención, el elemento funcional 2 presenta al menos una segunda área 22, donde en al menos una segunda área 22 está conformada al menos una segunda estructura en relieve 15. Al menos una segunda estructura en relieve 15 se trata de una estructura en relieve que se selecciona preferentemente de forma individual o en combinación y/o en superposición de: estructura en relieve difractiva, estructura en relieve holográfica, en particular holograma 2D, 2D/3D o 3D, estructura mate, superficie de microespejo, estructura de faceta reflectiva, microestructura refractiva, casi acromática, preferentemente rejilla flameada con un período de rejilla de más de 5 μm , lente, cuadrícula de microlentes, estructura binaria aleatoria, microestructura binaria en forma de lentes de Fresnel.

[0250] Por lo tanto, al menos una segunda estructura en relieve 15 está configurada de tal manera que al menos una segunda área 22 aparece preferiblemente plateada, en particular bajo iluminación difusa, y/o en el color propio del metal, que está dispuesto en al menos una segunda área y/o donde está estampada al menos una segunda estructura en relieve 15.

[0251] Según un ejemplo de realización preferido de la invención, el elemento funcional 2 presenta al menos una tercera área 23, donde en al menos una tercera área 23 está conformada al menos una tercera estructura en relieve 16. Al menos una tercera estructura en relieve 16 en particular consiste en una estructura en relieve, que comprende estructuras de rejilla con un período de rejilla Λ de más de 300 nm y una profundidad en relieve t de más de 150 nm. Preferentemente, al menos una tercera área 23 presenta una capa de materiales de alta refracción. Al menos una tercera área 23 está diseñada de tal manera que presenta preferentemente una primera impresión de color roja u oscura, esencialmente negra, en reflexión directa o en transmisión.

[0252] Dado que los efectos ópticos como la impresión de color de las diferentes áreas son generados esencialmente por estructuras, en particular al menos una primera área 21, al menos una segunda área 22 y al menos una tercera área 23 pueden estar dispuestas con precisión en cuanto al registro, una con respecto a otra, ya que puede prescindirse de la disposición de capas de laca adicionales para una formación de color.

[0253] Según una forma de realización de la invención, al menos una primera área 21, al menos una segunda área 22, al menos una tercera área 23 o al menos una de las primeras segundas o terceras áreas 21, 22, 23 presenta una conformación en forma de un patrón. Por ejemplo, un área puede tener la forma de letras, números, de un símbolo, de una figura geométrica o de un motivo. En particular, al menos una primera área 21 puede estar configurada como minitexto o microtexto.

[0254] Además, es posible que las primeras y/o segundas y/o terceras áreas 21, 22, 23 estén dispuestas como una pluralidad de píxeles. Los píxeles pueden estar configurados de forma redonda, cuadrada, hexagonal, en forma de motivo o también en cualquier otra forma coherente. Los píxeles también pueden presentar una forma alargada, en particular una forma de línea.

[0255] Preferiblemente, la extensión máxima de un píxel en al menos una dirección de las direcciones espaciales, preferiblemente en la dirección x (P_x) y en la dirección y (P_y), es menor que 300 μm , preferiblemente menor que 100 μm , más preferiblemente menor que 10 μm , aún más preferiblemente menor que 5 μm , además aún más preferiblemente menor que 3 μm . Además, es ventajoso que un píxel, en su extensión (P_x , P_y), esté configurado mayor que 1 μm , preferiblemente mayor que 1,5 μm , en la dirección x y/o en la dirección y .

[0256] Además, como se muestra en las figuras 7a y 7b, es posible que al menos una primera área 21 esté diseñada de tal manera que esté dispuesta al menos en dos, preferiblemente al menos tres, preferiblemente al menos cinco áreas. Preferiblemente, las zonas están configuradas de tal manera que están dispuestas distanciadas unas de otras al menos 300 μm , preferiblemente al menos 1000 μm , en la dirección x y/o en la dirección y , de modo que se perciben como separadas entre sí para el ojo humano. En particular una, preferiblemente cada una de las zonas, presenta al menos una primera área de la zona, que está configurada en al menos una dirección espacial b_1 menor de 2 mm, preferiblemente menor de 1 mm, más preferiblemente menor de 0,7 mm. A este respecto, puede ser ventajoso que al menos una primera área de la zona represente al menos el 20 %, preferiblemente al menos el 30 %, más preferiblemente más del 50 %, de la superficie de una zona individual.

[0257] También es posible que al menos una zona presente al menos una segunda área de la zona, que en al menos una dirección espacial b_2 esté diseñada mayor de 2 mm, preferiblemente mayor de 3 mm, más preferiblemente mayor de 5 mm, en particular donde la superficie de las segundas áreas de las zonas, de todas las zonas, sea al menos en total mayor que 20 mm^2 , preferiblemente mayor que 30 mm^2 , más preferiblemente mayor que 50 mm^2 . Además, también es posible que la extensión de al menos una zona se reduzca en una dirección espacial, preferiblemente que se estreche de forma continua o gradual.

[0258] La figura 7b muestra un ejemplo de la realización anterior donde las zonas que se estrechan continuamente en forma de rayos solares de al menos una primera área 21 están integradas en un diseño que comprende al menos una segunda área 22. Las zonas que se estrechan se extienden hacia una segunda área 22 diseñada como un templo. Entre las zonas que se estrechan están dispuestas otras estructuras que comprenden una segunda área 22 en el registro perfecto, que generan un efecto de movimiento radial y acromático según el ángulo de inclinación. Además, el elemento funcional 2 también está configurado de modo que el fondo del templo está conformado a partir de una primera área 21. La configuración de una combinación de este tipo de zonas de la primera área 21 y las segundas áreas 22, es decir, efectos de movimiento acromático y subáreas que aparecen doradas o cobrizas, pueden ser muy bien detectadas por el ojo humano.

[0259] Además, como en el ejemplo de configuración según la figura 8b, al menos una primera área 21 puede estar enmarcada por una tercera área 23, por áreas o incluso puede estar encerrada por completo, donde al menos una tercera área 23 presenta una extensión b_{23} en una de las direcciones espaciales seleccionada de un rango de 30 μm a 1 mm, preferiblemente de 50 μm a 300 μm , más preferiblemente de 50 μm a 150 μm . Por lo tanto, al menos una tercera zona 23 forma un marco en forma de contorno que enmarca al menos una primera área 21. Esto es ventajoso en particular como puede apreciarse en la figura 8a en minitextos o microtextos, ya que de este modo se aumenta su legibilidad. Preferiblemente, los efectos ópticos en la primera y segunda y tercera área 21, 22, 23, unos con respecto a otros, presentan una coloración lo más diferente posible y, por lo tanto, un contraste óptico lo mejor posible.

[0260] En otra forma de realización, como está representado en la figura 8c, al menos una primera área 21 puede estar enmarcada por al menos una segunda área 22, por áreas o incluso puede estar encerrada por completo, donde al menos una segunda área 22 presenta una extensión b_{22} en una de las direcciones espaciales seleccionadas de un rango de 30 μm a 1 mm, preferiblemente de 50 μm a 300 μm , más preferiblemente de 50 μm a 150 μm . En particular, al menos una segunda área 22 puede estar enmarcada por al menos una tercera área 23, por áreas o incluso puede estar encerrada por completo, donde al menos una tercera área 23 puede estar configurada como en el párrafo anterior, en particular su extensión b_{23} . Además, al menos una segunda área 22 puede presentar un microtexto o un nanotexto.

[0261] Dado que los efectos ópticos, por ejemplo, la impresión de color, de las diferentes áreas se generan esencialmente mediante estructuras y no mediante capas de color impresas adicionales, en particular, al menos una primera área 21, al menos una segunda área 22 y al menos una tercera área 23 pueden estar dispuestas con precisión

en cuanto al registro, unas con respecto a otras.

[0262] Esto posibilita además, en particular, la formación de color de elementos de diseño autoexplicativos dispuestos en el registro perfecto, tales como, por ejemplo, banderas. Convenientemente, esos elementos de diseño autoexplicativos se pueden complementar con otros efectos basados en la estructura.

[0263] El elemento funcional 2 mostrado en la figura 9 debe ilustrar la realización anterior. Se muestra un elemento funcional 2 que también presenta al menos una primera estructura en relieve 13 en al menos una primera área 21 y la capa metálica 12 dispuesta en al menos una subárea de la primera estructura en relieve 13. Opcionalmente, el elemento funcional 2 presenta una capa dieléctrica preferiblemente de polímeros, en el lado de la capa metálica 12 que está orientado hacia el observador. Además, el elemento funcional 2 comprende otras dos terceras áreas 23. Las dos terceras áreas, en su forma de perfil, profundidad de relieve y período de rejilla, están configuradas de tal manera que generan primeras impresiones de color diferentes. En este ejemplo, las dos terceras áreas 23 y una primera área 21 están dispuestas en forma de una bandera y las áreas están diseñadas de tal manera que en cada caso aparecen negras, rojas o doradas. Un observador puede reconocer aquí intuitivamente la bandera de la República Federal de Alemania.

[0264] La figura 10 muestra otro ejemplo de realización donde al menos una primera estructura en relieve en al menos una primera área 21 presenta adicionalmente también una impresión de color en la luz transmitida. Esto se debe a la transmisión aumentada a través de la capa metálica 12 dispuesta sobre la estructura en relieve 13 como resultado de la excitación de plasmones posibilitada mediante la estructura en relieve. La estructura en relieve 13 según la invención está integrada en este diseño en la luna, así como en los ojos del búho. El cuerpo del búho representado, en cambio, presenta una estructura en relieve de una tercera área que aparece oscura en el reflejo.

[0265] En el resto del diseño se integran preferiblemente otros efectos basados en estructuras, por ejemplo, efectos de forma libre de Fresnel o también estructuras de rejilla difractivas.

[0266] La figura 10 muestra a la izquierda el diseño en una observación en luz reflectada y con iluminación difusa. En la figura 10, a la derecha, se muestra el elemento funcional 2 cuando se observa la luz transmitida verticalmente, donde las áreas con los otros efectos basados en estructuras solo se pueden ver como un reborde oscuro del búho y de la luna. Al inclinar el elemento funcional 2, las impresiones de color en la luz transmitida de ambas estructuras en relieve cambian a magenta.

[0267] Según otra forma de realización del elemento funcional 2 según la invención, una pluralidad de microlentes puede estar dispuesta en forma de cuadrícula por encima de al menos una primera área 21. En particular, las microlentes están dispuestas de tal manera que al menos una primera área 21 es percibida ampliada por un observador. En otras palabras, al menos una primera área 21 se encuentra en el plano focal de las microlentes. De forma ilustrativa, en la figura 11a se muestra una realización a modo de ejemplo de un elemento funcional 2 según la invención según la figura 1 o la figura 2, donde sobre el elemento funcional 2 aún se encuentra dispuesta una pluralidad de microlentes, de modo que para un observador resulta la información de imagen mostrada en forma de una gota.

[0268] En la figura 11b se muestra cómo, en particular, al menos una primera área 21 y, por ejemplo, al menos una tercera área 23, están dispuestas de tal manera en subáreas, de modo que de las subáreas resulta una pluralidad de microimágenes o íconos con efecto muaré dispuestos en forma de cuadrícula. En particular, estas microimágenes o íconos con efecto muaré están dispuestos en el registro con respecto a la pluralidad de microlentes dispuestas en forma de cuadrícula.

[0269] Además, en la figura 11c se muestra de forma ampliada que las subáreas en particular están estructuradas a partir de una pluralidad de píxeles, donde los píxeles están configurados como ya se ha descrito anteriormente con respecto a su extensión espacial (P_x y P_y).

[0270] Dependiendo de la configuración de color deseada, las subáreas comprenden una pluralidad de píxeles conformados a partir de al menos una primera área 21, a partir de al menos una segunda área 22 y/o a partir de al menos una tercera área 23. Por ejemplo, debido a esto, como se muestra en la figura 11b, son posibles microimágenes que comprenden píxeles con coloración clara, blanca o plateada, coloración gris oscura o negra y/o coloración dorada o cobriza.

[0271] Además, las subáreas pueden estar conformadas mediante la disposición de los píxeles de tal manera que se realice una transición gradual desde una disposición de píxeles aumentada, que comprende al menos una primera área 21, a una disposición de píxeles aumentada que comprende al menos una segunda área 22. Esto permite una transición gradual perceptible desde un aspecto dorado o cobrizo a un aspecto plateado.

[0272] Además, mediante la combinación de las variantes de realización anteriores, es posible configurar más clara la impresión de color dorada o cobriza de una subárea, es decir, más cerca del tono plateado. Esto se puede lograr si la pluralidad de píxeles que no comprenden al menos una tercera área 23, se disponen como una mezcla,

preferiblemente de una distribución estocástica, de píxeles que comprenden al menos una primera área 21 y al menos una segunda área 22.

[0273] De manera alternativa o adicional, un motivo de la microimagen o un motivo de íconos con efecto muaré puede estar estructurado en una zona de píxeles con una apariencia reflectante plateada y de píxeles con una apariencia de gris oscuro a negro y en otra zona del motivo puede estar estructurado de píxeles con una apariencia dorada o cobriza y píxeles con una apariencia de gris oscuro a negro. En otras palabras, las áreas del motivo de la microimagen o del motivo pueden estar estructuradas en base a íconos con efecto muaré de píxeles que comprenden al menos una segunda área 22 y de píxeles que comprenden al menos una tercera área 23 y en otra área del motivo de píxeles que comprenden al menos una primera área 21 y píxeles que comprenden al menos una tercera área 23. De este modo son posibles configuraciones multicolores del elemento funcional 2, donde por ejemplo efectos de movimiento dorados o cobrizos y efectos de movimiento plateados en el elemento de seguridad 2 están presentes espacialmente separados.

[0274] La figura 12 muestra otro ejemplo de realización del elemento funcional 2 según la figura 11a. El elemento funcional 2 presenta las subáreas ya mencionadas anteriormente que comprenden una pluralidad de píxeles que comprenden primeras, segundas y/o terceras áreas 21, 22, 23, que están representadas de tal manera que representan la cifra "5". Además, una pluralidad de microlentes están dispuestas en forma de cuadrícula en el centro, de modo que las subáreas dispuestas allí se amplían. Adicionalmente, ahora está dispuesta al menos una capa de color de barnizado 14, configurada en forma de estrella, en particular por encima de al menos una primera, segunda y/o tercera área 21, 22, 23 y por debajo de la pluralidad de microlentes. Con respecto a las formas de realización y los efectos de la capa de color de barnizado se hace referencia a las realizaciones anteriores.

[0275] La figura 13 muestra otra variante de realización del elemento funcional 2 según la invención, por ejemplo, según la figura 1 o la figura 2. Según esa variante de realización, un motivo está formado por una pluralidad de píxeles que comprende al menos una primera área 21 y por una pluralidad de píxeles que comprende al menos una tercera área 23. En otras palabras, el elemento funcional 2 representa una imagen en escala de grises, en particular una imagen de semitono, o una imagen monocromática. La gradación de gris se logra mediante semitonos a través de la distribución de los píxeles, donde las áreas que aparecen oscuras a partir de píxeles comprenden terceras áreas 23 y las áreas brillantes que aparecen claras a partir de píxeles comprenden la primera área 21. Con respecto a las extensiones P_x o P_y de los píxeles, se remite a las realizaciones anteriores.

[0276] Mediante su configuración, el elemento funcional 2 según la invención, en comparación con una imagen en escala de grises ordinaria, ofrece además el efecto de que presenta un primer efecto de color en reflexión directa u orden de difracción cero. En particular, el elemento funcional 2 ofrece además otro efecto latente sorprendente en el caso de una inclinación pronunciada, en particular en al menos primeras áreas 21. La imagen en escala de grises puede estar enmarcada además por áreas del elemento funcional 1 con otros efectos basados en estructuras, preferiblemente por completo. Por ejemplo, la imagen en escala de grises puede estar rodeada por un efecto de movimiento de líneas finas, que termina en el contorno exterior de la imagen en escala de grises y, por lo tanto, llama la atención del observador sobre esta imagen en escala de grises.

[0277] La figura 14 muestra otra forma de realización de un elemento funcional 2 según la invención, por ejemplo, según la figura 1. También aquí el elemento funcional 2 presenta una primera estructura en relieve 13 en al menos una primera área 21. Además, en al menos una subárea de la primera estructura en relieve 13 está dispuesta una capa metálica 12 y opcionalmente está dispuesta una capa dieléctrica preferiblemente de polímeros, en el lado de la capa metálica 12, que está orientado hacia el observador.

[0278] Según este ejemplo de realización, al menos una primera área 21 puede estar dispuesta en una primera capa de electrodos. En particular, la primera capa de electrodos está dispuesta en un visualizador reflectivo o se puede utilizar en un visualizador reflectivo. La primera capa de electrodos puede comprender otras capas o elementos funcionales, como, por ejemplo, componentes de conexión eléctricamente conductores y/o blindajes electromagnéticos y/o blindajes térmicos y/o blindajes ópticos y/o circuitos.

[0279] De este modo, la primera capa de electrodos presenta los efectos ópticos generados por al menos una primera área 21.

[0280] Además, es ventajoso que por encima de la primera capa de electrodos esté dispuesta una capa conmutable 30, por ejemplo una capa electrocrómica o una capa de cristal líquido o una capa PDLC (de cristal líquido dispersado en polímero). La capa conmutable 30 se caracteriza por el hecho de que su apariencia se puede cambiar aplicando una tensión. En particular, si no se aplica ninguna tensión, por ejemplo, en el caso de la capa PDLC, aparece turbia para un observador o aparece transparente mientras en tanto se aplique una tensión.

[0281] Además, una segunda capa de electrodos puede estar dispuesta por encima de la primera capa de electrodos y/o la capa conmutable 30. La segunda capa de electrodos está configurada preferentemente transparente o semitransparente y/o transparente y/o presenta una transmisión, en particular en el rango de longitud de onda de

400 nm a 700 nm, de al menos el 50 %, preferiblemente de al menos el 75 %, más preferiblemente de al menos el 90 %. Ejemplos de una segunda capa de electrodos transparente de este tipo son una capa impresa de PEDOT:PSS o también una capa metálica estructurada, preferiblemente finamente estructurada, que parece transparente para el ojo humano.

[0282] Convenientemente, la primera capa de electrodos está dispuesta por debajo de la segunda capa de electrodos. En otras palabras, la primera capa de electrodos está dispuesta en el lado de la segunda capa de electrodos que está apartado de un observador. En particular, la capa conmutable 30 está dispuesta entre la primera y la segunda capa de electrodos.

[0283] De este modo se podrían integrar ventajosamente las propiedades de al menos una primera área 21 en un visualizador reflectivo. En particular, el efecto óptico de la capa conmutable 30 se puede combinar con el efecto de color de la capa inferior de electrodos. Así, en un visualizador reflectivo con una capa conmutable 30, por ejemplo, una capa PDLC, en particular en una subárea del visualizador, que cambia de turbia a transparente mediante la aplicación de una tensión eléctrica (en la figura 14 identificada con "on"), la impresión de color dorado o cobrizo de la primera capa de electrodos se hace visible o al menos se hace más visible. Sin embargo, si no se aplica tensión al visualizador reflectivo (en la figura 14 identificada con "off"), entonces al menos una primera área 21 no es esencialmente visible o al menos solo débilmente visible.

