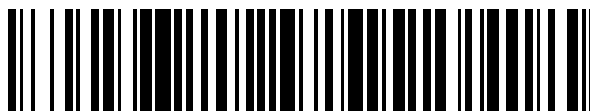


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 050**

51 Int. Cl.:

B42D 15/00 (2006.01)

G02B 5/18 (2006.01)

G03H 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.06.2013 PCT/EP2013/063195**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2014 WO14001283**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.06.2013 E 13731331 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018 EP 2864130**

54 Título: **Elemento decorativo, así como documento de seguridad con un elemento decorativo**

30 Prioridad:

26.06.2012 DE 102012105571

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

08.11.2018

73 Titular/es:

**OVD KINEGRAM AG (100.0%)
Zählerweg 12
6301 Zug, CH**

72 Inventor/es:

**SCHILLING, ANDREAS;
MADER, SEBASTIAN;
STAUB, RENÉ;
TOMPKIN, WAYNE ROBERT y
WALTER, HARALD**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 689 050 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 decorativo, así como documento de seguridad con un elemento decorativo

- 5 **[0001]** La invención se refiere a un elemento decorativo, en particular en forma de una lámina de transferencia, de una película laminada o de un hilo de seguridad, así como a un documento de seguridad y a un procedimiento para producir un elemento decorativo de esa clase.
- 10 **[0002]** Es conocido el hecho de introducir microestructuras en documentos de seguridad, las cuales, en el caso de una inclinación, muestran un gradiente de color en forma de un arco iris. A este respecto los hologramas son los ejemplos más conocidos. El gradiente de color, debido a la difracción de la luz que depende de la longitud de onda, se genera en los primeros y más elevados órdenes de difracción. De este modo, el gradiente de color no puede verse en el orden de difracción cero, por ejemplo al observarse el documento de seguridad en reflexión en el reflejo especular, sino que sólo se vuelve visible en el caso de una inclinación, desde el orden de difracción cero, en
15 un rango angular de inclinación que corresponde a los primeros y más elevados órdenes de difracción.
- [0003]** En la solicitud DE 10 2010 050 031 A1 se describe un elemento de seguridad con un área patrón compuesta por un elemento de diseño, la cual proporciona una información que puede percibirse ópticamente. Un área de segundo plano rodea el área de patrón, donde zonas del área de patrón presentan una capa de reflexión
20 opaca.
- [0004]** En la solicitud EP 2 264 491 A1 se describe un método para producir una rejilla de difracción de orden cero, compuesta por tres capas, mediante un procedimiento de revestimiento líquido, donde la capa central presenta un material con un índice de refracción más elevado que las capas circundantes.
25
- [0005]** En la solicitud DE 10 2011 014 114 B3 se describe un cuerpo de múltiples capas, en cuya superficie está moldeada una pluralidad de superficies facetadas, las cuales presentan dimensiones de entre 1 mm y 300 mm, donde uno o varios de los parámetros de las superficies facetadas varía de forma pseudoaleatoria, y sobre cada una de las superficies facetadas está aplicada una capa reflectante.
30
- [0006]** La solicitud EP 2 077 459 A1 hace referencia a una pantalla que presenta dos áreas con diferentes estructuras de difracción. La primera área se forma a través de una estructura de superficie que corresponde a una cuadrícula de líneas. La segunda área se forma a través de una estructura que se caracteriza por un período más reducido en comparación con la primera área, y que se forma a través de cavidades o proyecciones.
35
- [0007]** En la solicitud WO2007/131375 A1 se describe el preámbulo de la reivindicación 1 y se describe un elemento que presenta al menos un área de superficie con una microestructura de relieve de superficie (12) ópticamente activa, donde la microestructura de relieve de superficie presenta una modulación de superficies desde transiciones de áreas superiores (13) hacia áreas inferiores (14), así como desde áreas inferiores (14) hacia áreas
40 superiores (13).
- [0008]** El objeto de la invención consiste en indicar un elemento decorativo, así como un procedimiento para producir un elemento decorativo, el cual se caracterice por efectos de color evidentes.
- 45 **[0009]** Dicho objeto se soluciona a través de un elemento decorativo según la reivindicación 1.
- [0010]** Dicho objeto se soluciona además a través de un procedimiento para producir un elemento decorativo según la reivindicación 7.
- 50 **[0011]** La microestructura preferentemente está revestida con una capa que intensifica la reflexión, en particular está revestida con una capa de metal o de un material altamente refractivo, por ejemplo con aluminio o sulfuro de cinc (ZnS).
- [0012]** En este caso, altamente refractivo significa un material con un índice de refracción en el rango
55 espectral visible (usualmente en el caso de una longitud de onda de aproximadamente 635nm), de más de 1,7. Ejemplos de primeros materiales de esa clase, altamente refractivos, se indican en la Tabla 1. Los valores numéricos son solamente valores orientativos generales, ya que el índice de refracción de una capa, el cual se encuentra presente en concreto, depende de muchos parámetros, como la estructura del cristal, la porosidad, etc.

Tabla 1:

Material	Fórmula molecular	Índice de refracción n
Sulfuro de plomo	PbS	4,33
Teluro de cinc	ZnTe	3,04
Carburo de silicio	SiC	2,64
Óxido de hierro	Fe ₂ O ₃	2,92
Titanato de bario	BaTiO ₃	2,41
Dióxido de titanio (el índice de refracción depende de la estructura del cristal)	TiO ₂	> 2,4
Sulfuro de cinc	ZnS	2,35
Óxido de niobio	Nd ₂ O ₅	2,32
Óxido de circonio	ZrO ₂	2,21
Pentóxido de tantalio	Ta ₂ O ₅	2,2
Óxido de cinc	ZnO	2,1
Nitruro de silicio	Si ₃ O ₄	2,02
Óxido de indio	In ₂ O ₃	2,0
Monóxido de silicio	SiO	1,97
Óxido de hafnio	HfO ₂	1,91
Óxido de itrio	Y ₂ O ₃	1,9
Oxinitruro de aluminio	AlON	1,79
Óxido de magnesio	MgO	1,74