[0284] Por lo tanto, se obtiene un elemento funcional 2 en un visualizador reflectivo, que es esencialmente reconocible para un observador solo mientras se aplique una tensión correspondiente al visualizador reflectivo.

[0285] Además, la capa conmutable 30 puede presentar también un colorante o estar coloreada, debido a lo que además de la función de conmutación óptica adquiere una función de filtro de color. Esto ofrece la ventaja adicional de que la apariencia al aplicar la tensión de la capa conmutable cambia del color del colorante al color dorado o cobrizo de la capa inferior del electrodo con la tensión aplicada.

[0286] Preferentemente, el grado de pigmentación y/o la proporción en volumen del colorante de la capa conmutable 30 es menor al 15 %, preferiblemente menor al 10 %, más preferiblemente menor al 5 %. Preferentemente, el colorante de la capa conmutable 30 consiste en un colorante soluble o en nanopartículas insolubles.

[0287] Las figuras 15a a 15e muestran otra forma de realización de un elemento funcional 2 según la invención, por ejemplo, según la figura 1. Esta forma de realización describe el elemento funcional 2 preferiblemente como

[0288] elemento sensor. El elemento funcional 2 o elemento sensor se puede utilizar como producto, por ejemplo, en un sensor. El modo de funcionamiento del elemento funcional 2 es, por ejemplo, la detección de una sustancia específica. Las figuras 15a a 15d muestran representaciones en sección esquemáticas de diferentes formas de realización posibles de un elemento funcional 2 según la invención y la figura 15e muestra una vista superior esquemática del elemento funcional antes (a la izquierda) y durante y/o después (a la derecha) del contacto con la sustancia que debe detectarse.

[0289] También aquí el elemento funcional 2 presenta una primera estructura en relieve 13 en al menos una primera área 21. Al menos una primera estructura en relieve 13 no está representada en las figuras 15a a 15d, para una mayor claridad. Además, en al menos una subárea de la primera estructura en relieve 13 está dispuesta una capa metálica 12 y opcionalmente en al menos una subárea de la capa metálica 12 está dispuesta una capa de sensor 17, preferiblemente de polímeros, en el lado de la capa metálica 12 que está orientado hacia el observador. En particular, la región de la subárea anterior, que se pone en contacto con el medio que presenta la sustancia que debe detectarse, forma el área del sensor. La capa de sensor 17 cambia en este caso su índice de refracción y/o coeficiente de absorción cuando entra en contacto con una cantidad suficiente de la sustancia que debe detectarse. Esto conduce a un cambio de la impresión de color perceptible para el ojo humano. Debido al aumento de la absorción del colorante en la superficie de al menos una capa metálica 12 con la primera estructura en relieve 13, esta modificación de la impresión de color ya es visible a concentraciones relativamente bajas de la sustancia que debe detectarse. El mecanismo de intensificación se denomina absorción potenciada por plasmones. El cambio en la impresión de color perceptible para el ojo humano en este caso es significativamente mayor en comparación con una capa metálica 12 con la capa del sensor 17 que no presenta al menos una primera estructura en relieve 13.

[0290] Este comportamiento de absorción variable puede ser reversible o también irreversible.

[0291] Opcionalmente, también puede estar proporcionada una capa de contraste, preferiblemente dieléctrica 18, que recubre subáreas del sensor, que está orientada hacia el observador, y donde están dispuestas tanto al menos una primera estructura en relieve 13, la capa metálica 12, así como la capa de sensor 17. La función de esta capa de contraste 18 es proteger las subáreas cubiertas de la capa del sensor 17 del contacto con la sustancia que debe detectarse, de modo que estas áreas no muestren el cambio en la impresión de color provocado por la sustancia que debe detectarse. Esto hace que el contraste entre estas diferentes áreas sea particularmente perceptible para el ojo humano.

[0292] La figura 15a muestra el elemento sensor 2 antes y la figura 15b durante y/o después del contacto con la sustancia que debe detectarse. Preferiblemente, la capa de contraste 18 presenta un índice de refracción que está cerca del índice de refracción del medio, que contiene la sustancia que debe detectarse. El índice de refracción de la capa de contraste 18 difiere preferiblemente en hasta $\pm 10\%$, más preferiblemente en hasta $\pm 5\%$, y aún más preferentemente en hasta $\pm 2\%$ del índice de refracción del medio que contiene la sustancia que debe detectarse. Por ejemplo, si la sustancia que debe detectarse tiene que detectarse disuelta en agua (índice de refracción $n_{H_2O} \approx 1,33$), entonces el teflón (índice de refracción $n_{Teflon} \approx 1,31$), el PVDF fluoruro de polivinilideno (índice de refracción $n_{PVDF} \approx 1,42$) o también el fluoruro de magnesio MGF_2 (índice de refracción $n_{MGF_2} \approx 1,38$) son materiales posibles para la capa de contraste 18.

[0293] La figura 15e muestra la función del sensor en una vista superior esquemática, donde aquí la capa de contraste 18 está configurada de tal manera que las áreas de la capa del sensor 17 en forma de un rayo no están cubiertas. El elemento funcional 2 representado en el lado izquierdo de la figura 15e muestra el estado antes de que el elemento funcional 2 entre en contacto con la sustancia que debe detectarse. El rayo no puede reconocerse o casi no puede reconocerse. El elemento funcional 2 representado en el lado derecho de la figura 15e muestra el estado mientras el elemento funcional 2 está en contacto con la sustancia que debe detectarse. El rayo es claramente visible debido al cambio en la impresión de color.

[0294] Por ejemplo, la capa de sensor 17 puede estar compuesta por un colorante, incorporado en una matriz de polímeros. Como colorantes, por ejemplo, para sensores de pH son adecuados naranja de metilo, azul de bromotimol o fenolftaleína. Estos muestran diferentes colores en solución acuosa según el valor de pH. La fenolftaleína, por ejemplo, es transparente para valores de pH inferiores a 8 y se vuelve magenta a partir de valores de pH de 9. Con un valor de pH muy alto, próximo a 14, vuelve a ser incolora. A un valor de pH muy bajo, inferior a cero, el indicador se vuelve de color naranja rojizo.

[0295] Dependiendo de la capa del sensor 17 o del colorante en la capa del sensor 17, se pueden detectar diferentes sustancias, ya sean gaseosas o líquidas. Por ejemplo, el NO_2 gaseoso reacciona con perileno y cambia el índice de refracción complejo de este material, lo que conduce a un cambio en la impresión de color del elemento funcional 2 en el caso de una concentración suficiente del gas. El perileno puede aplicarse directamente sobre la capa metálica 12, por ejemplo, mediante un proceso PECVD.

[0296] La figura 15c muestra una forma de configuración del elemento funcional 2 para un sensor, donde adicionalmente, al menos en el área del sensor, está aplicada una capa 19 transparente filtrante, en particular de poros abiertos. En otras palabras, por encima del lado de la capa de sensor 17, que está orientado hacia el observador, está dispuesta una capa 19 transparente filtrante, en particular de poros abiertos. Esa capa filtrante 19 es especialmente permeable a la sustancia que debe detectarse, que se encuentra presente en el medio e impide que otras sustancias que se encuentran presentes en el medio alcancen la capa del sensor 17. Esto permite reducir o prevenir reacciones no deseadas de la capa de sensor 17 con otras sustancias que igualmente se encuentran presentes en el medio. Opcionalmente está proporcionada otra capa de sellado 20, preferiblemente de polímeros, en el área del borde del elemento funcional 2, que impide que el medio salga por los bordes del elemento funcional 2.

[0297] La figura 15d muestra otra forma de configuración donde el medio se conduce al área del sensor a través de un canal 24 que se extiende verticalmente. El canal 24 puede estar configurado en forma de un sistema microfluídico. Opcionalmente, el canal 24 puede estar sellado con otra capa de sellado 20, preferiblemente de polímeros. Preferiblemente, la capa de sellado 20 está configurada de forma transparente.

[0298] La fabricación de un elemento funcional 2, en particular de un elemento sensor, se puede realizar de la siguiente manera. La primera estructura en relieve 13 se puede crear mediante procedimientos conocidos como la exposición holográfica de doble haz o la litografía por haz de electrones sobre un sustrato de vidrio. De este modo, según el estado de la técnica conocido, se puede obtener una pieza de níquel con al menos una primera estructura en relieve 13 por medio de un proceso de copia galvánico. La pieza de níquel se puede reproducir según procedimientos conocidos y, a continuación, al menos una primera estructura en relieve 13 se puede producir en un procedimiento de rollo a rollo, por ejemplo, replicación térmica o replicación UV, en una lámina flexible.

[0299] Entre otras cosas, para un elemento funcional 2, preferiblemente para un elemento sensor, puede ser ventajoso que al menos una primera estructura en relieve 13 se realice sobre un sustrato rígido, por ejemplo, un sustrato de vidrio o un sustrato de cuarzo. Esto facilita el manejo de, por ejemplo, medios líquidos. Para ello, al menos una primera estructura en relieve 13 desde la pieza de níquel se puede copiar directamente sobre el sustrato rígido, por ejemplo, sustrato de vidrio o sustrato de cuarzo, en un proceso de copia UV. Los procesos conocidos para ello utilizan los así llamados materiales sol-gel, como por ejemplo el materialOrmocer, que se aplican en forma líquida sobre el sustrato rígido. A continuación, la pieza de níquel se coloca sobre el sustrato rígido, por ejemplo, el sustrato de vidrio o el sustrato de cuarzo, de modo que entre el sustrato rígido y la pieza de níquel permanece una película delgada del material de sol-gel. A continuación, el endurecimiento del material de sol-gel se realiza por medio de radiación UV a través del sustrato rígido, por ejemplo, sustrato de vidrio o sustrato de cuarzo, así como el

desprendimiento de la pieza de níquel. En la superficie de la capa de sol-gel endurecida con al menos una primera estructura en relieve 13, a continuación, la capa metálica 12 se puede aplicar mediante deposición de vapor y/o pulverizarse. A continuación, la capa del sensor 17 se puede aplicar sobre la capa metálica 12 como una capa delgada, por ejemplo, por medio de un recubrimiento por centrifugación.

5

[0300] En las figuras 16 y 17 se muestra otra forma de realización esquemática de un elemento funcional 2. Esta forma de realización describe una lámina de transferencia como elemento funcional 2. El elemento funcional 2 según las figuras 16 y 17 puede presentar las formas de configuración descritas en la figura 1.

10 **[0301]** La figura 17 muestra la representación en sección esquemática de una lámina de transferencia. La figura 16 muestra la vista superior esquemática de la lámina de transferencia, donde la capa de soporte 501 ya fue retirada de la capa de transferencia, de modo que al menos una primera estructura en relieve 13 conforma en toda la superficie el lado orientado hacia el observador.

15 **[0302]** La lámina de transferencia presenta una capa de soporte 501 y una capa de transferencia que puede desprenderse de la capa de soporte 501. La capa de soporte 501 puede presentar una capa de separación 502. Sobre la capa de soporte 501 están dispuestas una o varias de las siguientes capas, preferentemente en el siguiente orden, donde preferiblemente forman la capa de transferencia: una capa de desprendimiento 503, una capa de replicación 504 que comprende al menos una primera estructura en relieve 13, una capa metálica 12, una capa de imprimación 20 506 y una capa adhesiva 507.

[0303] La capa de soporte 501 se compone preferiblemente de poliéster, más preferiblemente de PET, y la capa de separación 502 preferentemente de cera. La capa metálica 12 está formada preferiblemente de aluminio y preferiblemente fue aplicada mediante deposición de vapor. Además, al menos una primera estructura en relieve 13 25 del elemento funcional 2 está dispuesta preferiblemente en toda la superficie en la capa de replicación 504. Al menos una primera área 21, en la dirección de observación, está dispuesta perpendicularmente al plano generado por la capa de replicación 504, en particular en toda la superficie, en la capa de transferencia.

[0304] Los procedimientos típicos para la transferencia de la capa de transferencia son, por ejemplo, el proceso 30 de estampado en caliente y el proceso de estampado en frío.

[0305] La figura 18 muestra una forma de realización de un producto 1 que comprende un elemento funcional 2. Esta forma de realización describe, por ejemplo, una etiqueta de botella de una botella de vino. La etiqueta del frasco comprende una etiqueta de papel para pegar en una botella. Como lamina decorativa, la etiqueta contiene un 35 marco decorativo estampado en caliente sobre la etiqueta de papel del laminado de transferencia descrito en las figuras 16 y 17. La transferencia de la capa de transferencia se realiza por medio de un proceso de estampado en caliente o en frío. La capa de soporte 501 se puede retirar después de la transferencia de la capa de transferencia. Además, la etiqueta de la botella mostrada en la figura 18 presenta otros elementos decorativos que fueron estampados en la etiqueta de la botella. La palabra "Vino", por ejemplo, está estampada en la etiqueta de papel por 40 medio de una lámina de oro habitual en el comercio y el año "2021" está estampado, por ejemplo, con una "lámina de plata" habitual en el comercio.

[0306] Por una lámina de plata se entiende preferiblemente una lámina aluminizada sin estructuras difractivas o refractivas. Estas láminas también se denominan como láminas especulares. Además, por lámina de oro se entiende 45 preferiblemente una lámina aluminizada sin estructuras difractivas o refractivas, que sobre la capa de aluminio presenta una capa adicional preferiblemente barnizada en amarillo dispuesta en la dirección de observación.

[0307] Además, la palabra "IDLA", a modo de ejemplo, fue estampada por medio de una lámina de transferencia aluminizada con estructuras mate difractivas. Tales láminas se asemejan a las láminas descritas en las figuras 16 y 50 17, donde en lugar de la estructura en relieve según la invención se emplean estructuras mate ya descritas anteriormente.

[0308] Además, en la etiqueta pueden estar aplicadas impresiones que pueden estar dispuestas al lado, debajo 55 o por encima de las áreas estampadas.

55

[0309] El marco decorativo representado en la figura 18 que comprende el elemento funcional según la invención puede cumplir dos funciones. Por un lado, representa un elemento decorativo que presenta un interesante cambio de color según el ángulo de visión. Por otro lado, también sirve como elemento de seguridad para una protección contra falsificaciones.

60

[0310] La figura 19 muestra la estructura en capas de un elemento funcional según la invención como lámina de etiqueta y/o lámina de laminación. La lámina de etiqueta y/o la lámina de laminación presentan una o varias de las siguientes capas, preferentemente en el siguiente orden: una capa soporte 501, una capa de imprimación 506, una 65 capa de replicación 504 que comprende al menos una primera estructura en relieve 13, una capa metálica 12 y una capa adhesiva 507.

- [0311]** La capa de soporte 501 preferiblemente se compone de poliéster, más preferiblemente de PET y la capa de adhesivo 507 es preferentemente una capa de adhesivo en frío. La capa metálica 12 se compone preferiblemente de aluminio y preferiblemente fue aplicada mediante deposición de vapor. Además, al menos una primera estructura en relieve 13 está dispuesta preferiblemente en toda la superficie en la capa de replicación 504.
- [0312]** En la figura 20 se muestra otra forma de realización a modo de ejemplo de un producto que comprende un elemento funcional 2. Esta forma de realización muestra, por ejemplo, una etiqueta en base a la lámina de etiqueta y/o lámina de laminación descrita en la figura 19, sobre un embalaje, por ejemplo, para productos farmacéuticos. La etiqueta mostrada en la figura 20 se coloca en el área superior del embalaje, por encima de la tapa abatible y en el área inferior del embalaje. Además, en la lámina de etiquetado y/o lámina de laminación se imprime, por ejemplo, la inscripción "SEGURO" y, además, se imprime una inscripción "ETRO - PF -" en el embalaje por medio de una lámina de plata habitual en el comercio.
- [0313]** La etiqueta dispuesta sobre el embalaje en la figura 20 puede cumplir los aspectos esenciales de un elemento de seguridad y de un elemento de decoración. Por lo tanto, presenta un cambio de color según el ángulo de visión y llama la atención del observador. El mismo puede reconocer fácilmente si el embalaje ya fue abierto. Además, la etiqueta también ofrece protección contra falsificaciones.
- [0314]** Naturalmente, las variantes de realización de los elementos funcionales 2 o productos 1, mencionadas anteriormente, se pueden combinar entre sí a voluntad y no representan una limitación, en particular en cuanto a su conformación y combinación.

Lista de referencias

- [0315]**
- | | |
|--------------|---------------------------------|
| 1 | Producto |
| 2 | Elemento funcional |
| 10 | Sustrato soporte |
| 11 | Área de ventana |
| 12 | Capa metálica |
| 13 | Primera estructura en relieve |
| 14 | Capa de laca de barnizado |
| 15 | Segunda estructura en relieve |
| 16 | Tercera estructura en relieve |
| 17 | Capa de sensor |
| 18 | Capa de contraste |
| 19 | Capa filtrante |
| 20 | Capa de sellado |
| 21, 211, 212 | Primera área |
| 22 | Segunda área |
| 23 | Tercera área |
| 24 | Canal |
| 30 | Capa conmutable |
| 100 | Fuente de luz |
| 200 | Ángulo de incidencia |
| 300 | Ángulo de transmisión |
| 400 | Normal de la superficie de base |
| 501 | Capa de soporte |
| 502 | Capa de separación |
| 503 | Capa de desprendimiento |
| 504 | Capa de replicación |
| 506 | Capa de imprimación |
| 507 | Capa adhesiva |

REIVINDICACIONES

1. Elemento funcional (2) que comprende al menos una primera estructura en relieve (13) en al menos una primera área (21) y al menos una capa metálica (12) dispuesta en al menos una subárea de al menos una primera estructura en relieve (13),

donde opcionalmente una capa dieléctrica preferiblemente de polímeros está dispuesta en el lado de la capa metálica (12) que está orientado hacia el observador,
donde al menos una primera estructura en relieve (13) presenta una variación periódica en la dirección x e y de elevaciones y cavidades,
donde las elevaciones se suceden con un período de rejilla Λ , que es menor que una longitud de onda de la luz visible para el ojo humano,
donde los mínimos de las cavidades definen una superficie de base y donde al menos una primera estructura en relieve (13) presenta una profundidad de relieve t,
donde en al menos una primera área (21), en un primer ángulo de incidencia, se produce una primera impresión de color, y en un segundo ángulo de incidencia, una segunda impresión de color,
donde el primer ángulo de incidencia está seleccionado de un rango de 0° a 30°,
caracterizado porque en un tercer ángulo de incidencia, en al menos una primera área (21), se produce un efecto óptico diferente de la primera y segunda impresión de color, donde el tercer ángulo de incidencia presenta un valor de 60° o más.

2. Elemento funcional (2) según la reivindicación 1,
caracterizado porque

la segunda impresión de color se genera según el ángulo azimutal, y en particular donde el elemento funcional (2) presenta al menos una primera área (21), cuyo ángulo azimutal está girado en al menos 15°, preferentemente en 30° y más preferentemente en 45°, con respecto al ángulo azimutal de otra primera área (21), y/o
porque la variación periódica de al menos una primera estructura en relieve (13) está superpuesta al menos por áreas con una variación aleatoria y/o pseudoaleatoria,
y/o
porque la variación periódica de al menos una primera estructura en relieve (13) está superpuesta al menos por áreas en una microestructura, en particular con lentes de Fresnel, superficies de forma libre, microespejos, rejillas flameadas o estructuras de holograma (CGH) generadas por ordenador,
y/o
porque al menos una primera estructura en relieve (13) está diseñada como una rejilla en cruz y/o como una rejilla hexagonal o como una rejilla 2D más compleja.