- 5 **[0013]** A través de la selección del tipo de microestructura puede regularse si el primer color se genera en el primer orden de difracción o en un orden de difracción más elevado, o en la luz dispersa. Las microestructuras periódicas o al menos localmente periódicas generan el primer color en el primer orden de difracción o en un orden de difracción más elevado. Las microestructuras dispuestas de forma aleatoria generan el primer color en la luz dispersa.
- 10 **[0014]** En la descripción teórica y la comprensión práctica de la interacción de microestructuras difractivas (por ejemplo redes de difracción o microestructuras de dispersión), las cuales pueden combinarse también adicionalmente con un sistema de capas de película delgada, con luz, se plantea la cuestión de una descripción teórica o fenomenológica adecuada. Las interacciones de las microestructuras de esa clase se describen completamente, de un modo exacto, a través de la teoría electromagnética en forma de ecuaciones de Maxwell y de las condiciones de contorno correspondientes, es decir que cuando los respectivos sistemas son suficientemente conocidos pueden calcularse eficiencias de difracción, frentes de ondas, distribuciones del campo magnético o de intensidad. Ese procedimiento exacto, sin embargo, usualmente no contribuye demasiado a la comprensión, por lo cual con frecuencia se utilizan adicionalmente descripciones fenomenológicas dentro de modelos determinados. En particular pueden mencionarse: el Principio de Propagación de Huygens (el cual lleva el nombre del físico holandés Christiaan Huygens) y la Interferencia de Fresnel (el cual lleva el nombre del físico francés Augustin-Jean Fresnel). La difracción de rejilla que se presenta en microestructuras periódicas es un tipo de difracción especial y, fenomenológicamente, puede entenderse como una combinación de la Propagación de Huygens y la Interferencia de Fresnel.
- 25 **[0015]** A través de la selección correspondiente de la primera distancia, de este modo, a través de interferencia constructiva o destructiva de la luz reflectada en superficies de elemento y superficies base contiguas o bien a través de la luz transmitida a través de superficies de elemento o superficies base contiguas, es posible generar un efecto de color que puede ser percibido por el observador humano.
- 30 **[0016]** Preferentemente, la primera distancia se selecciona de modo que a través de interferencia de la luz reflectada en la superficie base y en las superficies de elemento, en el orden de difracción cero, por luz incidente, y/o a través de interferencia de la luz transmitida a través de las superficies de elemento y de la superficie base, por luz transmitida, en el orden de difracción cero, se genera un color, en particular se genera el primer color o el segundo color.
- 35 **[0017]** La luz que, proviniendo desde la superficie base, alcanza el ojo de un observador, atraviesa una

longitud del camino óptico diferente, en comparación con luz que proviene de los elementos de superficie. La relación de la superficie de los elementos base en comparación con la superficie de la superficie base determina la eficiencia con la cual los haces de luz interfieren con las diferentes longitudes del camino óptico. Con ello, esa relación determina también la intensidad del color o bien de la impresión del color.

5

[0018] El orden de difracción cero corresponde a la reflexión directa o bien a la transmisión directa. La reflexión directa se muestra por ejemplo en el reflejo especular de una fuente de luz.

[0019] Además, de manera llamativa, se ha observado que la coloración de la luz difractada o bien reflejada en el orden de difracción cero y/o de la luz difractada o dispersada se influencia en alto grado, en particular se genera un segundo color en el orden de difracción cero, y/o se genera un primer color en la luz dispersa, o en el primer orden de difracción o en un orden de difracción más elevada. Debido a ello es posible poner a disposición elementos decorativos con efectos de color evidentes, los cuales se caracterizan además por una elevada seguridad contra falsificaciones.

15

[0020] Preferentemente, para alcanzar el respectivo primer color deseado durante la observación, la primera distancia se regula en el primer orden de difracción o en un orden de difracción más elevado, o en la luz dispersa. Preferentemente, en este caso, la primera distancia para efectos en reflexión se selecciona entre 150 nm y 1000 nm, y de modo aún más preferente entre 200 nm y 600 nm. Para efectos en luz transmitida, la primera distancia se selecciona preferentemente entre 300 nm y 4000 nm, y de modo aún más preferente entre 400 nm y 2000 nm. La distancia que debe regularse depende en este caso del índice de refracción del material que se encuentra entre los dos planos.

20

[0021] Para lograr una impresión de color uniforme se necesita una buena uniformidad de la altura de la estructura, así como de la distancia. Preferentemente, esa distancia varía en un rango con una impresión de color uniforme de menos que +/- 50 nm, de modo aún más preferente de menos que +/- 20 nm, de modo aún más preferente de menos que +/-10 nm. La superficie base y los elementos de superficie, de manera preferente, están dispuestos de forma paralela uno con respecto a otro, de modo que la primera distancia o bien la segunda, la tercera o la cuarta distancia, no varían en más que +/-10 nm, de forma preferente menos que +/- 50 nm, de forma aún más preferente menos que +/- 20 nm, de modo aún más preferente menos que +/- 10 nm, en particular en la primera área.

30

[0022] Preferentemente, los elementos base se conforman y se disponen de modo tal en la primera área, de modo que a través de los elementos base la luz incidente se desvía a través de dispersión y/o a través de reflexión desde el orden de difracción cero, de modo que en el caso de al menos una observación que difiere del orden de difracción cero, se genera un primer color distinto del segundo color, en particular un color complementario con respecto al segundo color. El elemento de seguridad, de este modo, presenta en el orden cero una segunda impresión de color y/o efecto de color al inclinarse el elemento de seguridad. Al mismo tiempo, el elemento de seguridad, en el caso de una observación que difiere levemente del orden cero, presenta una primera impresión de color claramente visible y/o efecto de color al inclinarse el elemento de seguridad. En muchos casos, esa segunda impresión de color es el color complementario con respecto a la primera impresión de color, como se explica más adelante en detalle.

35

[0023] Se denomina color complementario a aquél que, mezclado con el color original, produce un tono gris (neutral). Un par de colores puede percibirse como complementario en cuanto al aspecto psicológico, relacionado con los colores, aun cuando éste no lo sea en cuanto al aspecto físico-técnico (por ejemplo en valores RGB, R=rojo, G= verde, B=azul). En este documento, complementario se refiere al aspecto psicológico, relacionado con los colores.

45

[0024] Como color se entiende además preferentemente una modificación del espectro de la luz incidente o transmitida en el rango de longitud de onda, por ejemplo una impresión de color roja o azul en el caso de una fuente de luz blanca.

50

[0025] La impresión de color deseada, relevante para el efecto visual, la cual salta más a la vista, es preferentemente la primera impresión de color.

55

[0026] A través de la selección antes descrita de la forma de relieve de los elementos base y la combinación de los elementos base con una superficie base distanciada conforme a la primera distancia, la impresión de color de la microestructura se regula en el primer orden de difracción o en el orden de difracción más elevado, o bien en la

luz dispersa. A través de la selección correspondiente de las dimensiones de superficie de la proyección de los elementos base sobre el plano base y de la separación de las microestructuras, tal como se explica en detalle a continuación mediante varios ejemplos de realización, se provoca que, adicionalmente con respecto al efecto de color en el primer orden de difracción o bien en la luz dispersa, en el caso del orden de difracción cero, se genere una impresión de color visible para el observador humano, diferente de ello, en particular una impresión de color complementaria. El efecto óptico así producido se diferencia claramente de los efectos de color conocidos que se generan por ejemplo desde estructuras de difracción con efectos de arco iris y, en particular también debido a su cambio de color evidente, se adapta especialmente como característica de seguridad, por ejemplo para la utilización en documentos ID o documentos de valor.

10

[0027] La conformación y la disposición de los elementos base influencia la división de la luz en el orden de difracción cero, así como en la luz dispersa o bien en el primer orden de difracción o un orden de difracción más elevado. Preferentemente, los elementos base están conformados y dispuestos en la primera área de modo tal, que al menos 10 % de la luz incidente, de modo aún más preferente entre 20% y 90% de la luz incidente y de modo aún más preferente entre 30% y 70% de la luz incidente, se desvía desde el orden de difracción cero, en particular a través de dispersión, difracción o refracción. A través de una conformación y una disposición de esa clase de los elementos base se alcanza un cambio de color especialmente evidente entre la impresión de color que se muestra en el orden de difracción cero y la impresión de color que se muestra en el caso de una observación que difiere del orden de difracción cero.

20

[0028] Se ha observado además que las impresiones de color antes descritas se presentan de forma especialmente intensa cuando al menos una extensión lateral de las proyecciones de los elementos base se ubica entre 0,25 y 50 μm , preferentemente entre 0,4 μm y 20 μm y de modo aún más preferente entre 0,75 μm y 10 μm , en particular cuando todas las extensiones laterales de la proyección de cada elemento base sobre ese plano base cumple con esa condición.

25

[0029] Como la proyección de un elemento base sobre el plano base debe entenderse aquí la superficie ocupada por el elemento base, la cual resulta en el caso de una observación del elemento base perpendicularmente con respecto al plano base.

30

[0030] Se considera ventajoso además seleccionar la distancia mínima de elementos base contiguos no superior a 500 μm , en particular entre 0,2 μm y 300 μm , de modo aún más preferente entre 0,4 μm y 50 μm . Se ha observado que en el caso de una selección de esa clase de ese parámetro las impresiones de color antes descritas se presentan con especial intensidad.

35

[0031] Como la separación de elementos base contiguos debe entenderse aquí la distancia de elementos base contiguos en el plano base, es decir la separación de las proyecciones de elementos base contiguos sobre el plano base. De este modo, la distancia mínima de elementos base contiguos representa la separación mínima de la proyección de elementos base contiguos sobre el plano base, es decir, la separación mínima de elementos base contiguos que resulta en el caso de una vista superior de forma perpendicular con respecto al plano base.

40

[0032] De acuerdo con la invención, la ocupación media de la superficie del plano base con los elementos base en la primera área o en una subárea de la primera área se selecciona entre 30 % y 70 %, de modo aún más preferente entre 40 % y 60 % y de forma especialmente preferente aproximadamente en 50 %. Se ha observado que las impresiones de color antes descritas se presentan con especial intensidad en el caso de una selección de esa clase de la ocupación de la superficie.

45

[0033] Como la ocupación media del plano base con los elementos base debe entenderse aquí la parte de superficie de las proyecciones de los elementos base sobre el plano base, en la superficie total de la respectiva área.

50

[0034] El flanco de la microestructura, preferentemente, está definido como la superficie cuya altura es al menos 10% de la altura del nivel más elevada (separación de la superficie de elemento contigua desde la superficie base contigua en una dirección que se extiende perpendicularmente con respecto al plano base) que la superficie base contigua y al menos 10 % de la altura del nivel más profunda que la superficie de elemento contigua.

55

[0035] En el caso de una estructura bidimensional del período p y de una superficie Δf del flanco, proyectada sobre el plano base, la parte de superficie del flanco proyectada sobre el plano base es

$$100\% \cdot 2 \cdot \frac{\Delta f}{p}$$

- [0036]** Esa parte de superficie de los flancos, de manera preferente, es menor que 50%, de modo más preferente menor que 40%, de modo aún más preferente menor que 30% y de forma especialmente preferente menor que 20%. Además, la parte de superficie del flanco, preferentemente, es mayor que 1%, de modo aún más preferente mayor que 3%. Se ha observado que un aumento de la parte de superficie de los flancos conduce a una reducción de la eficiencia y que los colores se tornan además más pasteles, por tanto menos puros o bien contienen blanco.
- 10 **[0037]** Para que la parte de superficie de los flancos sea menor que XX %, el ángulo medio del flanco y debe cumplir con la siguiente condición:

$$\gamma \geq \arctan \left[\frac{h}{(100\% - 2 \cdot 10\%) \cdot XX\% \cdot p} \right]$$