3. Elemento funcional (2) según la reivindicación 1,
caracterizado porque

para los valores del período de rejilla Λ de al menos una primera estructura en relieve (13) en la dirección x y/o en la dirección y es válido $\Lambda < 300$ nm, preferiblemente $\Lambda \leq 280$ nm, preferiblemente $\Lambda \leq 260$ nm,
y/o
porque los valores del período de rejilla Λ de al menos una primera estructura en relieve (13) en dirección x y/o dirección y están seleccionados de un rango de 150 nm a 260 nm, preferiblemente de 180 nm a 250 nm, y/o
porque para los valores de la profundidad de relieve t de al menos una primera estructura en relieve (13) en la dirección x y/o en la dirección y es válido $t < 0,7 \Lambda$, preferiblemente $t \leq 0,6 \Lambda$,
y/o
porque para los valores de la profundidad de relieve t de al menos una primera estructura en relieve 13 en la dirección x y/o en la dirección y es válido $t > 0,2 \Lambda$, preferiblemente $t \geq 0,3 \Lambda$.

4. Elemento funcional (2) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**

la forma de perfil de al menos una primera estructura en relieve (13) varía de forma continua o gradual,
y/o
porque la forma de perfil de al menos una primera estructura en relieve (13) está configurada de forma asimétrica en la dirección x y/o en la dirección y,
y/o
porque la anchura de las elevaciones y cavidades de al menos una primera estructura en relieve (13) con respecto a una distancia de t/2 de la superficie de base es de al menos el 60 % del período de rejilla, preferiblemente de al menos el 70 % del período de rejilla y/o como máximo el 40 % del período de rejilla, preferiblemente como máximo el 30 % del período de rejilla,
y/o
porque por encima y/o por debajo de al menos una primera estructura en relieve (13) está dispuesta una capa de

polímeros, preferentemente de un polímero que presenta un índice de refracción en el rango de 1,45 a 1,55, y en particular donde la capa de polímeros está aplicada en toda la superficie o por áreas sobre al menos una primera estructura en relieve (13).

5. Elemento funcional (2) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**

en particular para un ángulo de incidencia en el rango de 0° a 30°, al menos una primera área (21) presenta una reflexión de la luz irradiada al menos un 10 % más reducida en al menos el 75 % del rango de longitud de onda de 400 nm a 500 nm en comparación con la reflexión en al menos el 75 % del rango de longitud de onda de 525 nm a 700 nm,
preferiblemente al menos una primera área (21) presenta una reflexión de la luz irradiada al menos un 15 % más reducida en al menos el 70 % del rango de longitud de onda de 400 nm a 500 nm en comparación con la reflexión en al menos el 70 % del rango de longitud de onda de 525 nm a 700 nm,
además, es preferible que al menos una primera área (21) presente una reflexión de la luz irradiada al menos un 15 % más reducida en al menos el 90 % del rango de longitud de onda de 400 nm a 500 nm en comparación con la reflexión en al menos el 90 % del rango de longitud de onda de 525 nm a 700 nm, y aún más preferiblemente que al menos una primera área (21) presente una reflexión de la luz irradiada más reducida al menos un 20 % en al menos el 90 % del rango de longitud de onda de 400 nm a 500 nm en comparación con la reflexión en al menos el 90 % del rango de longitud de onda de 525 nm a 700 nm, y/o
porque al menos una primera área (21) presenta una reflexión de la luz irradiada en al menos el 90 % del rango de longitud de onda de 525 nm a 700 nm mayor que el 30 %, preferiblemente mayor que el 4 %, preferiblemente mayor que el 50 %.

6. Elemento funcional (2) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**

en al menos una primera área (21), preferiblemente por áreas o en toda la superficie, está dispuesto un colorante y/o una sustancia luminiscente, preferiblemente a menos de 1 µm, más preferiblemente a menos de 750 nm, aún más preferiblemente a menos de 500 nm, además aún más preferiblemente a menos de 300 nm de distancia de una de las superficies de al menos una capa metálica,
y/o
porque el colorante y/o la sustancia luminiscente están dispuestos en la capa dieléctrica preferiblemente de polímeros.

7. Elemento funcional (2) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**

el elemento funcional (2) presenta al menos una segunda área (21), donde en al menos una segunda área (21) está configurada al menos una segunda estructura en relieve (15),
y/o
porque el elemento funcional (2) presenta al menos una tercera área (23), donde en al menos una tercera área (23) está configurada al menos una tercera estructura en relieve (16), en particular donde al menos una tercera estructura en relieve (16) presenta un período de rejilla Λ de menos de 500 nm y más de 300 nm y una profundidad de relieve t de más de 150 nm,
y/o
porque al menos una primera área (21) está diseñada de tal manera que está dispuesta al menos en dos, preferiblemente al menos tres, preferiblemente al menos cinco zonas, en particular donde las zonas están dispuestas alejadas unas de otras al menos parcialmente más de 300 µm, preferiblemente al menos 1000 µm, en la dirección x y/o en la dirección y.

8. Elemento funcional (2) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**

las primeras, segundas o terceras áreas (21,22, 23) están dispuestas como una pluralidad de píxeles, donde los píxeles están configurados de forma redonda, cuadrada, hexagonal, en forma de motivo o también en otra forma coherente y/o presentan una forma alargada, en particular una forma de línea,
en particular, donde por encima de al menos una primera área (21) están dispuestas en forma de cuadrícula una pluralidad de microlentes, en particular donde una capa de color de barnizado (14) está dispuesta al menos por áreas por debajo de la pluralidad de microlentes,
en particular, donde la cuadrícula de las microlentes presenta varias microlentes de cuadrícula parcial, preferiblemente donde dentro de una cuadrícula parcial de microlentes, las microlentes están dispuestas como lentes cilíndricas en una disposición unidimensional de las microlentes, o
microlentes con una forma respectivamente esférica o aproximadamente esférica o asférica están dispuestas en una disposición bidimensional de las microlentes.

9. Elemento funcional (2) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**

al menos una primera área (21) está dispuesta en una primera capa de electrodos, en particular donde por encima

de la primera capa de electrodos está dispuesta una capa conmutable (30), preferiblemente una capa electrocrómica o una capa de cristal líquido o una capa PDLC, y por encima de la primera capa de electrodos y/o la capa conmutable (30) está dispuesta una segunda capa de electrodos, en particular donde la capa conmutable (30) presenta un colorante y/o está coloreada, en particular donde el grado de pigmentación y/o la proporción en volumen del colorante de la capa conmutable (30) es menor al 15 %, preferiblemente menor al 10 %, más preferiblemente menor al 5 %.

10. Elemento funcional (2) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**

en al menos una subárea de la capa metálica (12) está dispuesta una capa de sensor (17), preferentemente de polímeros, en el lado de la capa metálica (12) que está orientado hacia el observador, donde en la capa de sensor (17) está dispuesto el colorante y/o la sustancia luminiscente, en particular, donde una capa de contraste (18) preferiblemente dieléctrica, por áreas, observado por un observador, está dispuesta por encima de la capa de sensor (17) preferiblemente de polímeros, y/o donde el elemento funcional (2) presenta además una capa (19) filtrante transparente, en particular de poros abiertos, que, observado por un observador, está dispuesta por encima de la capa de sensor (17) preferiblemente de polímeros.

11. Elemento funcional (2) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos por áreas o en toda la superficie, en la dirección visual de un observador, en particular perpendicularmente al plano generado por el elemento funcional (2), por debajo de al menos una primera área (21) y/o segunda área (22) y/o tercera área (23), está dispuesta al menos una capa de color de barnizado, en particular en toda la superficie o parcialmente.

12. Elemento funcional (2) según la reivindicación 11, **caracterizado porque**

al menos una capa de color de barnizado es directamente adyacente a la capa metálica (12) o está distanciada de la capa metálica (12) mediante una capa intermedia dieléctrica, y/o

porque al menos una capa de color de barnizado, en particular en reflexión directa sobre un rango de ángulo de inclinación de preferentemente al menos 0° a 30° con respecto a la normal y/o sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 30° a 60° con respecto a la normal, en particular en el espacio de color CIELAB, presenta una distancia de color total dE de 50 a 270, preferiblemente de 100 a 270, más preferiblemente de 130 a 270, con respecto a por lo menos una primera y/o con respecto a la segunda y/o con respecto a la tercera área (21, 22, 23), y/o

porque al menos una capa de color de barnizado, en particular en reflexión directa sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 0° a 30° con respecto a la normal y/o sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 30° a 60° con respecto a la normal, presenta un color más oscuro, en particular con un valor de luminosidad L más bajo, y al menos una primera y/o segunda y/o tercera área (21, 22, 23) presenta un color más claro, en particular con un valor de luminosidad L más alto, y/o

porque al menos una capa de color de barnizado, en particular en reflexión directa sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 0° a 30° con respecto a la normal y/o sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 30° a 60° con respecto a la normal, presenta un color más claro, en particular con un valor de luminosidad L más alto, y al menos una primera y/o segunda y/o tercera área (21, 22, 23) presenta un color más oscuro, en particular con un valor de luminosidad L más bajo.

13. Elemento funcional (2) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**

al menos una primera área (21) y/o al menos una segunda área (22), en particular en reflexión directa sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 0° a 30° con respecto a la normal y/o sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 30° a 60° con respecto a la normal, en particular en el espacio de color CIELAB, presentan una distancia de color total dE de 50 a 270, preferiblemente de 100 a 270, más preferiblemente de 130 a 270, con respecto a por lo menos una tercera área (23), y/o

porque al menos una primera área (21) y/o al menos una segunda área (22), en particular en reflexión directa sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 0° a 30° con respecto a la normal y/o sobre un rango de ángulo de inclinación de preferiblemente al menos 30° a 60° con respecto a la normal, presenta un color más claro, en particular con un valor de luminosidad L más alto, preferiblemente en comparación con al menos una tercera área (23).

14. Elemento funcional (2) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**

al menos una primera área (21) está dispuesta en subáreas de tal manera que de las subáreas resulta una pluralidad de microimágenes o íconos con efecto muaré dispuestos en forma de cuadrícula, en particular donde las microimágenes o íconos con efecto muaré están dispuestos en el registro con respecto a la pluralidad de microlentes dispuestas en forma de cuadrícula,
y/o

porque la cuadrícula de las microimágenes o íconos con efecto muaré presenta varias cuadrículas parciales, donde dentro de una cuadrícula parcial las microimágenes o íconos con efecto muaré están dispuestos en una disposición unidimensional de las microimágenes o íconos con efecto muaré o están dispuestos en una disposición bidimensional de las microimágenes o íconos con efecto muaré, y/o

porque las microimágenes o los íconos con efecto muaré están configurados dentro de una cuadrícula parcial de tal manera que se produce un efecto óptico asociado a la cuadrícula parcial por cuadrícula parcial, preferiblemente donde varias cuadrículas parciales producen diferentes efectos ópticos, que en conjunto dan como resultado un efecto óptico combinado en la cuadrícula de las microimágenes o los íconos con efecto muaré o dan como resultado efectos ópticos separados uno al lado del otro,
y/o

porque las microimágenes o los íconos con efecto muaré, para diferentes efectos ópticos por cuadrícula parcial, presentan en particular un número diferente de al menos una primera área (21) y/o al menos una segunda área (22) y/o al menos una tercera área (23) y/o al menos una capa de color de barnizado delante y/o detrás de al menos una primera área (21) y/o al menos una segunda área (22) y/o al menos una tercera área (23).

15. Procedimiento para la producción de un elemento funcional (2) según la reivindicación 1 a 14 o en particular para la modificación de una superficie por un elemento funcional (2) según la reivindicación 1 a 14, donde en al menos una primera área (21) del elemento funcional se dispone al menos una primera estructura en relieve (13) y al menos en una subárea de al menos una primera estructura en relieve (13) se dispone una capa metálica (12) y opcionalmente se dispone una capa dieléctrica preferiblemente de polímeros en el lado de la capa metálica (12) que está orientado hacia el observador,

de modo que al menos una primera estructura en relieve (13) presenta una variación periódica en la dirección x e y de elevaciones y cavidades,
y las elevaciones se suceden con un período de rejilla Λ , que es menor que una longitud de onda de la luz visible para el ojo humano,

y de manera que los mínimos de las cavidades definen una superficie de base y al menos una primera estructura en relieve (13) presenta una profundidad de relieve t,

donde en al menos una primera área (21) en un primer ángulo de incidencia se produce una primera impresión de color y

en un segundo ángulo de incidencia se produce una segunda impresión de color,

donde el primer ángulo de incidencia está seleccionado de un rango de 0° a 30°,

caracterizado porque en un tercer ángulo de incidencia, en al menos una primera área (21), se produce un efecto óptico diferente de la primera y segunda impresión de color, donde el tercer ángulo de incidencia presenta un valor de 60° o más.

16. Procedimiento según la reivindicación 15,

caracterizado porque

por encima del lado orientado hacia un observador de al menos una primera estructura en relieve (13) se dispone una

una capa de polímeros, en particular donde la capa de polímeros se dispone en toda la superficie o por áreas sobre al menos una primera estructura en relieve (13),
y/o

porque en al menos una primera área (21), preferiblemente por áreas o en toda la superficie, se dispone un colorante y/o una sustancia luminiscente, preferiblemente a menos de 1 μm , más preferiblemente a menos de 750 nm, aún más preferiblemente a menos de 500 nm, además aún más preferiblemente a menos de 300 nm de distancia de una de las superficies de al menos una capa metálica (12),
y/o

porque por encima y/o por debajo de al menos una capa metálica (12) se imprime o se aplica mediante deposición de vapor una capa dieléctrica, y donde en particular el colorante y/o la sustancia luminiscente se disponen en la capa dieléctrica preferiblemente de polímeros,
y/o

porque se dispone al menos por áreas o en toda la superficie al menos una capa de color de barnizado, donde al menos una capa de color de barnizado, en particular en la dirección visual de un observador, perpendicularmente al plano generado por el elemento funcional, por debajo de al menos una primera área y/o segunda área y/o tercera área, se dispone al menos una capa de color de barnizado, en particular en toda la superficie o parcialmente.

17. Producto (1), en particular un documento de seguridad o una superficie decorada, que comprende un

elemento funcional (2) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, donde el producto (1) es en particular un billete de banco, un documento de identificación, una etiqueta para la seguridad de un producto o para la decoración, una tarjeta de identificación, una tarjeta de crédito, una tarjeta de débito, una etiqueta colgante de un producto comercial o un certificado, en particular un certificado de software, un embalaje, un componente para dispositivos fijos y/o
5 móviles, un componente moldeado por inyección, un componente de aluminio directamente estructurado, un vehículo a motor, una tira decorativa, un filtro de color, un sensor, un componente óptico o un control de luz.

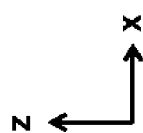
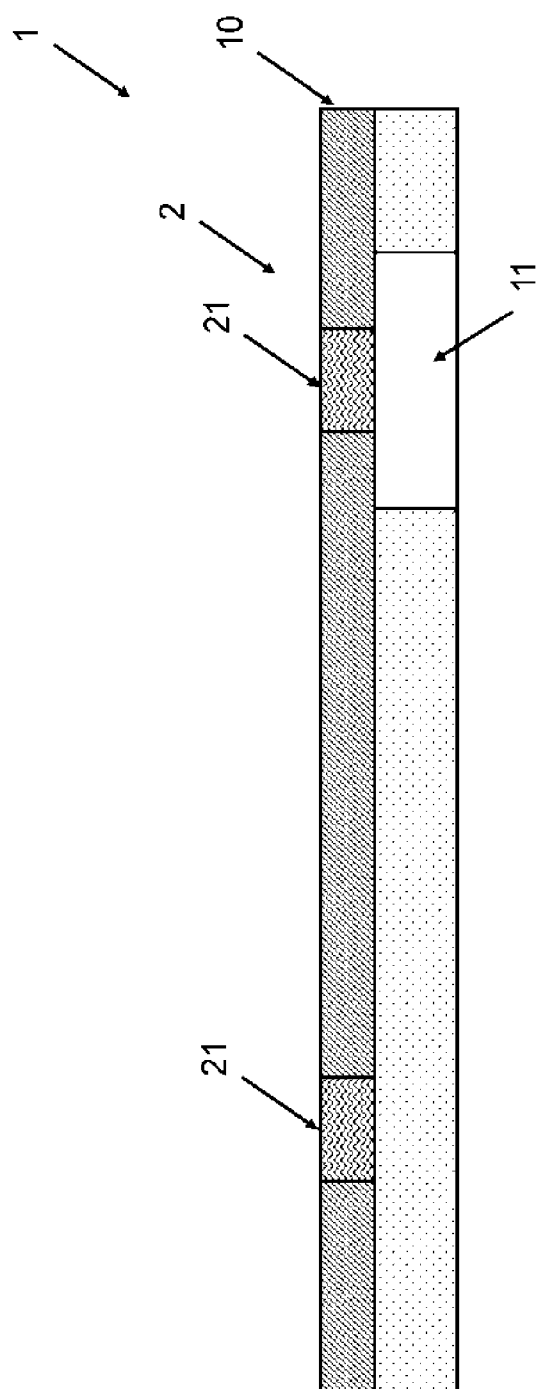
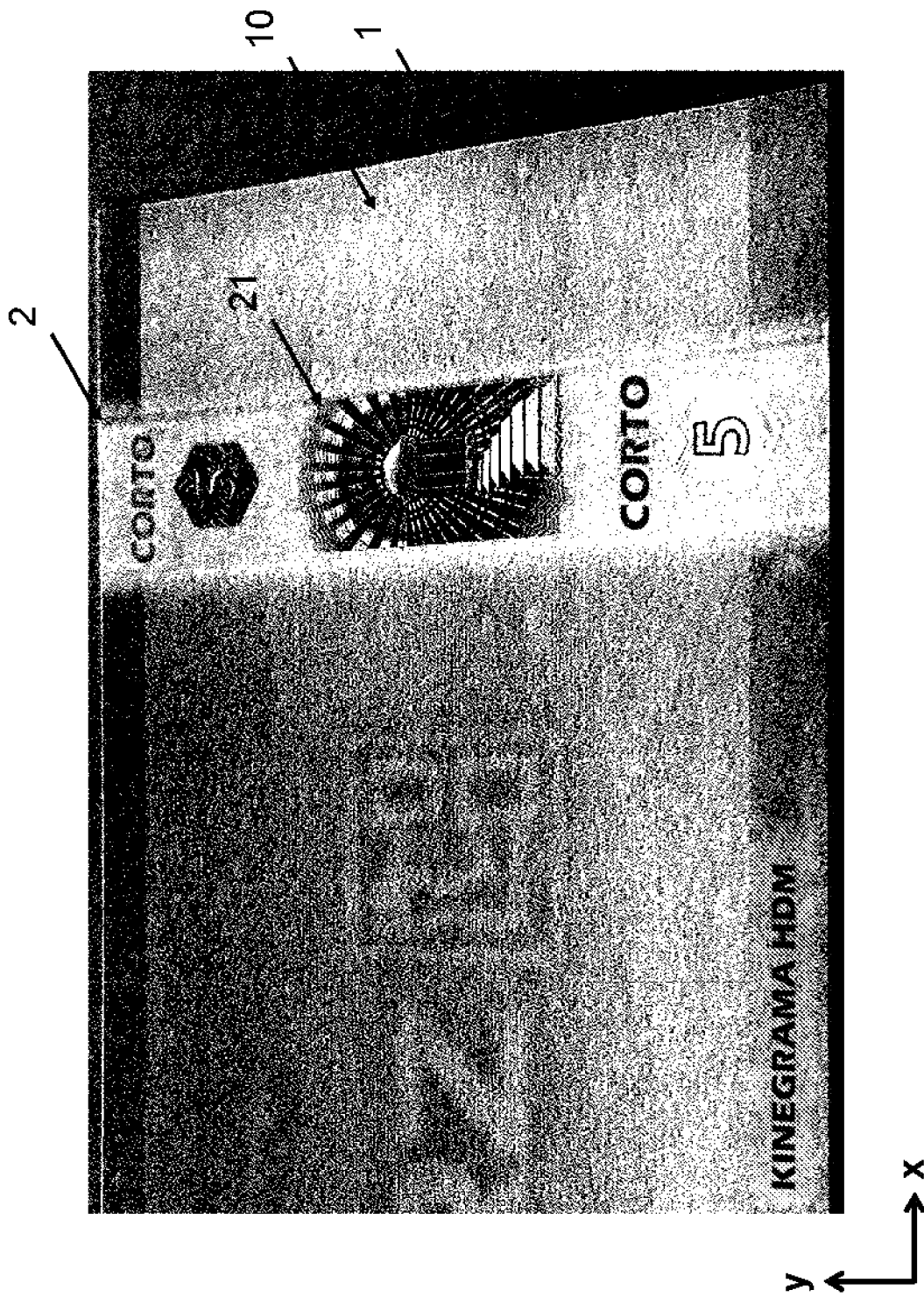