- 15 **[0038]** Si la parte de superficie de los flancos de una estructura de 0,5 μm de alto debe ascender por ejemplo a menos del 20 %, entonces el ángulo del flanco, en el caso de una estructura con período 1 μm debe ser mayor que 72°, en el caso de una estructura con período 2 μm mayor que 57° y, en el caso de una estructura con período 5 μm, mayor que 32°.
- 20 **[0039]** El ángulo del flanco, de los flancos de los elementos base, preferentemente, puede seleccionarse mayor que 70 grados, de forma más preferente mayor que 80 grados y de forma especialmente preferente puede seleccionarse de aproximadamente 90 grados. Como el ángulo del flanco debe entenderse preferentemente el ángulo comprendido por el flanco del elemento base con el plano base, referido al área del plano base orientada hacia el elemento base.
- 25 **[0040]** La forma de la proyección del elemento base sobre el plano base, preferentemente, se selecciona desde las siguientes formas: círculo, elipse, cuadrado, rectángulo, hexágono, polígono, signos, letras, símbolo o microtexto. Preferentemente, la proyección de uno o de varios de los elementos base sobre el plano base está conformada respectivamente en forma de un símbolo, de una letra o de un microtexto. Debido a ello, una
- 30 información óptica, oculta para el ojo humano sin la utilización de un medio auxiliar, se proporciona como característica de seguridad adicional. Los elementos base, como se describe a continuación, son pseudoaleatorios de forma no acorde a la invención, periódicamente según la invención y preferentemente isotropos, o de forma no acorde a la invención de forma no periódica, pero dispuestos siguiendo una función predefinida. Según un ejemplo de realización preferente, los elementos base están conformados y dispuestos en la primera área de modo tal, que
- 35 los mismos dispersan la luz incidente en al menos una dirección, preferentemente en un rango angular de dispersión de entre 45 grados y 5 grados, de forma aún más preferente de entre 30 grados y 10 grados, para dispersar el orden de difracción cero. De manera llamativa se ha observado que aparentemente debido a la conservación de la energía, la luz dispersa generada de ese modo por la microestructura muestra un color que se diferencia del color generado en el orden de difracción cero, en particular muestra un color complementario con respecto a ello. El color
- 40 complementario se produce en particular cuando la microestructura está revestida de un material neutral en cuanto al color, el cual intensifica la reflexión (por ejemplo aluminio o ZnS). Los materiales que reflejan con color, como por ejemplo el cobre, conducen a combinaciones de color no complementarias. Como rango angular de dispersión se entiende en este caso el rango angular alrededor del orden de difracción cero, en donde la luz incidente en reflexión o transmisión, a través de dispersión, se desvía desde el orden de difracción cero. En el caso de un rango angular
- 45 de dispersión de 30 grados, la luz incidente se desvía de este modo en un rango angular de 30 grados positivos hasta 30 grados negativos, alrededor del orden de difracción cero, a través de dispersión, y en el caso de un rango angular de 10 grados, la luz incidente se desvía en un rango angular de entre 10 grados negativos y 10 grados positivos, desde el orden de difracción cero, a través de dispersión. De forma no acorde con la invención, para alcanzar dicho efecto, la conformación y/o el posicionamiento de los elementos base varían de forma
- 50 pseudoaleatoria en la primera área o en al menos una primera subárea de la primera área. Se ha observado que a través de una conformación o disposición de esa clase de los elementos base puede alcanzarse un efecto de dispersión correspondiente, en donde el color generado en el orden de difracción cero, en transmisión o en reflexión, se diferencia del color de la luz dispersa generada en reflexión o transmisión. Además, la disposición pseudoaleatoria suprime o reduce efectos difractivos no deseados, de modo que pueden proporcionarse cambios de
- 55 color especialmente evidentes. De forma no acorde con la invención, en la primera área o en al menos una primera

subárea de la primera área, para ello, uno o varios de los parámetros: posicionamiento del elemento base, separación del elemento base del siguiente elemento base contiguo, forma y/o tamaño de la superficie de la proyección del elemento base sobre el plano base, cantidad de los niveles verticales del elemento base y dirección preferente de la proyección del elemento base sobre el plano base de los elementos base dispuestos en la primera
 5 área o bien en al menos una primera subárea, varían de forma pseudoaleatoria dentro de un rango de variación predefinido respectivamente para la primera área, así como para la respectiva primera subárea. Se considera ventajoso que los parámetros no puedan asumir todos los valores posibles, sino solamente valores desde un rango de variación más limitado, predefinido. Además, ha dado buenos resultados que los rangos de variación predefinidos comprendan respectivamente un conjunto de valores predefinidos, preferentemente que comprendan entre 5 y 20
 10 valores. De este modo, pueden seleccionarse de forma pseudoaleatoria no todos los valores numéricos comprendidos por el rango de variación, sino solamente los valores predefinidos para el respectivo rango de variación.

[0041] Además, es posible que todos los valores del rango de variación se seleccionen de forma
 15 pseudoaleatoria con la misma probabilidad. No obstante, también es posible y preferente que los valores del rango de variación se seleccionen de forma pseudoaleatoria con una probabilidad según una función, en particular una función gaussiana o una función gaussiana inversa. Se ha observado que a través de una selección de esa clase puede mejorarse aún más la claridad de la impresión de color.

[0042] Preferentemente, los rangos de variación para los parámetros antes descritos se seleccionan del
 20 siguiente modo: Rango de variación para el parámetro posicionamiento del elemento base: desviación de +/- 0,5 μm a +/-30 μm y otros +/-1 μm a +/- 10 μm desde la respectiva posición de regulación.

[0043] Rango de variación para el parámetro separación de los elementos base desde el siguiente elemento
 25 base contiguo: 0,2 μm a 500 μm , de forma aún más preferente 0,4 μm a 50 μm y de forma aún más preferente 0,5 μm a 10 μm .

[0044] Rango de variación del parámetro forma de la proyección del elemento base sobre el plano base:
 30 Selección a partir de una gran cantidad de formas predefinidas, por ejemplo letras, diferentes símbolos, o por ejemplo un círculo, un cuadrado o un rectángulo. La disposición de las diferentes formas puede tener lugar de forma aleatoria, pero también puede estar presente una agrupación local de las distintas formas.

[0045] Rango de variación del parámetro tamaño de la superficie de la proyección del elemento base sobre el
 35 plano base: variación de al menos una dimensión lateral de la proyección del elemento base sobre los planos base en un rango de variación de 0,5 μm a 30 μm y de forma aún más preferente de 1 μm a 10 μm .

[0046] Rango de variación del parámetro dirección preferente lateral de la proyección del elemento base
 40 sobre el plano base: rango angular de + 180 grados a - 180 grados, rango angular de + 90 grados a - 90 grados, rango angular de +30 grados a - 30 grados.

[0047] Además, se considera ventajoso que para cada uno de los elementos base dispuestos en la primera
 área o en la primera subárea esté definida una posición angular del respectivo elemento base en el plano base a través de una cuadrícula bidimensional, extendida desde el eje de coordenadas x y el eje de coordenadas y.

[0048] Además, se considera ventajoso variar de forma pseudoaleatoria el parámetro "posicionamiento del
 45 elemento base" según el siguiente principio: La posición de los elementos base en la primera área o en la primera subárea se determina por consiguiente a través de un desplazamiento pseudoaleatorio del elemento base desde la respectiva posición de regulación en el sentido de la dirección determinada por el eje de coordenadas x y/o por el eje de coordenadas y. Preferentemente, la posición de regulación se refiere al centroide de la proyección del respectivo
 50 elemento base sobre el plano base.

[0049] Además, también es posible variar de forma pseudoaleatoria el parámetro "posicionamiento del
 elemento base" a través de cualquier otra disposición pseudoaleatoria de los elementos base.

[0050] El rango de variación del desplazamiento aleatorio desde la posición de regulación se ubica
 55 preferentemente entre + D/2 y - D/2, donde D es la dimensión de la proyección del elemento base sobre el plano base en la dirección del eje de coordenadas x o bien del eje de coordenadas y. La anchura de la trama de la cuadrícula se selecciona preferentemente entre 0,5 μm y 100 μm , de modo aún más preferente entre 1,5 μm y 20 μm .

[0051] Según otro ejemplo de realización preferente, los parámetros que varían de forma pseudoaleatoria en una primera, de las primeras subáreas y en una segunda, de las primeras subáreas, se seleccionan diferentes y/o al menos un rango de variación de los parámetros variados está seleccionado diferente en una primera, de las primeras subáreas, y en una segunda, de las primeras subáreas. A través de la variación diferente de los parámetros que varían de forma pseudoaleatoria, y/o de los diferentes rangos de variación, puede provocarse una dispersión diferente de la luz en la primera, de las primeras subáreas, y en la segunda de las segundas subáreas, de modo que a través de una desalineación angular desde el orden de difracción cero en la primera, de las primeras subáreas, y en la segunda, de las segundas subáreas, se generan diferentes efectos de color, de modo que esas áreas pueden ser diferenciadas. La diferente variación de los parámetros, sin embargo, también puede estar seleccionada de modo que a través de una desalineación angular desde el orden de difracción cero en la primera, de las primeras subáreas, y en la segunda, de las segundas subáreas, pueden generarse efectos de color que parecen iguales para el ojo humano, pero en el microscopio pueden identificarse las diferencias. Por ejemplo, un texto o un patrón pueden estar conformados a través de las subáreas, lo cual puede verse en el microscopio. Esto puede utilizarse como característica oculta. Preferentemente, la forma de la proyección de los elementos base sobre la superficie base se diferencia de dos o varios elementos base en la primera área o en la primera subárea.

[0052] Preferentemente, uno o varios de los elementos base está diseñado como elemento base simétrico. Como elementos base simétricos se entienden aquí elementos base en los cuales la proyección de los elementos base sobre el plano base posee una forma simétrica, es decir, elementos base que son simétricos con respecto al diseño de su proyección. Ejemplos de ello son círculos, cuadrados, triángulos equiláteros, etc.

[0053] Se considera ventajoso además que uno o varios elementos base sean elementos base asimétricos o anisótropos. Como elementos base asimétricos o anisótropos se entienden elementos base en los cuales la proyección del elemento base sobre el plano base presenta una forma asimétrica con una dimensión lateral en una dirección preferente que es más grande que la dimensión lateral de la proyección de forma transversal con respecto a la dirección preferente. Como elementos base asimétricos o anisótropos se entienden de este modo elementos base con un diseño asimétrico de la proyección del elemento base sobre el plano base. Son ejemplos de ello elipses, rectángulos o triángulos isósceles.

[0054] Preferentemente, la dimensión lateral de la proyección en la dirección preferente es más de 2 veces más grande, preferentemente más de 5 veces más grande que de forma transversal con respecto a la dirección preferente.

[0055] A través de la utilización de elementos base asimétricos o anisótropos es posible alcanzar un rango angular de dispersión que depende de la iluminación y de la observación. Entre otras cosas, el rango angular de dispersión depende del respectivo tamaño de la estructura de elemento base en la dirección de iluminación/ de observación. Esto conduce al hecho de que la impresión de color de la luz dispersa se modifica en el caso de una rotación del elemento de seguridad en el plano base, manteniéndose el ángulo de observación. Por ejemplo, la luz dispersa, en el caso de una observación en el plano extendido desde los ejes de coordenadas x y z, puede parecer de color cian o bien en azul claro o turquesa, y en el caso de la rotación en el plano base, hacia los planos y/z, puede modificarse en una luz azulada oscura o bien en una impresión de color gris oscura. A través del comportamiento de dispersión diferente de los elementos base asimétricos en la dirección preferente y de forma transversal con respecto a la dirección preferente, se provoca finalmente que la impresión de color, en particular la claridad o bien la intensidad el color, en el caso de una rotación del elemento decorativo, se modifique alrededor de un eje que se sitúa perpendicularmente con respecto al plano base. Según un ejemplo de realización preferente de la invención, en la primera área o en una subárea de la primera área, los elementos base son elementos base asimétricos que presentan la misma dirección preferente. En la primera área o en esa subárea aparece el efecto de color antes descrito.

[0056] Según otro ejemplo de realización no indicado en las reivindicaciones, en la primera área o en una subárea de la primera área, los elementos base son elementos base asimétricos, cuya dirección preferente varía de forma pseudoaleatoria en un rango de variación predefinido. A través de una realización de esa clase, por una parte, puede alcanzarse un aumento del rango angular de dispersión y, dependiendo de la selección del rango de variación, en un ángulo determinado, puede observarse el efecto de color antes descrito. El rango de variación se forma preferentemente desde un rango angular de 180 grados positivos hasta 180 grados negativos, así como de 90 grados negativos hasta 90 grados negativos, para lograr el primer efecto antes descrito, y desde un rango angular de menos de 90 grados positivos hasta 90 grados negativos, por ejemplo de 30 grados positivos hasta 30 grados negativos, para lograr el segundo efecto antes descrito.