Fig. 1



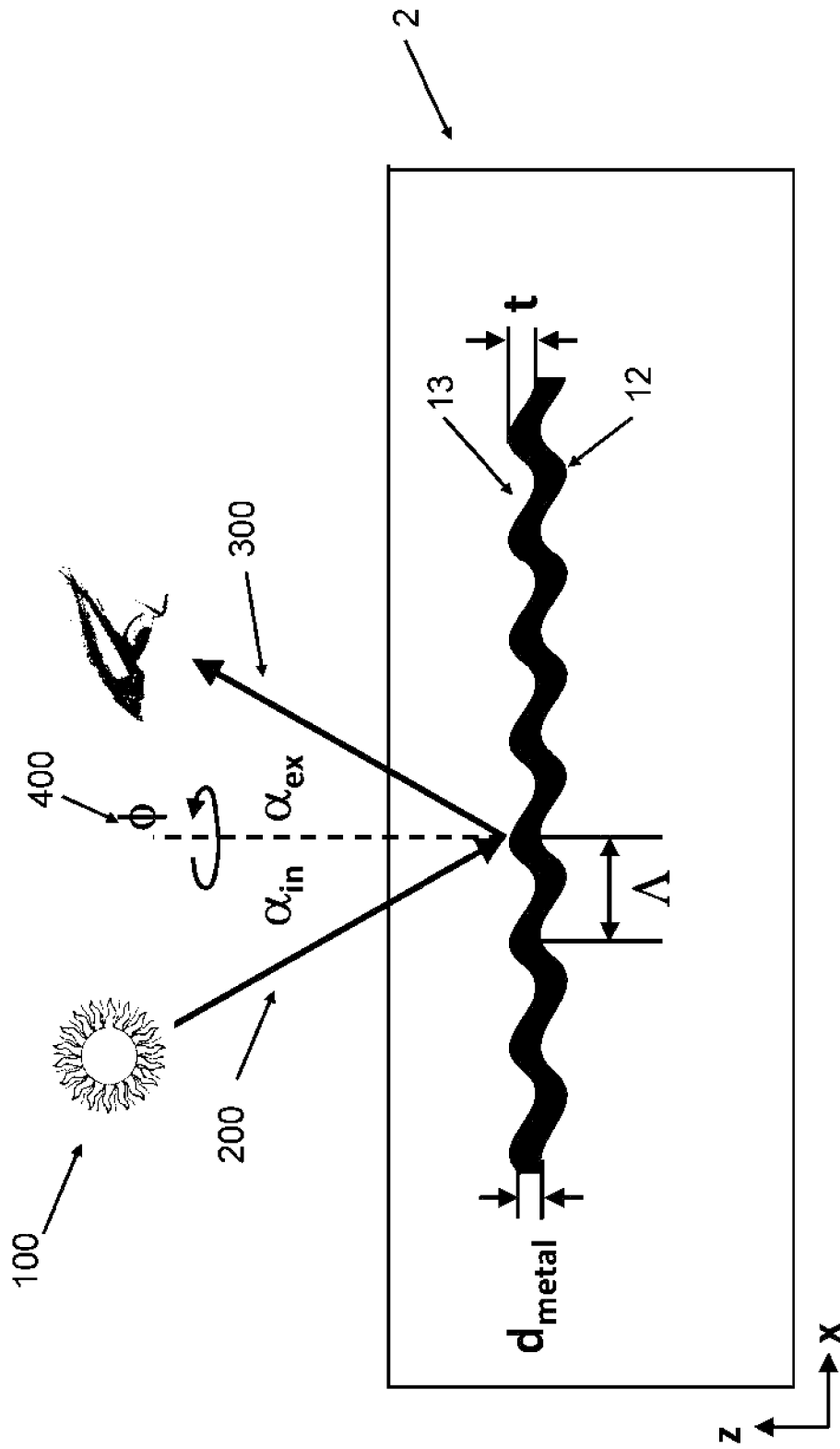


Fig. 3a

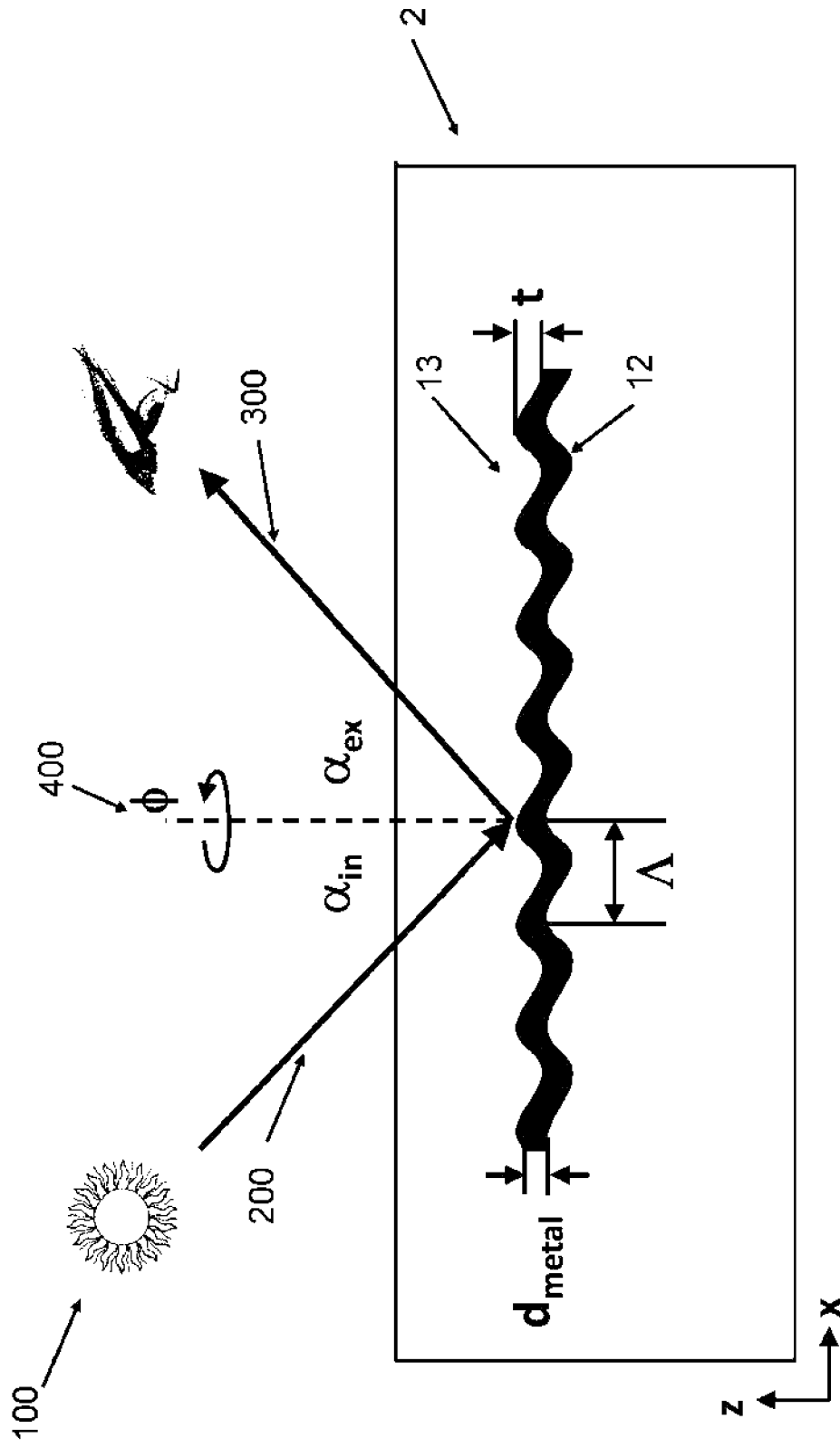
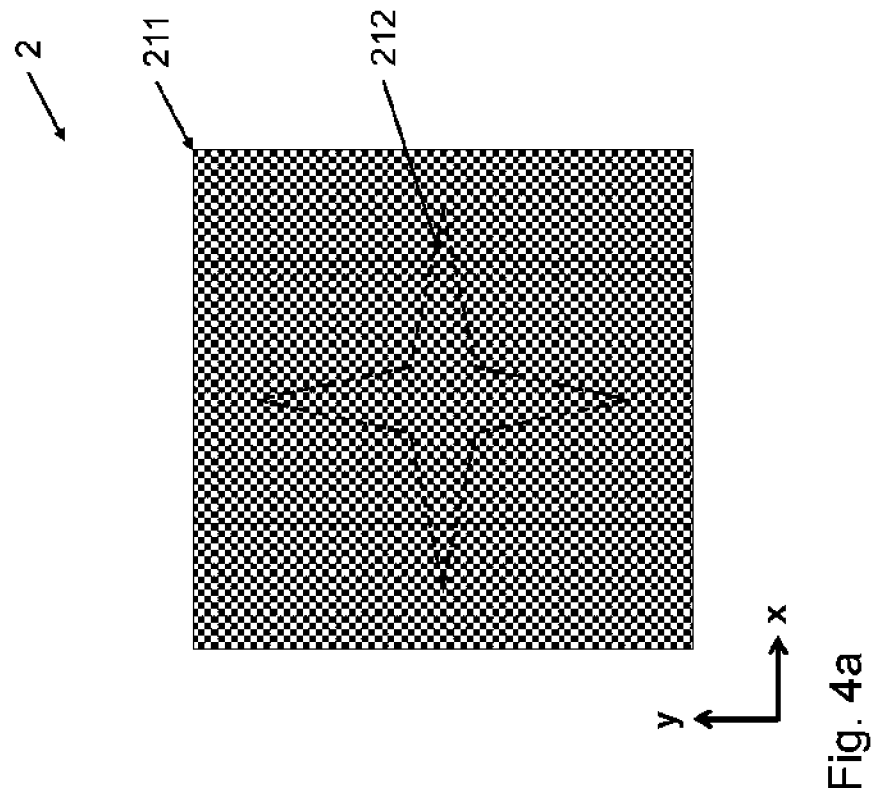
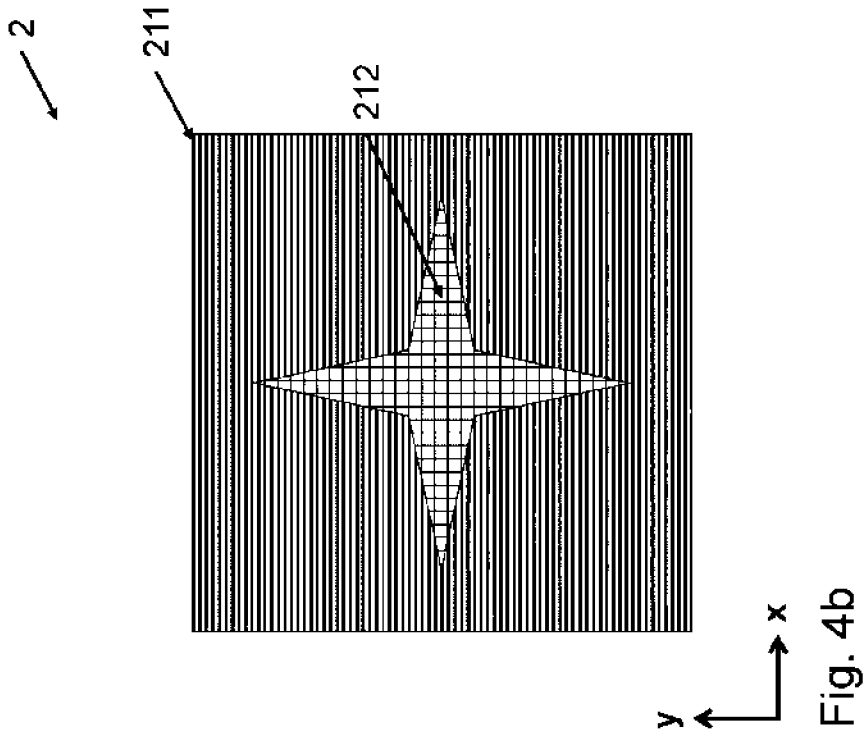