[0057] Según otro ejemplo de realización preferente, en la primera área o en la primera subárea de la primera área se proporcionan una o varias primeras celdas y/o una o varias segundas celdas. Los elementos base dispuestos en las primeras y en las segundas celdas están diseñados como elementos base asimétricos. Los elementos base asimétricos de las primeras celdas presentan en este caso una primera dirección preferente uniforme y los elementos base asimétricos de las segundas celdas presentan una segunda dirección preferente uniforme. La primera y la segunda dirección preferente están seleccionadas diferentes y, de manera preferente, se diferencian en al menos 5 grados, de modo aún más preferente en al menos 10 grados. En el caso de una rotación del elemento decorativo alrededor de un eje que se sitúa de forma vertical sobre el plano base se genera el efecto ya descrito más arriba, en las primeras y en las segundas celdas. Si las primeras y las segundas celdas, en cuanto a su dimensión, se seleccionan en el rango macroscópico, es decir que las dimensiones laterales de las primeras y las segundas celdas, paralelamente con respecto al plano base, se seleccionan más grandes que 300 μm , entonces en el caso de una rotación del elemento decorativo alrededor de un eje que se sitúa perpendicularmente con respecto al plano base, la conformación de las primeras y segundas celdas es visible para el observador (en el caso de una desalineación angular desde el orden cero), de modo que se vuelve visible una información determinada por la conformación de las primeras y las segundas celdas, por ejemplo una denominación. En una forma de realización alternativa con celdas con dimensiones en el rango macroscópico se generan efectos de movimiento en el caso de una rotación, por ejemplo efectos a modo de una barra ondulante. Para generar un efecto "de barra ondulante" es posible por ejemplo ubicar unas junto a otras varias celdas alargadas con los elementos base asimétricos, donde la dirección preferente de los elementos base varía permanentemente de celda a celda, por ejemplo en pasos de 10 grados, preferentemente aumentando en pasos de como máximo 5 grados. El tamaño de las celdas alargadas es por ejemplo de 20 mm en la dirección longitudinal y de 500 μm en la dirección transversal. Si 19 celdas de esa clase se disponen unas junto a otras, donde la dirección preferente de la primera celda es 0 grados, y la dirección preferente de las otras celdas aumenta en pasos de 10 grados, entonces la celda central presenta la dirección preferente de 90 grados y la última celda 180 grados (o bien nuevamente 0 grados). Si se observa ahora un elemento decorativo de una forma de realización de esa clase, en el caso de un ángulo de inclinación fijo adecuado, y después se rota, la claridad de la impresión de color varía como una banda luminosa sobre el elemento decorativo.

[0058] Un efecto "de barra ondulante" es un efecto óptico similar a una lente cilíndrica reflectante. De este modo, las áreas de la lente cilíndrica que reflectan la luz en la dirección de un observador aparecen más claras que las áreas que reflectan la luz en otras direcciones. De este modo, esa función genera un tipo de "banda de luz" que aparentemente se mueve mediante la lente cilíndrica cuando el cuerpo de múltiples capas se ladea en la dirección del ángulo de observación.

[0059] Además, también es posible seleccionar el tamaño de las primeras y las segundas celdas de modo que éstas posean una dimensión lateral de forma paralela con respecto al plano base, de menos de 300 μm , en particular de menos de 100 μm . Debido a ello, para el observador humano, durante la observación sin medios auxiliares, se mezclan el efecto generado por las primeras y por las segundas celdas, de modo que las primeras y las segundas celdas no son diferenciables para éste, y en el caso de una rotación alrededor de un eje que se sitúa verticalmente sobre el plano base, se presenta una impresión de color que resulta de una mezcla de color de los efectos de color generados en las primeras y en las segundas celdas. Debido a ello, durante la rotación, en primer lugar, pueden generarse efectos de color más interesantes. Además, la división en primeras y segundas celdas, no visible para el observador humano, puede servir como característica de seguridad oculta adicional, la cual por ejemplo puede verificarse solamente con la ayuda de un microscopio.

[0060] Asimismo, también es posible que la primera área o la primera subárea de la primera área presente una o varias terceras celdas, y que los elementos base dispuestos en las terceras celdas sean elementos base simétricos. Dependiendo de la selección del tamaño de las terceras celdas, debido al comportamiento de dispersión diferente de las terceras celdas en el caso de una combinación correspondiente con primeras y segundas celdas, los dos efectos antes descritos se complementan para proporcionar otra característica de diseño, mejorando así aún más el atractivo del elemento decorativo. Asimismo, también es posible combinar unos con otros los efectos antes descritos, y proporcionar por ejemplo en una primera de las primeras subáreas primeras, segundas y terceras celdas, las cuales poseen una dimensión de tamaño lateral macroscópico, y en una segunda de las primeras subáreas proporcionar primeras, segundas y terceras celdas que poseen al menos una dimensión lateral paralelamente con respecto al plano base de menos de 300 μm , en particular de menos de 100 μm . Conforme a la invención, en la primera área los elementos base se suceden unos a otros de forma periódica, según otro ejemplo de realización preferente de la invención, en una o varias segundas subáreas de la primera área, los elementos base se suceden unos a otros periódicamente al menos en algunas secciones, en particular con un período de entre 0,75 μm y 10 μm uno con respecto a otro. De este modo, preferentemente, los elementos base están posicionados según

una cuadrícula monodimensional o bidimensional regular.

[0061] Los elementos base, además, en la primera área o en una o en varias segundas subáreas, están realizados preferentemente de forma idéntica y en cuanto a su proyección, presentan en particular una conformación idéntica sobre el plano base. A través de la dirección en la cual los elementos base se suceden unos a otros de forma periódica, el ángulo azimutal de los elementos base se determina en la primera área o bien en la segunda área y a través de la separación de los centroides de la proyección de los elementos base sobre el plano base se determina el período de los elementos base en la primera área o bien en la segunda subárea. La microestructura puede estar estructurada por ejemplo a partir de elementos base en forma de barras, en forma de puntos o en forma de rectángulos (en el caso de una observación de forma perpendicular con respecto al plano base), los cuales pueden estar alineados de forma isotropa o pseudoisotropa, conforme a un ángulo azimutal. Según otro ejemplo de realización preferente es posible además que los elementos base posean una conformación circular, en el caso de una observación perpendicular con respecto al plano base, y constituyan una cuadrícula circular.

[0062] Según un ejemplo de realización preferente, el elemento decorativo presenta una o varias celdas con respectivamente varias segundas subáreas, en donde los elementos base respectivamente se suceden periódicamente unos con respecto a otros. La secuencia de los elementos base en cada una de esas segundas subáreas está definida en este caso a través de los parámetros: ángulo azimutal y/o forma del elemento base y/o frecuencia espacial. Uno o varios de los parámetros ángulo azimutal y/o forma del elemento base y/o frecuencia espacial de las subáreas dispuestas en la celda, se encuentran variados desde segundas subáreas a segundas subáreas, de forma pseudoaleatoria, dentro de un rango de variación predefinido para la celda.

[0063] Preferentemente, las segundas subáreas presentan respectivamente al menos una dimensión lateral paralelamente con respecto al plano base, de entre 5 μm y 100 μm , preferentemente de entre 10 μm y 50 μm . Preferentemente, las celdas presentan al menos una dimensión lateral paralelamente con respecto al plano base de entre 40 μm y 300 μm , preferentemente de entre 80 μm y μm .