Fig. 3b



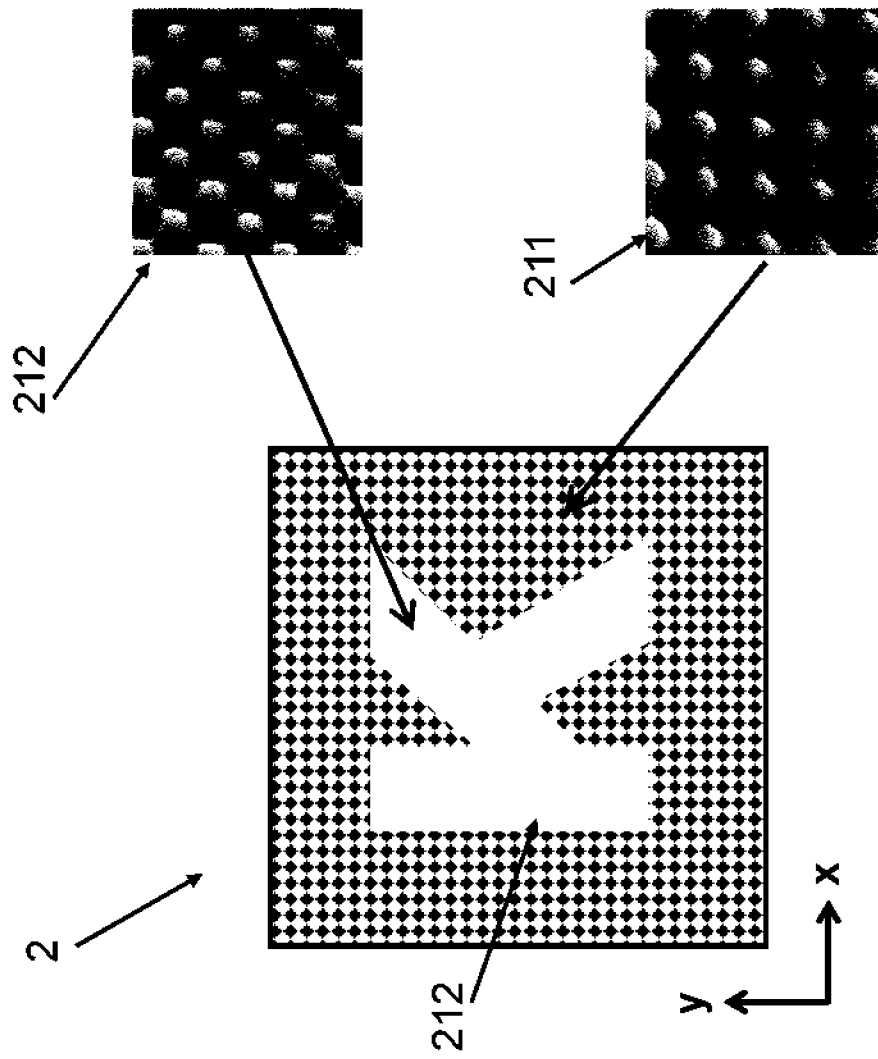


Fig. 4c

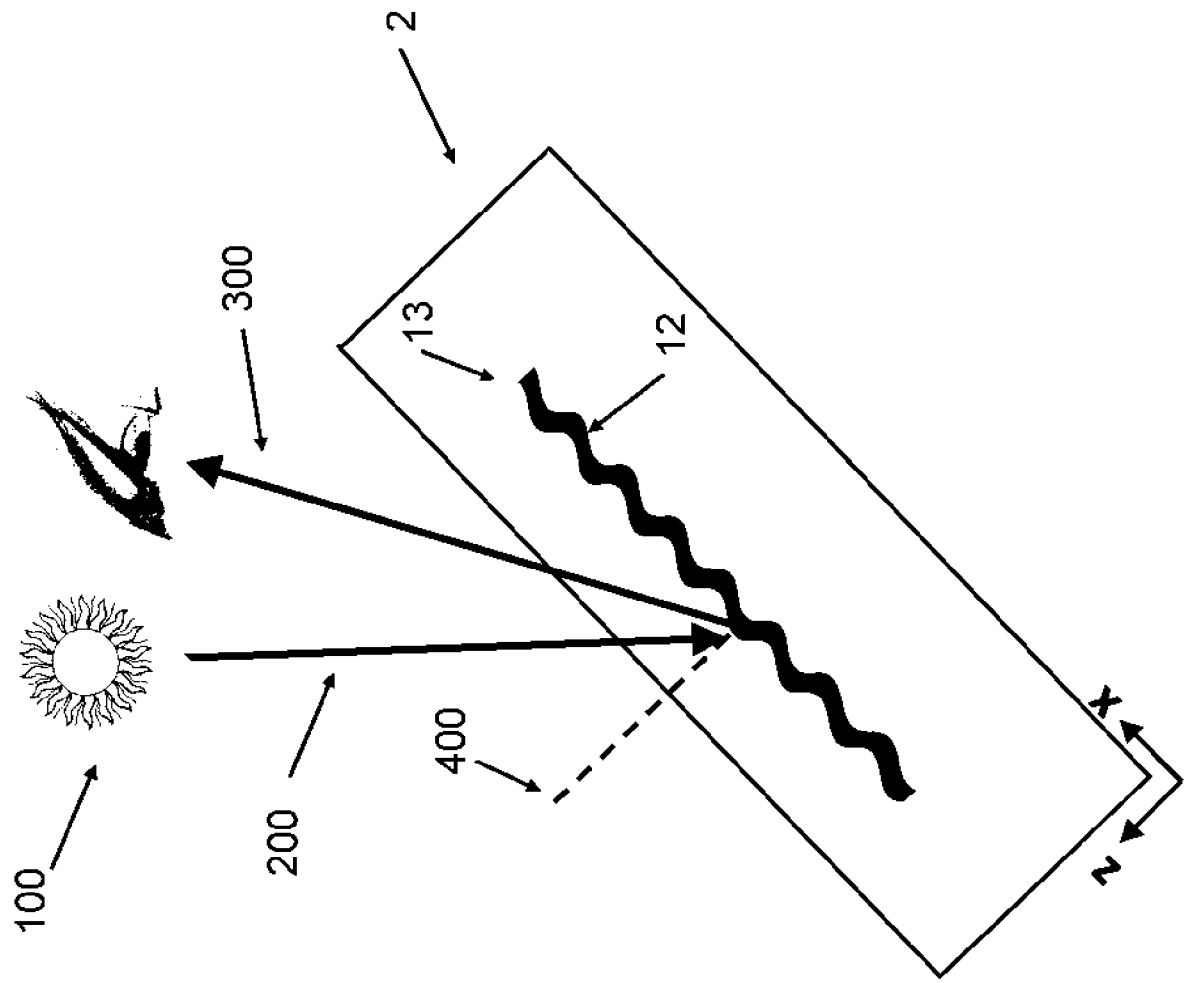


Fig. 4d

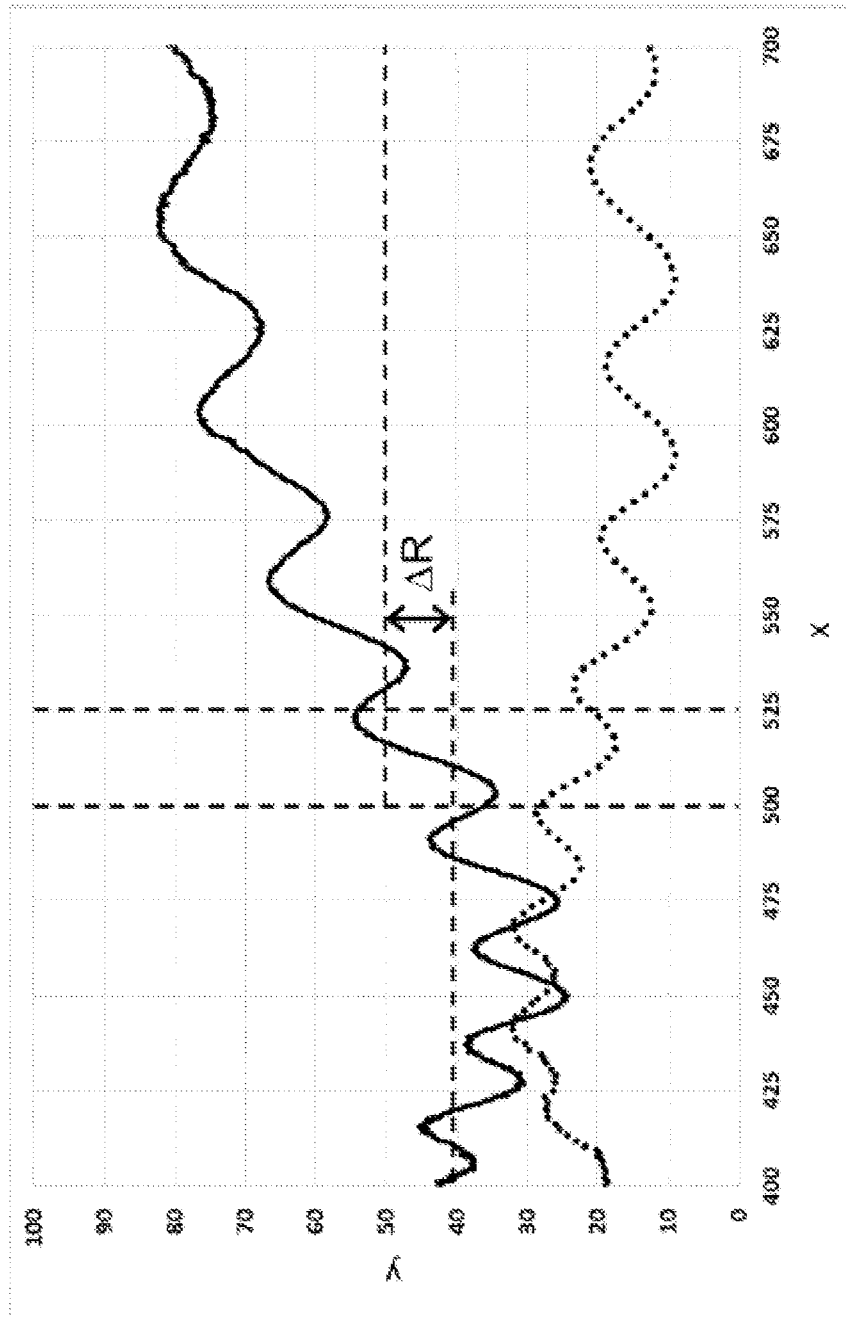


Fig. 5a

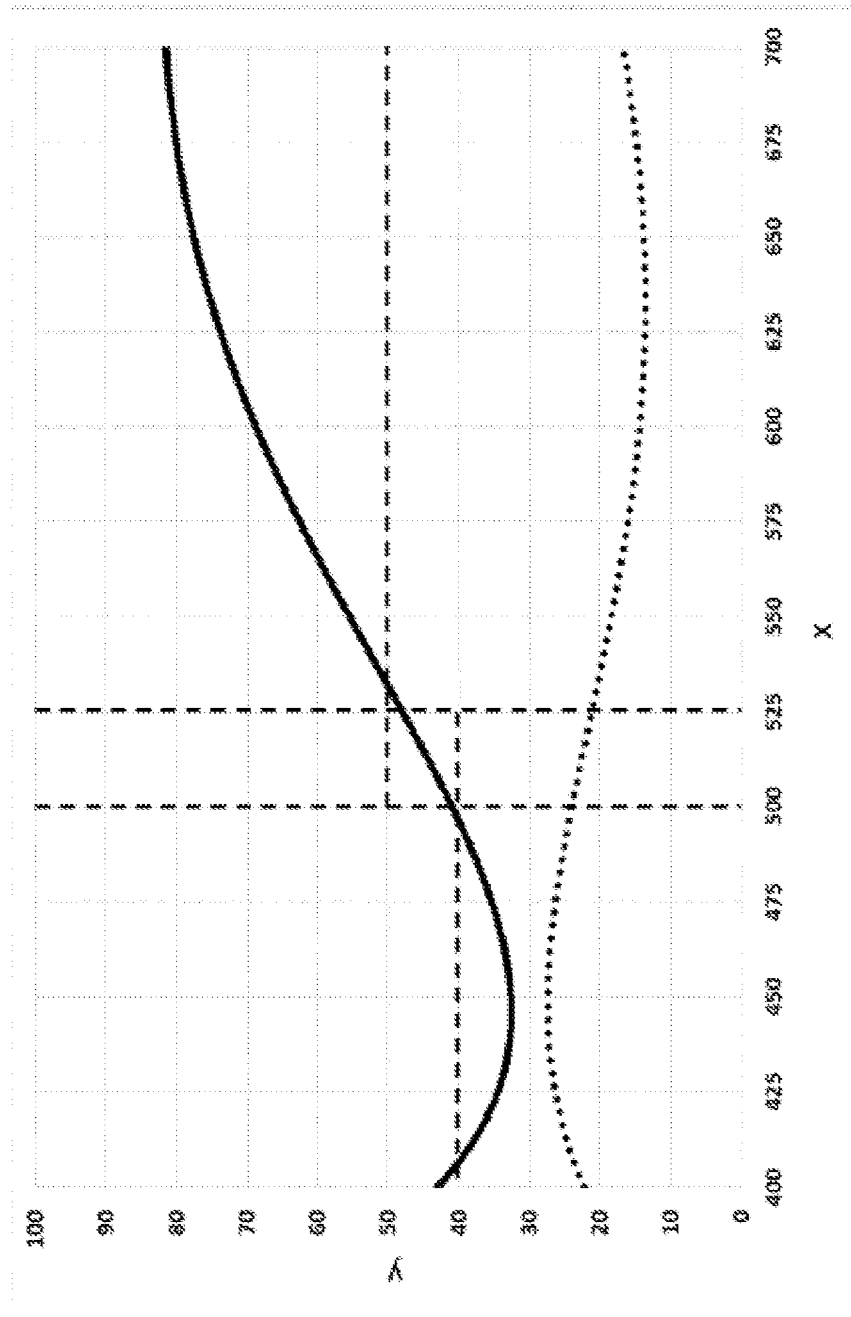


Fig. 5b

2

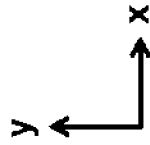
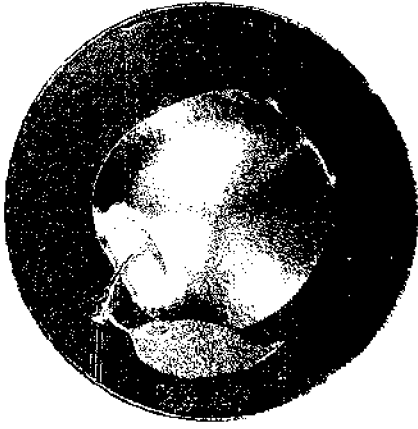
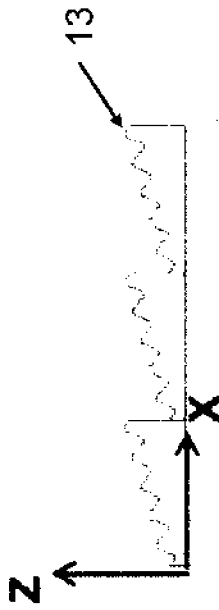