[0064] En las segundas subáreas, la luz se difracta así de modo diferente, en diferentes direcciones. La luz difractada, debido a la conformación especial de la microestructura, no presenta el efecto de color de arco iris típico o lo presenta al menos sólo atenuado en alto grado. La luz difractada, más bien, debido a la conservación de energía, muestra una coloración que presenta mayormente la impresión de color complementaria, en comparación con el haz de luz que se refleja o bien transmite en el orden cero. A través de la conformación especial y el posicionamiento de los elementos base dispuestos en las celdas se provoca además una desviación amplia de luz, de modo correspondiente, desde el orden de difracción cero y, con ello, un efecto similar a la dispersión de la luz antes descrita en los elementos base.

[0065] Preferentemente, el parámetro ángulo azimutal varía en un rango de variación de 180 grados negativos a 180 grados positivos, de 90 grados negativos a 90 grados positivos o de 30 grados negativos a 30 grados positivos, preferentemente en pasos de 15 grados. A través de la selección del rango de variación de 90 grados negativos a 90 grados positivos, a través de las celdas, pueden lograrse efectos similares, tales como se han descrito con respecto a las terceras celdas antes explicadas, a través de la disposición de elementos base simétricos. Si el rango de variación del ángulo azimutal se selecciona menor que 90 grados positivos a 90 grados negativos, a través de las celdas pueden provocarse efectos ópticos similares, tal como se ha descrito anteriormente, mediante microestructuras asimétricas en las primeras y las segundas celdas. Las explicaciones precedentes con respecto a la dimensión del tamaño de las celdas y a la combinación de diferentes celdas, con respecto a las primeras, segundas y terceras celdas, pueden aplicarse igualmente en este ejemplo de realización, de modo que a este respecto se remite a las explicaciones precedentes.

[0066] De manera preferente, un elemento decorativo no indicado en las reivindicaciones, realizado del modo antes presentado, está diseñado como se describe a continuación:

- Lámina para gofrar caliente, metalizada con aproximadamente 30 nm de Al. Las microestructuras preferentemente están incorporadas en polímeros con un índice de refracción n_1 de aproximadamente 1,5

- Estructuras aleatorias circulares con extensión lateral de las proyecciones de los elementos base de 2,5 μm y una primera distancia de 300 nm. La ocupación media de la superficie es 50% y el ángulo del flanco aproximadamente de 90 grados. Estas estructuras conducen por ejemplo a una primera impresión de color violeta en la luz dispersa y una segunda impresión de color verdosa en el orden de difracción cero.

[0067] Según una forma de realización preferente, la disposición de los elementos base y la dimensión de la superficie de la proyección de los respectivos elementos base se determina en la primera área o en la tercera subárea, a través de una función $f(x, y)$ que describe una estructura de difracción binaria, la cual desvía la luz incidente para generar una primera información a través de difracción, preferentemente a través de difracción hacia el primer orden de difracción. Como separación de las superficies de elemento de los elementos base, de la superficie base, se selecciona la primera distancia determinada antes descrita o cuatro veces la primera distancia, y no la altura del relieve que debe preverse "normalmente" para la estructura de difracción binaria, de modo que como segunda información se genera una información de color determinada debido a ello, en la primera área o en la tercera subárea. De este modo, la estructura de difracción binaria se combina con una profundidad de la estructura marcadamente aumentada en comparación con la profundidad de la estructura utilizada usualmente para estructuras de difracción, generándose así una información de color adicional en el primer orden de difracción, así como en el orden de difracción cero, tal como se expuso más arriba.

[0068] La estructura de difracción binaria desvía la luz preferentemente conforme a una superficie de forma libre tridimensional, predefinida, que puede seleccionarse libremente, con uno o varios elementos de forma libre. Los elementos de forma libre preferentemente se seleccionan de: elementos de forma libre en forma de un sector de una superficie de un objeto tridimensional, efecto de aumento a modo de lentes, de reducción o de distorsión en forma de un signo alfanumérico, de una figura geométrica (por ejemplo lente cilíndrica o lente redonda) o de otros elementos de forma libre que generan un objeto, por ejemplo de un logo, de un número o de una letra.

[0069] A través de la dotación de una superficie de forma libre de esa clase, con un color definido, no sólo resulta una coloración simple, sino una interacción visualmente muy atractiva del efecto de color con el efecto espacial de la superficie de forma libre, similar a los efectos de color estructurales que se presentan en la naturaleza, en parte que aparecen como metálicos, en ciertas alas de mariposas (por ejemplo la mariposa morfo azul). Esa interacción de efecto de color y efecto de superficies de forma libre espaciales es muy importante para la percepción visual.

[0070] Además, también es posible lograr los siguientes efectos ventajosos adicionales a través de una modificación correspondiente de una microestructura de esa clase, generada en superficies de forma libre. Se considera ventajoso combinar el efecto de superficies de forma libre con variaciones de color o bien gradientes de color, por ejemplo "de azul a verde". Para lograr ese efecto, tal como se explica más adelante de forma general, la separación de la superficie de elemento, de los elementos base, se selecciona diferente en algunas secciones, del plano base, por ejemplo según el gradiente de color que debe alcanzarse, donde en particular varía también de forma lineal.

[0071] Además es posible superponer el efecto de superficies de forma libre con una información de color, por ejemplo codificando una información adicional en el área del efecto de superficies de forma libre, por ejemplo un "OK" rojo sobre un fondo verde. En una imagen de muestra que, a modo de una muestra, está realizada por ejemplo en forma del "OK", a este respecto, la separación de las superficies de elemento de los elementos base de la superficie base se selecciona diferente con respecto a la separación de las superficies de elemento de los elementos base de la superficie base, en el área del fondo.

[0072] Además, se considera ventajoso que el efecto de superficies de forma libre se presente en diferentes subáreas en diferentes colores, por ejemplo en "azul", "verde" y "rojo", preferentemente también en combinación con un color impreso referenciado, el cual se aplica por ejemplo en impresión offset o impresión en hueco. Para ello, también en las diferentes subáreas la separación de las superficies de elemento de los elementos base, de la superficie base, se selecciona diferente de modo correspondiente. Preferentemente se selecciona una conformación de esa clase de la microestructura también en combinación con colores referenciados, ópticamente variables (OVI, Spark, etc.) De este modo, se considera preferente realizar la disposición de esos colores ópticamente variables en el registro, es decir, de forma precisa en cuanto a la ubicación con respecto a las subáreas. Asimismo, se considera también ventajoso utilizar una disposición de la microestructura de esa clase en combinación con una capa de reflexión metálica, en particular proporcionada sólo en algunas secciones, donde la capa de reflexión preferentemente está dispuesta en el registro, es decir de forma precisa en cuanto a la ubicación con respecto a las subáreas.