Fig. 6b



13

Fig. 6a

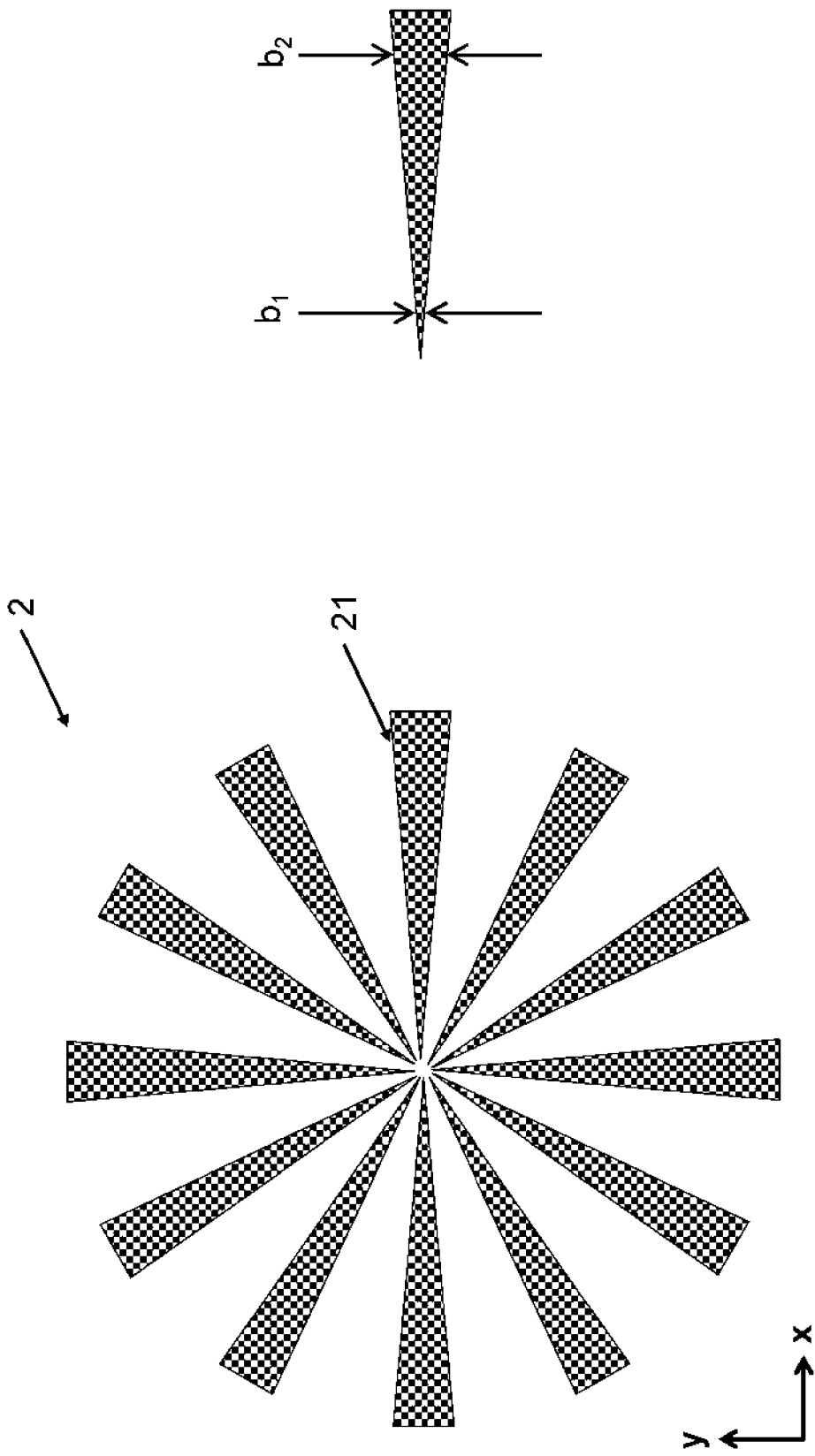


Fig. 7a

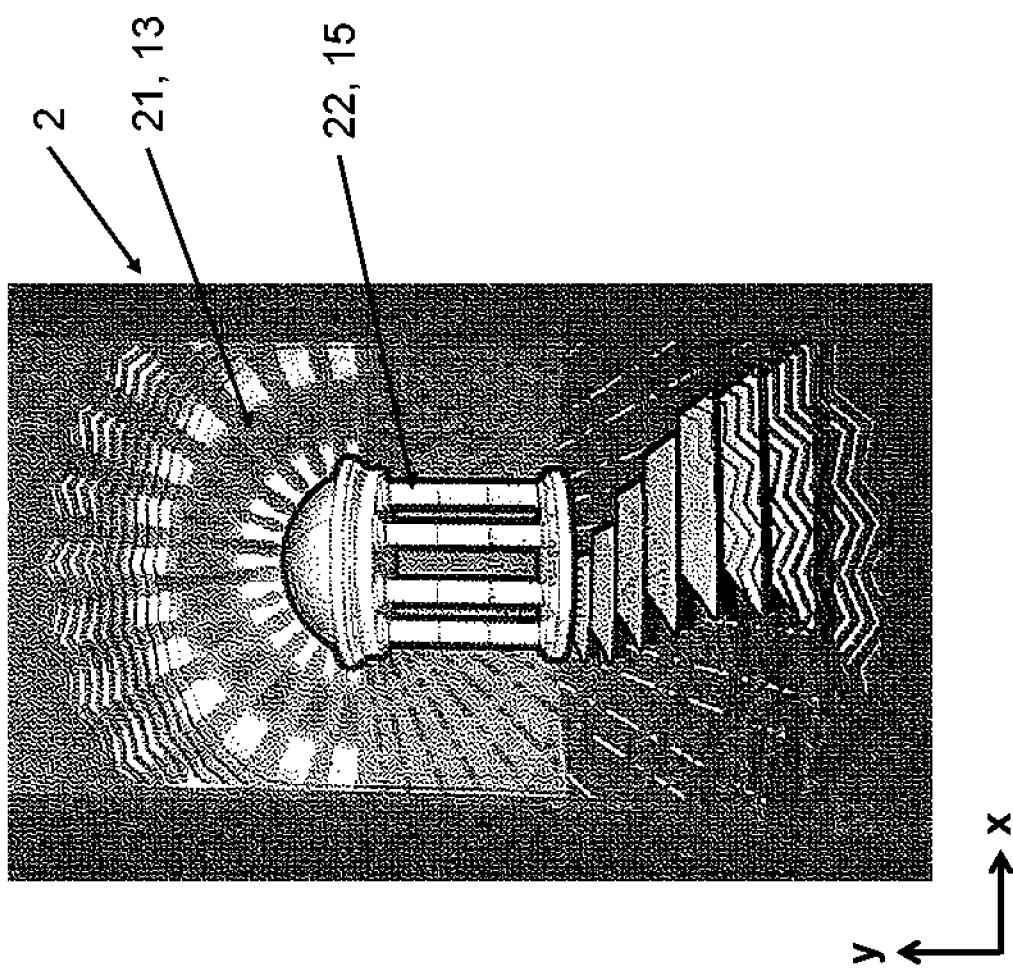


Fig. 7b

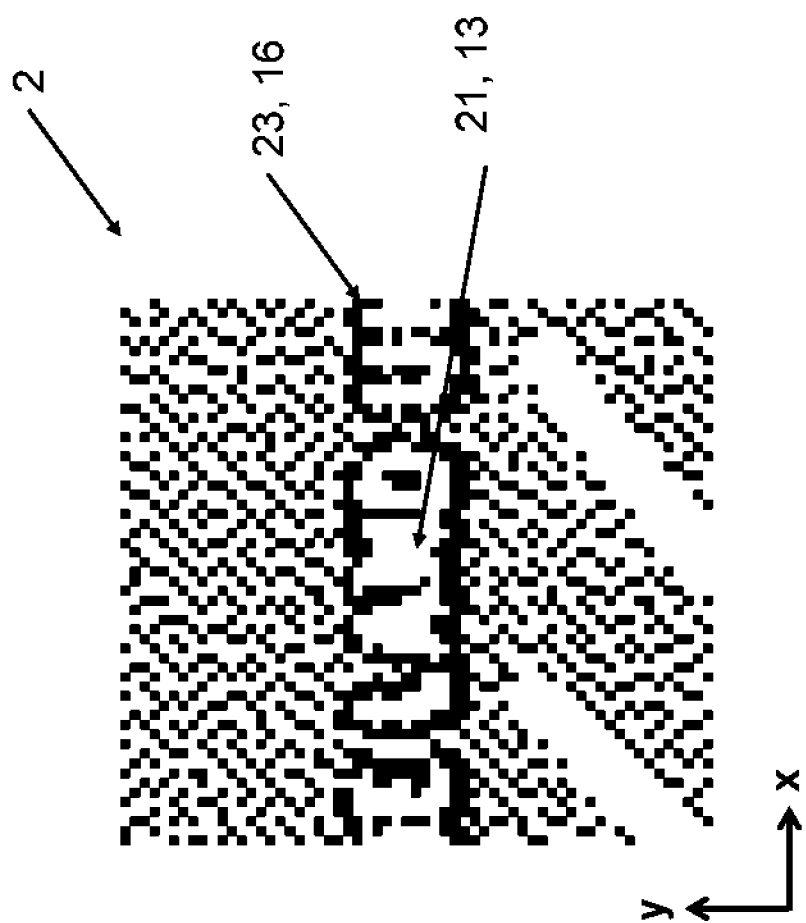
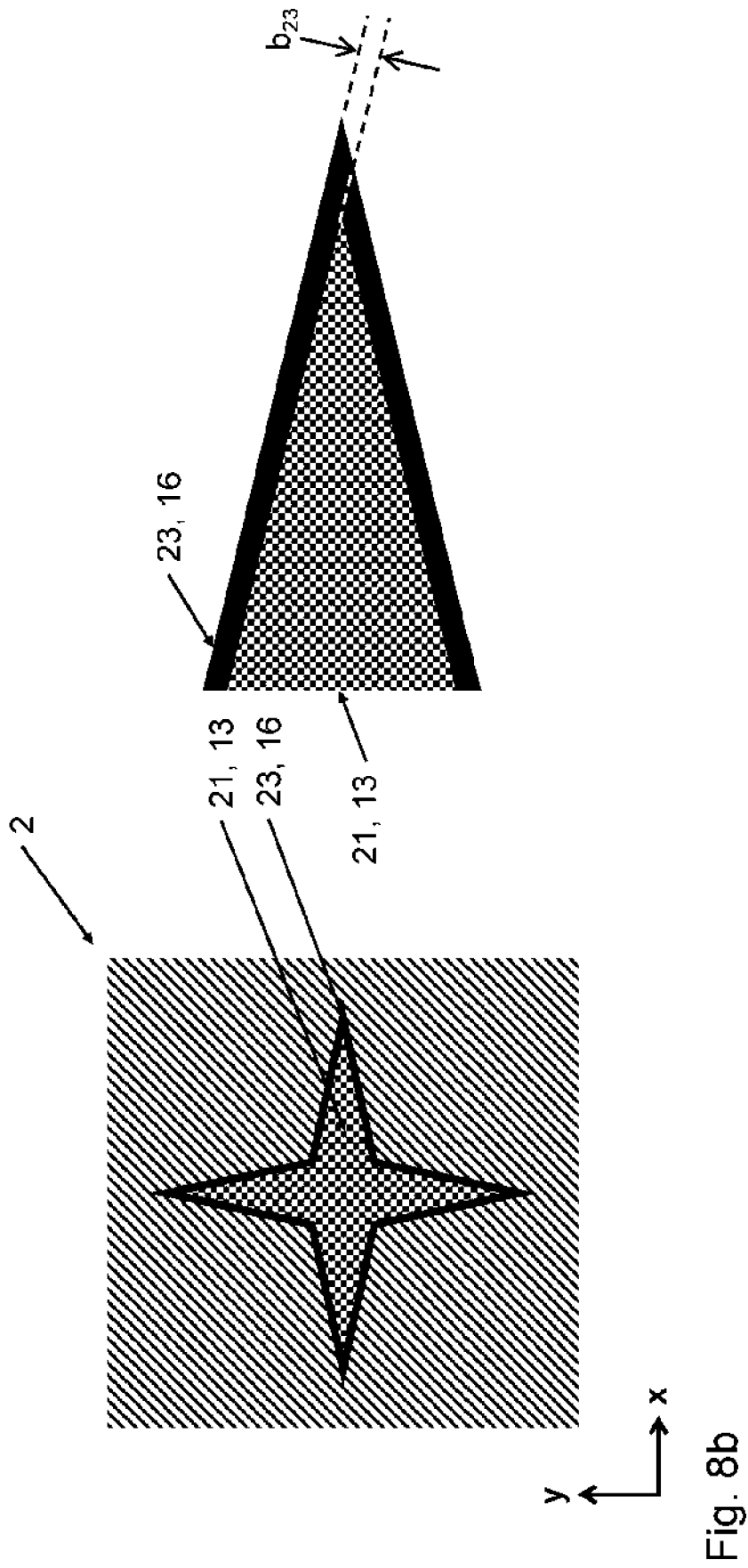


Fig. 8a



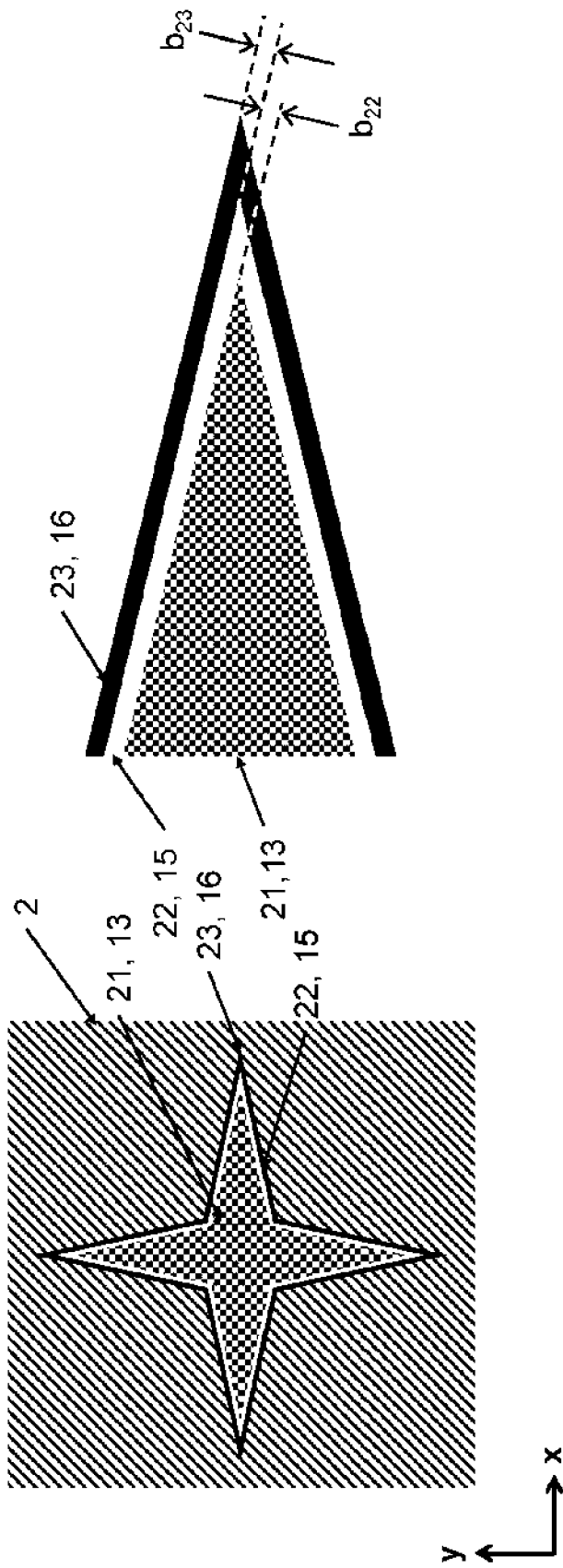


Fig. 8c

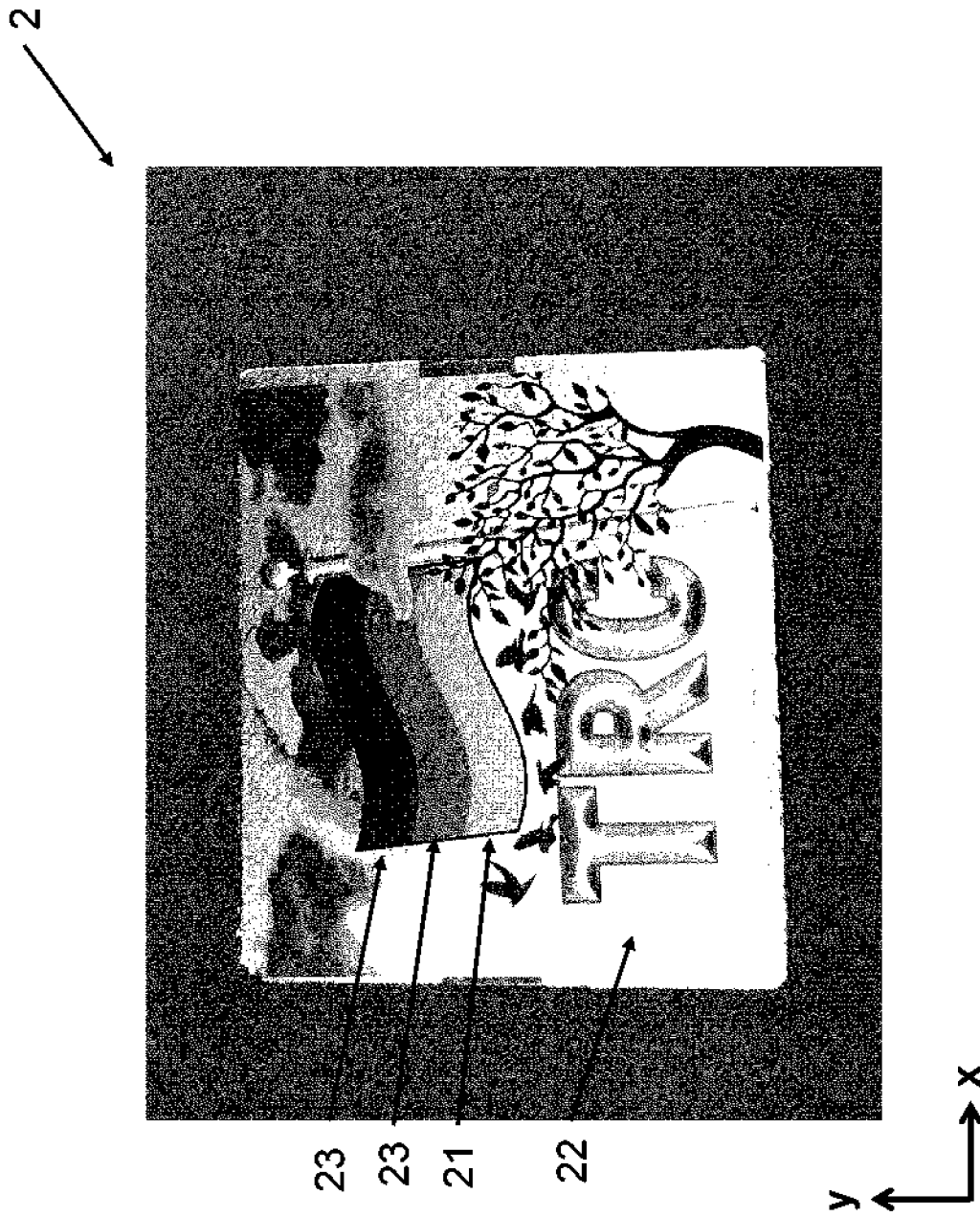


Fig. 9

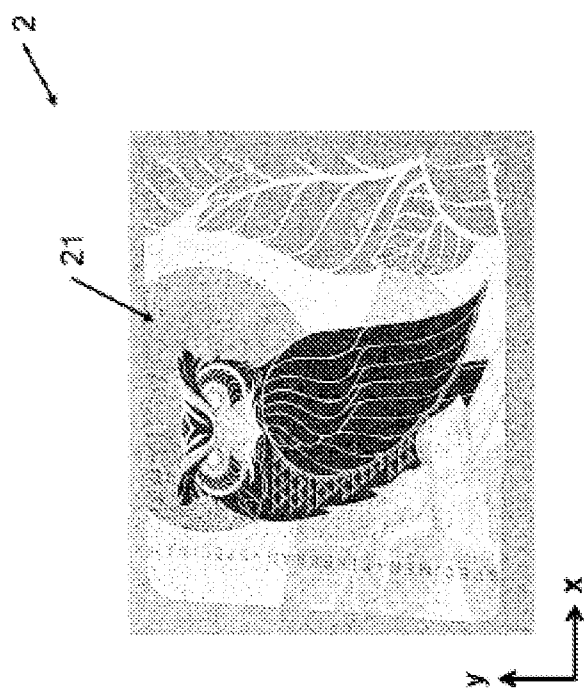
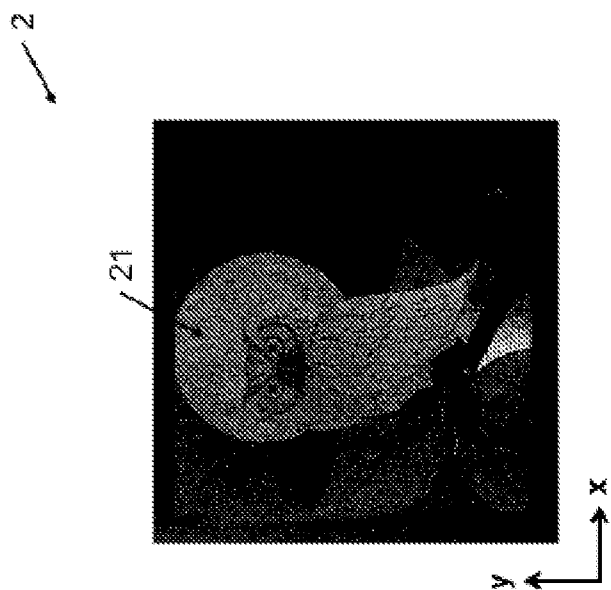


Fig. 10

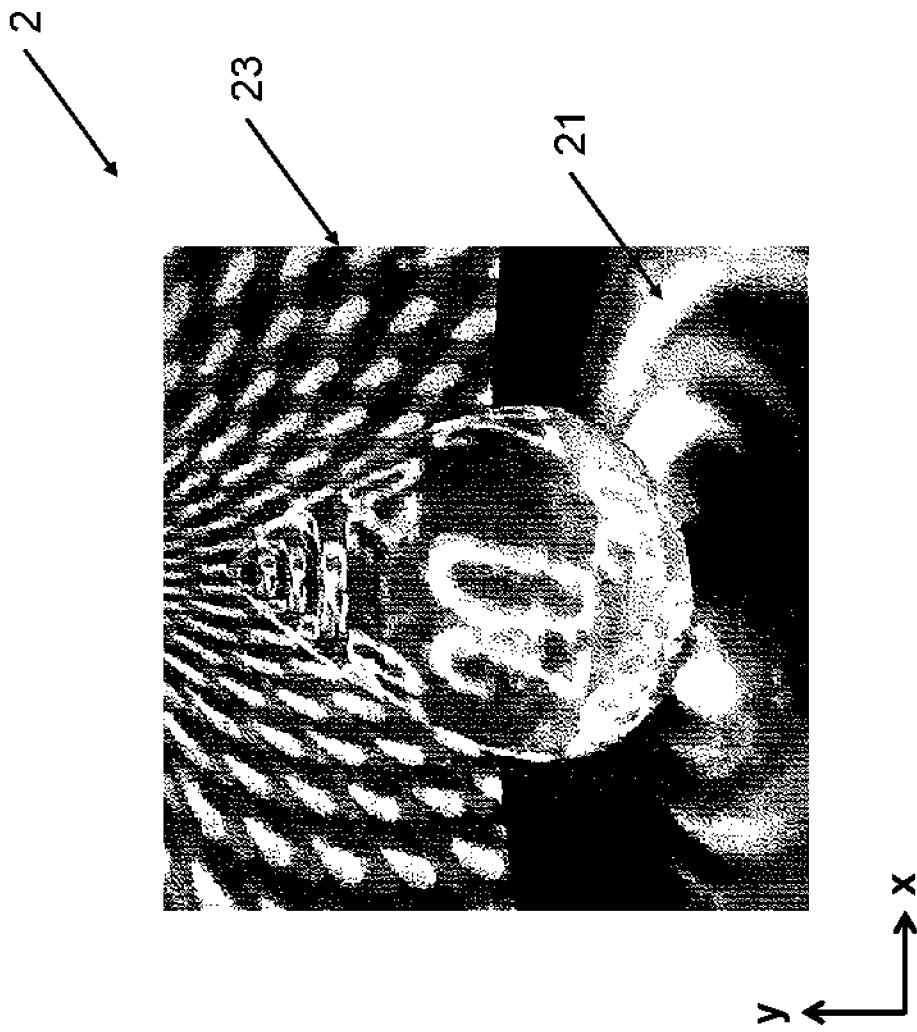


Fig. 11a

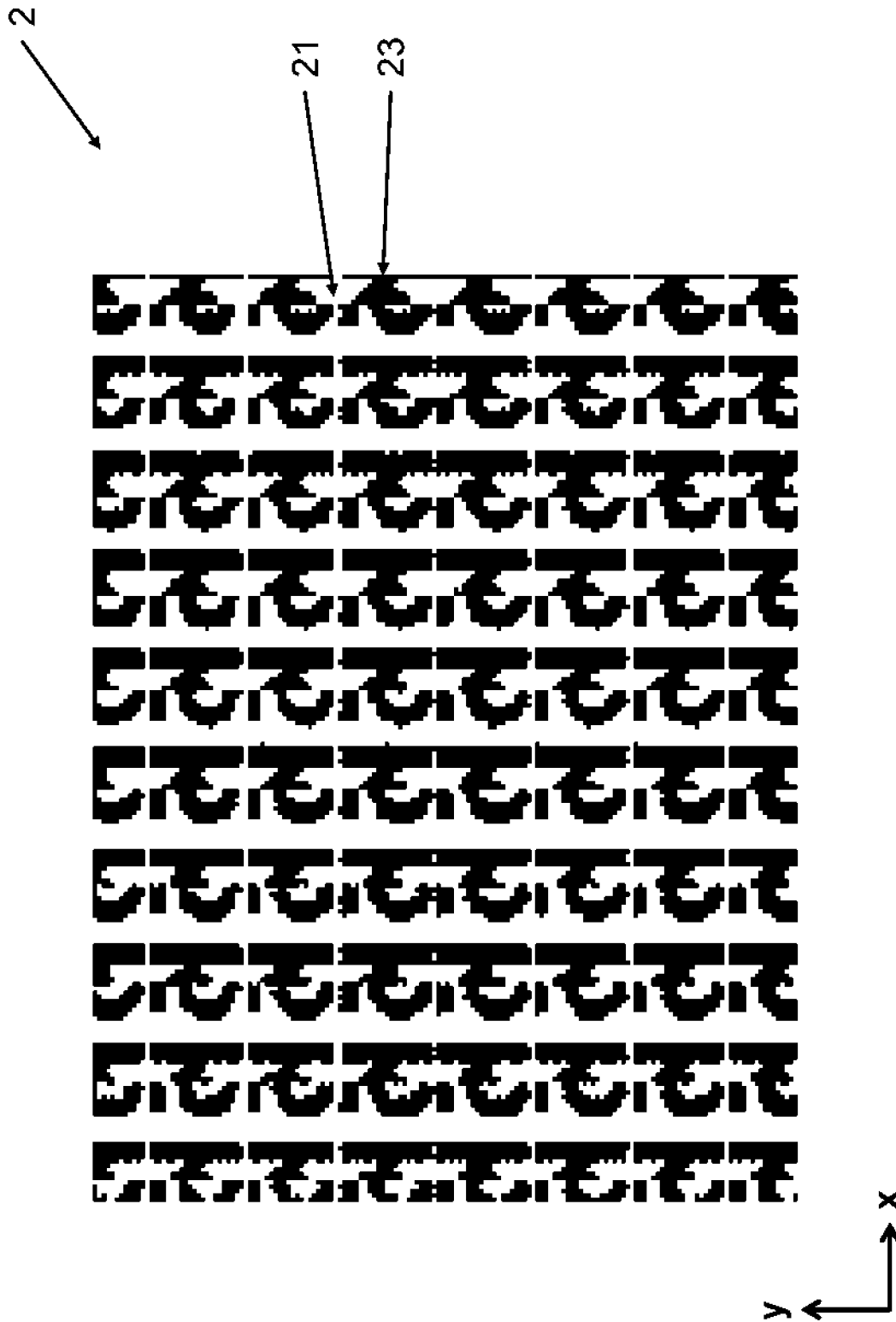


Fig. 11b

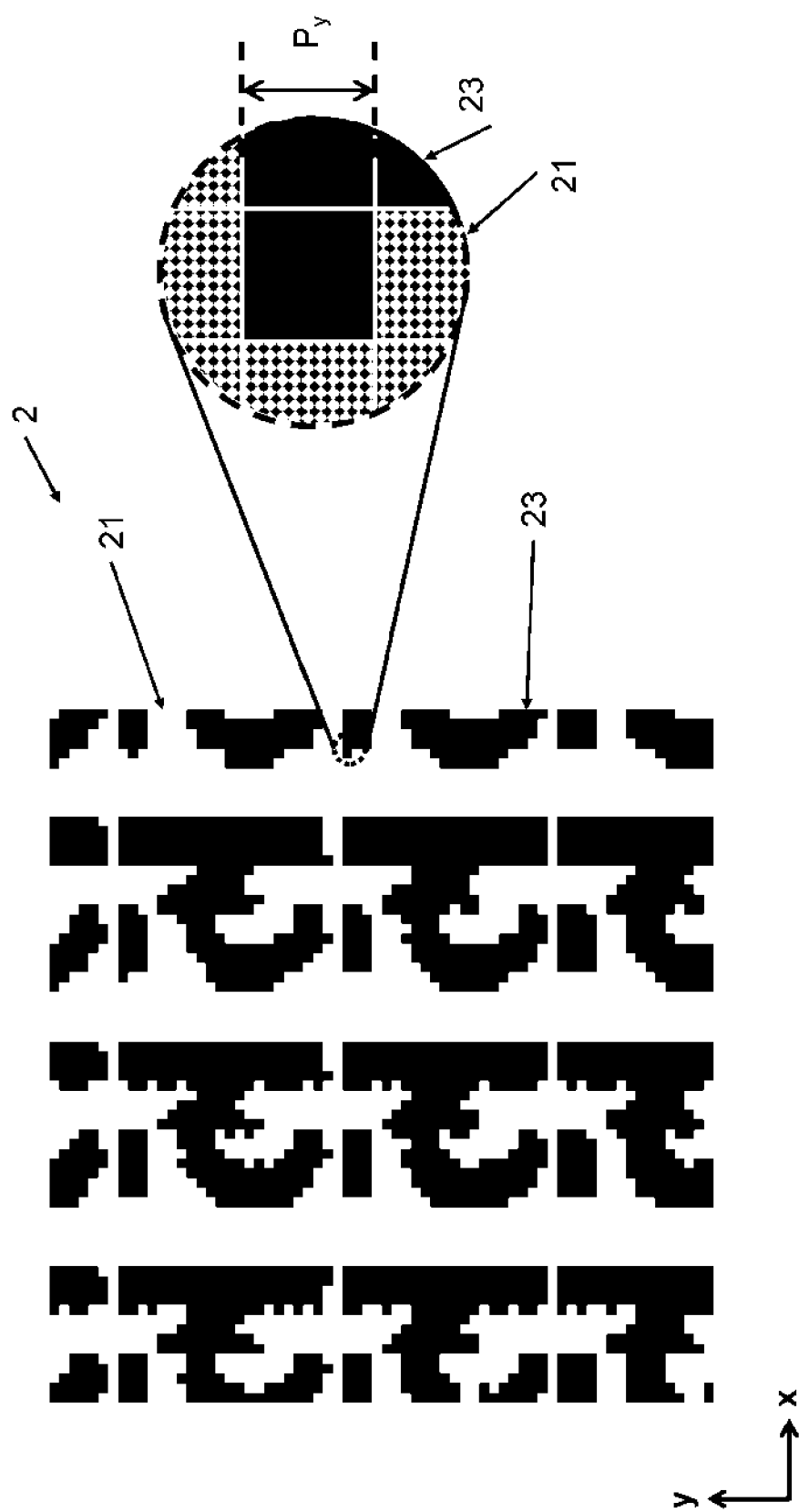


Fig. 11c

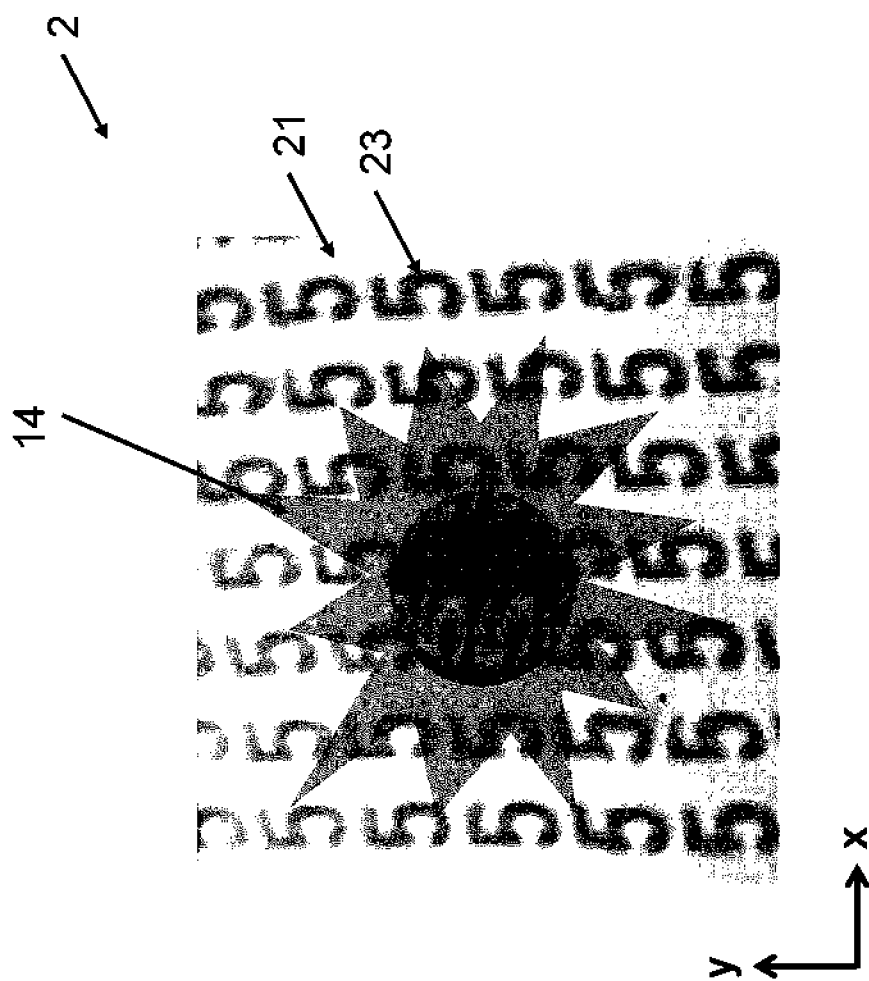


Fig. 12

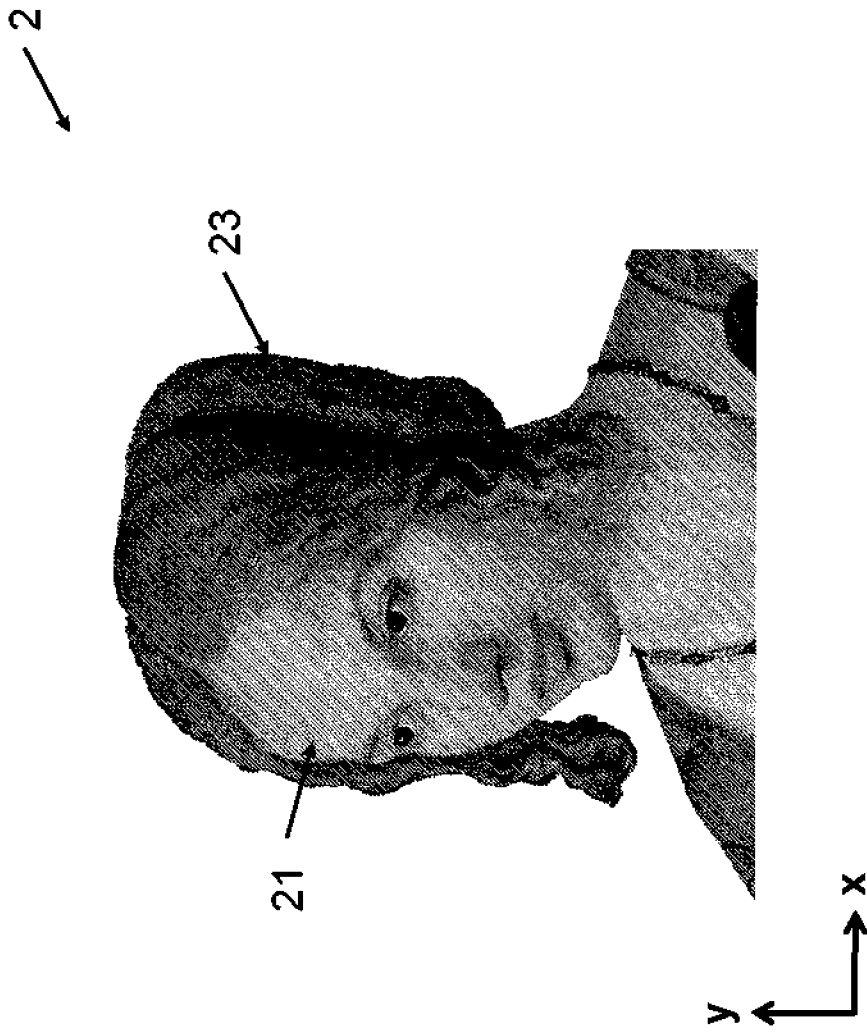


Fig. 13

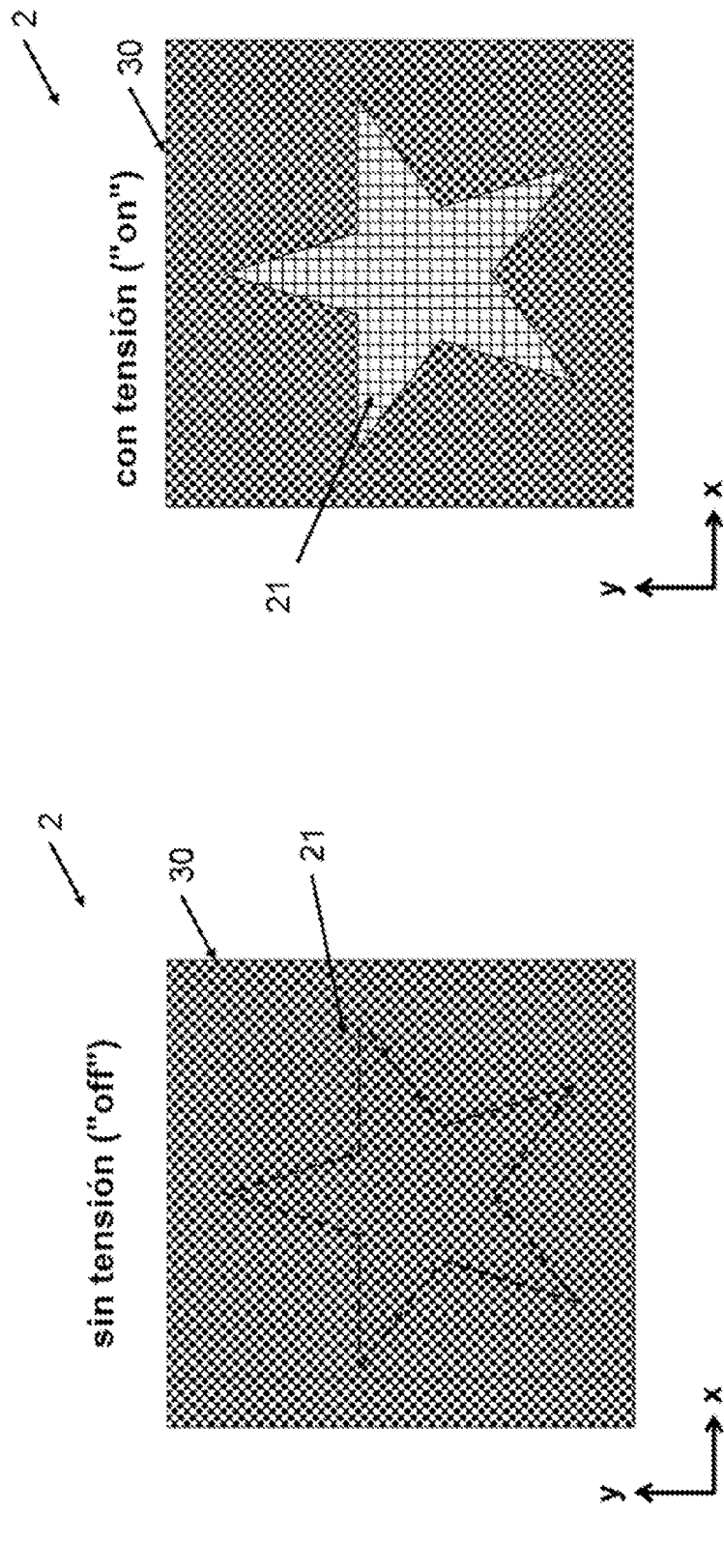


Fig. 14

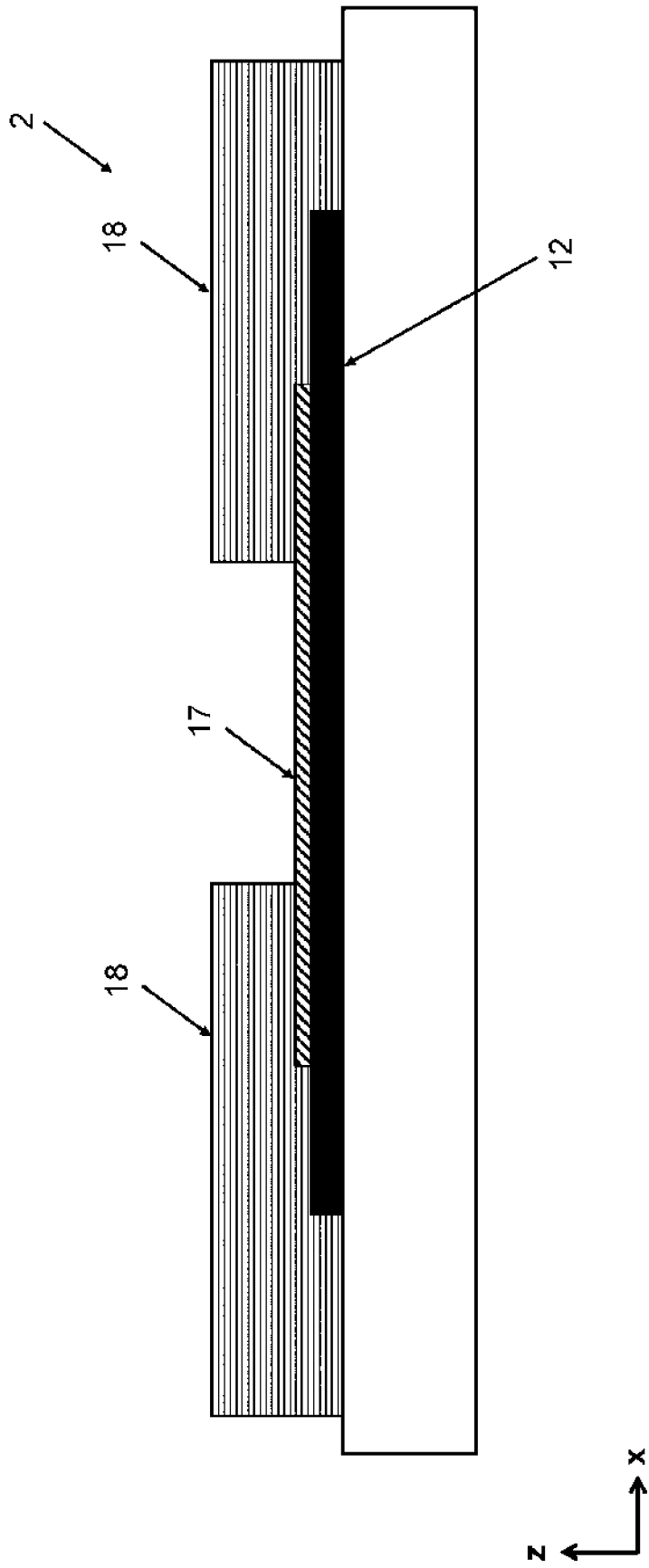


Fig. 15a

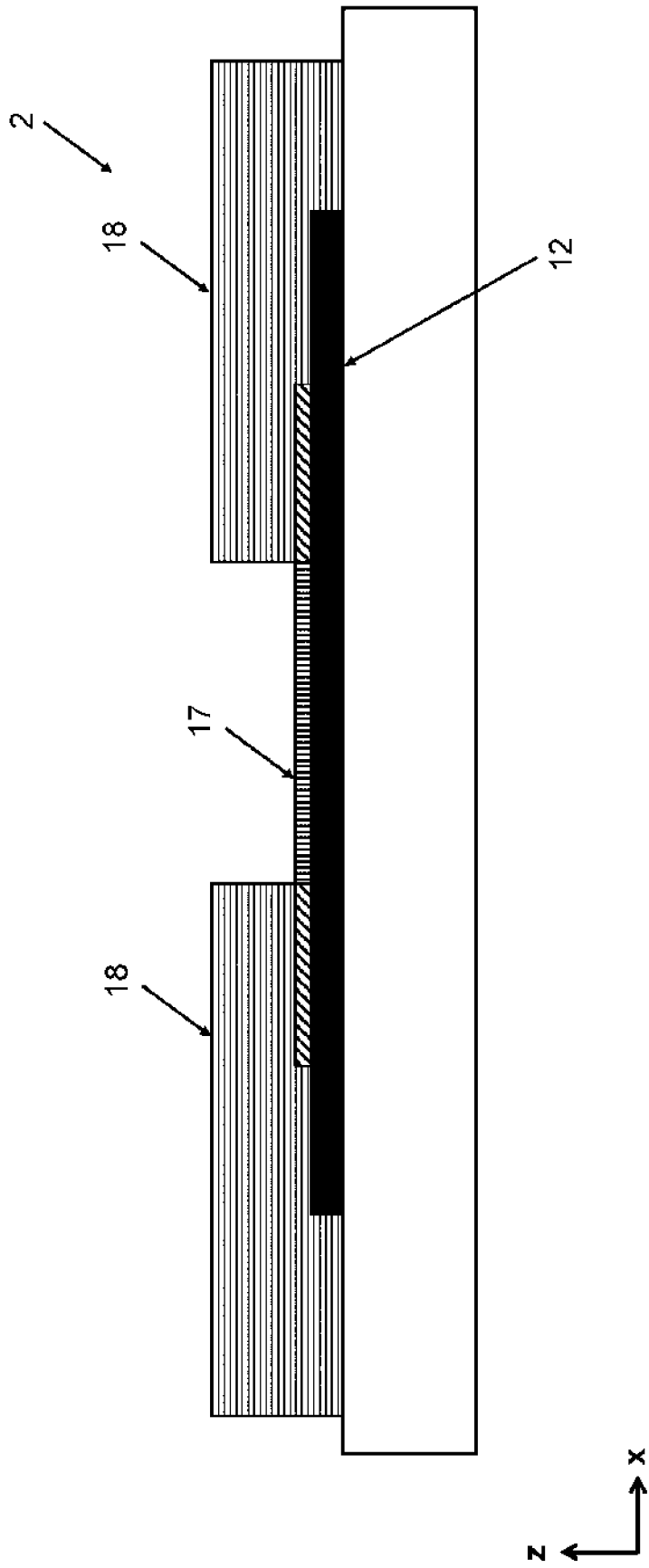


Fig. 15b

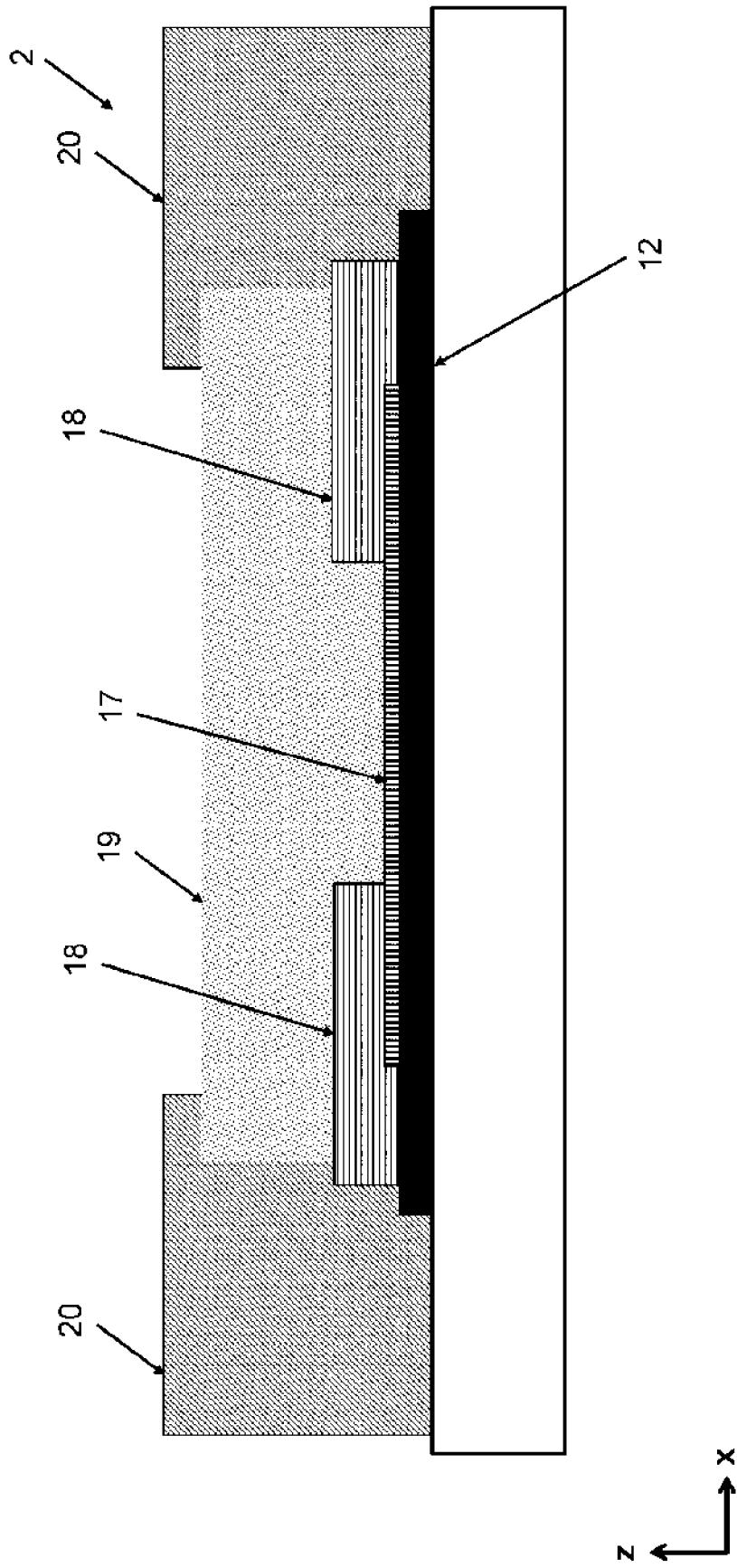


Fig. 15c

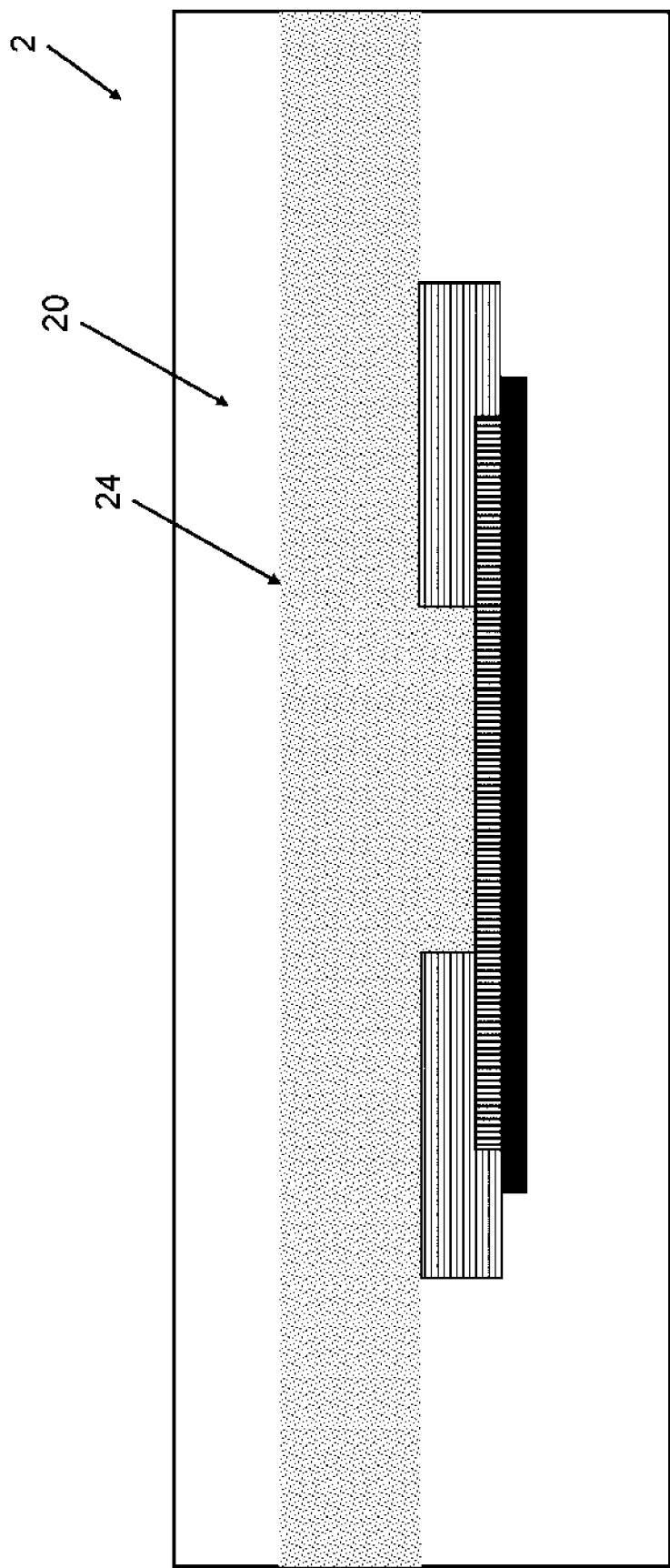


Fig. 15d

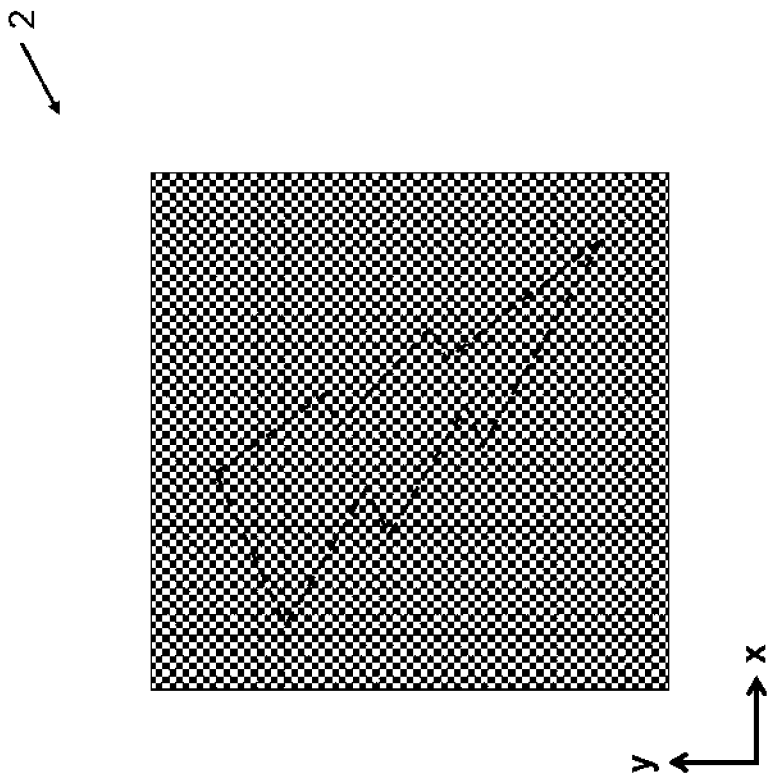
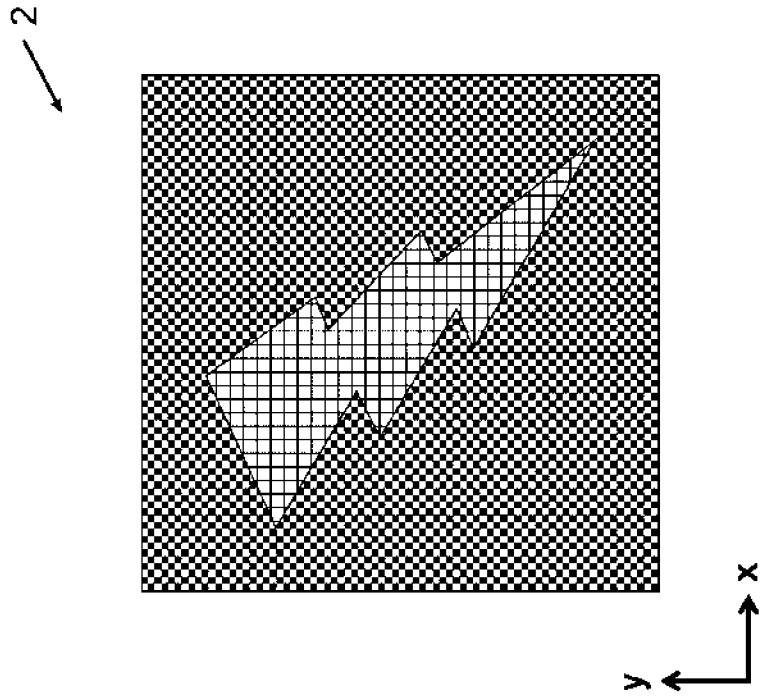


Fig. 15e

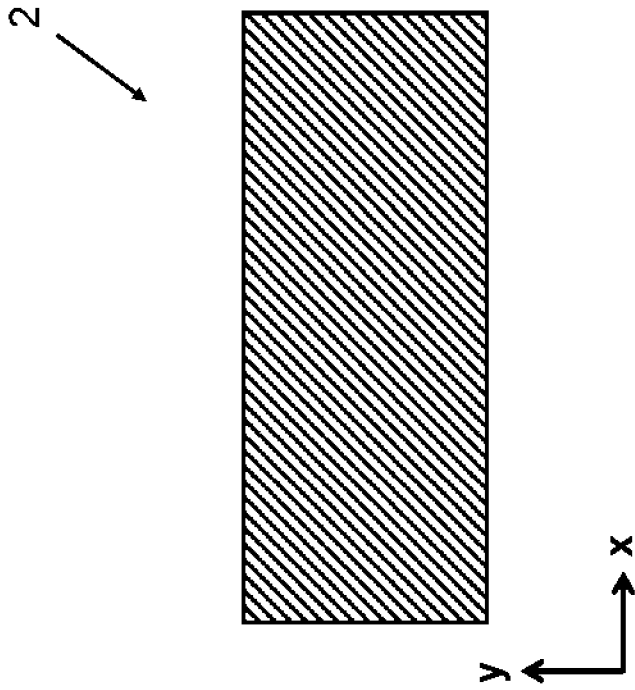


Fig. 16

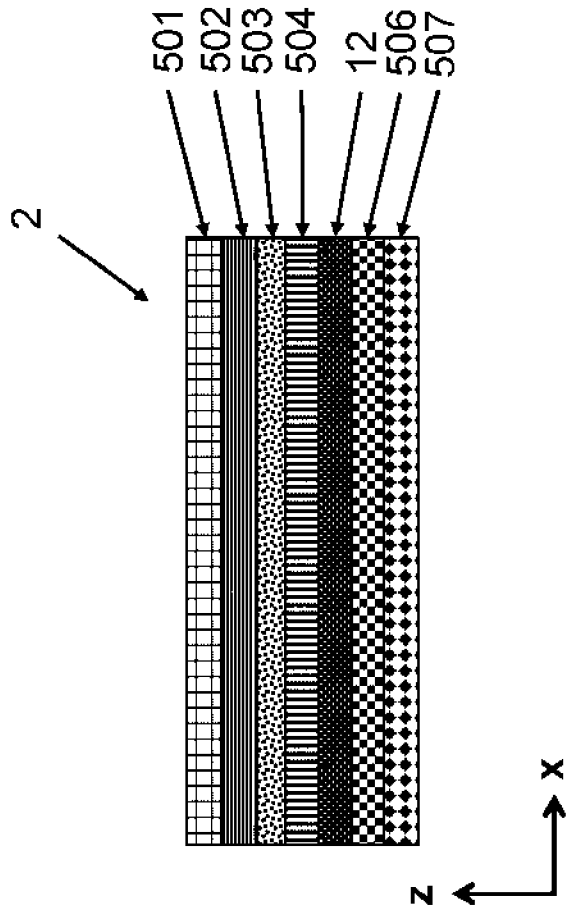


Fig. 17

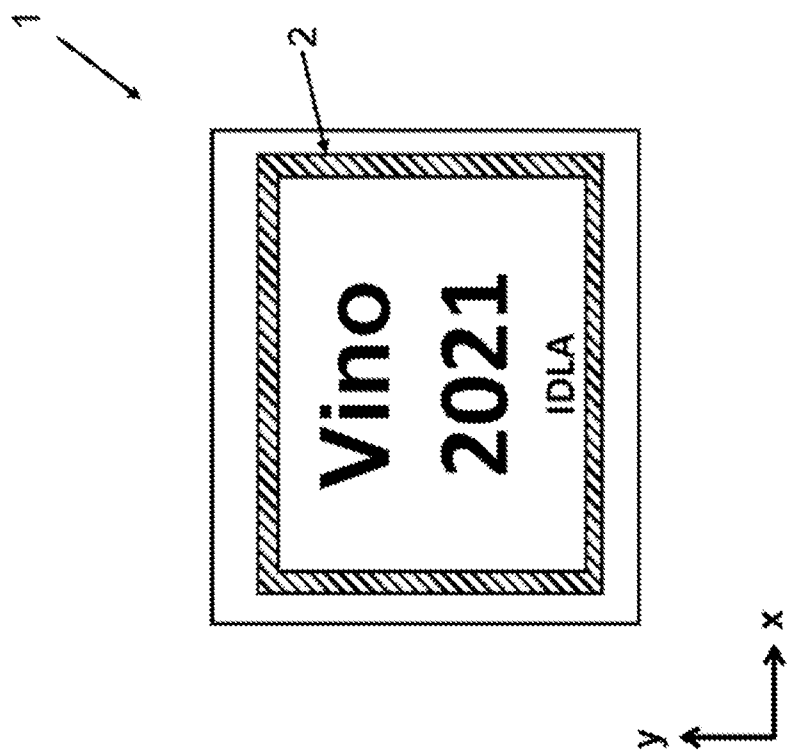


Fig. 18

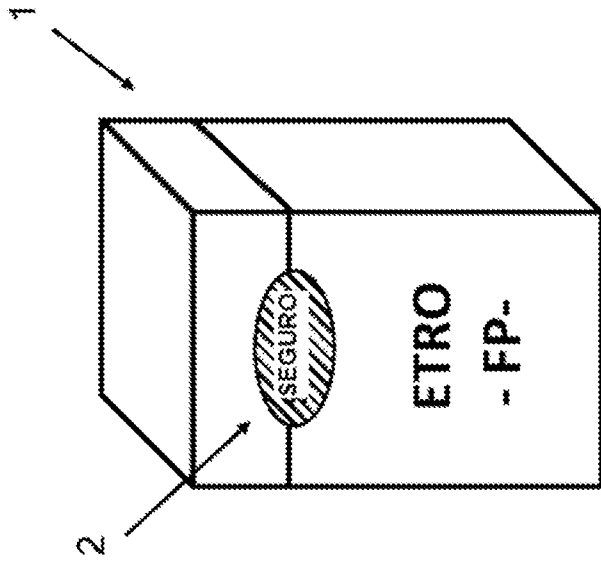


Fig. 20

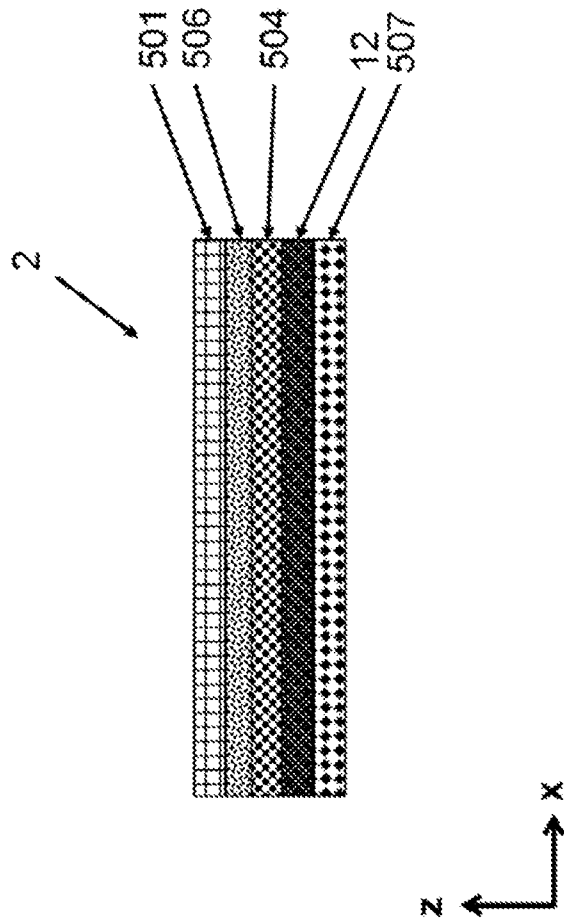


Fig. 19