[0073] Además, también es posible variar localmente en la distancia entre las superficies de elemento y la superficie base una microestructura que proporciona un efecto de superficies de forma libre espacial, tal como se describe a continuación, por ejemplo para combinar el efecto de superficies de forma libre con una imagen policromática o una imagen de colores auténticos.

[0074] Además, un elemento decorativo con una microestructura que genera un efecto de superficies de forma libre, la cual preferentemente está diseñada del modo antes descrito, se realiza preferentemente del siguiente modo:

5

- Lámina para gofrar caliente, metalizada con Al/Cu/Cr etc., o ZnS o bien materiales alternativos; o también con combinaciones HRI/metall (por ejemplo ZnS/(Al)

- Efecto de superficies de forma libre (efecto de relieve de superficie), es decir estructuras de difracción que simulan una superficie de forma libre macroscópica, en combinación con otros efectos visuales

10 - Efecto de superficies de forma libre (efecto de relieve de superficie), es decir estructuras de difracción que simulan una superficie de forma libre macroscópica, con una estructura de cuadrícula binaria, en donde la periodicidad/orientación varía conforme a una función predeterminada, con el objeto de visualizar un elemento que sobresale espacialmente.

- Separación de las superficies de elemento, de la superficie base, entre 150 nm y 500 nm, recubierta con un material con un índice de refracción entre 1,4 y 1,7.

[0075] Además, se considera ventajoso que la disposición de los elementos base y la dimensión de la superficie de la proyección de los respectivos elementos base se seleccione según una función que resulta de una

20 binarización de una función de un holograma, de un holograma generado por ordenador o de una lente de tipo kinoform, y en donde como separación de las superficies de elemento de los elementos base se selecciona la primera distancia o cuatro veces la primera distancia, del modo antes explicado. También aquí la información de color se determina a través de la primera distancia y el rango del ángulo de visión, en los cuales se presentan esos efectos de color, a través de la desviación de la luz, a través de difracción, determinada por la función. Para la binarización, por ejemplo la función que describe por ejemplo la altura del relieve h en función de las coordenadas x

25 e y , es decir $h = F(x, y)$, se compara con un valor umbral o bien valor límite h_s , y elementos base en los cuales se proporcionan áreas del plano base, en donde $h \geq h_s$. La separación de la superficie de elemento de los elementos base de la superficie base se determina en este caso a través de la primera distancia y no a través de h o de h_s . Un elemento decorativo de esa clase muestra por una parte la primera impresión de color definida a través de la primera distancia en la luz dispersa o bien en la luz difractada según la función de holograma, así como la segunda

30 impresión de color en el orden de difracción cero. Por otra parte, ante todo en el caso de la iluminación con luz altamente orientada, en particular luz láser, muestra adicionalmente una reconstrucción del holograma. De ese modo, una característica de seguridad oculta puede integrarse directamente en la superficie del elemento decorativo que presenta el efecto de color. También es posible seleccionar como holograma la imagen de una superficie homogénea. Esto conduce a una superficie de color homogénea, similar a las estructuras aleatorias. A pesar de ello,

35 la disposición de los elementos base en este caso no es pseudoaleatoria o aleatoria, sino que sigue una función. La superficie de color homogénea puede sobresalir también hacia delante o hacia atrás desde el plano del elemento decorativo, cuando la imagen de la superficie, desde la cual fue calculado el holograma, se ubica delante o detrás del plano del holograma.

40 **[0076]** Según la invención, la microestructura presenta elementos base con diferente separación de la superficie de elemento de la superficie base con respecto a una dirección que se sitúa perpendicularmente con respecto al plano base.

[0077] En una o varias segundas y/o terceras zonas de la primera área, las superficies de elemento de los

45 elementos base y la superficie base están separadas en una dirección que se extienden perpendicularmente con respecto al plano base en la dirección del eje de coordenadas z , con una segunda o bien tercera distancia que se diferencia de la primera distancia y que está seleccionada de modo que en particular a través de interferencia de la luz reflectada en la superficie base y en las superficies de elemento, por luz incidente en el primer orden de difracción, en la luz dispersa, o en el orden de difracción cero y/o en particular a través de interferencia de la luz

50 transmitida a través de las superficies de elemento y la superficie base, por luz transmitida a través de las superficies de elemento y de la superficie base, por luz transmitida, en el primer orden de difracción o en la luz dispersa o en el orden de difracción cero, se genera un tercer o bien un cuarto color en una o en varias segundas o bien terceras zonas que se diferencia del primer color o bien del segundo color. Junto con segundas o terceras zonas de esa clase pueden proporcionarse también otras zonas en las cuales las superficies de elemento de los elementos base

55 están separadas en una dirección que se extiende perpendicularmente con respecto al plano base en la dirección del eje de coordenadas z , con una o varias distancias que se diferencian de la primera, segunda y tercera distancia, y que están seleccionadas de modo que en particular a través de interferencia de la luz reflectada en la superficie base y las superficies de elemento, por luz incidente, y/o en particular a través de interferencia de la luz transmitida a través de las superficies de elemento y la superficie base, por luz transmitida, se generan otros colores

correspondientes en una o en varias otras zonas, los cuales se diferencian del primer, del tercer y de cuarto color. La segunda, tercera y otras distancias, del modo antes expuesto, se regulan para alcanzar el respectivo color en el caso de una observación en el orden de difracción cero o para alcanzar un color (complementario) correspondiente en una dirección de observación que difiere del orden de difracción cero, donde preferentemente la segunda, tercera y otras distancias están seleccionadas entre 150 nm y 1000 nm, preferentemente entre 200 nm y 600 nm (preferentemente para efectos por luz incidente). Para efectos por luz transmitida, preferentemente, la segunda, tercera y otras distancias están seleccionadas entre 300 nm y 4000 nm, y de modo aún más preferente entre 400 nm y 2000 nm.

10 **[0078]** A través de una conformación de esa clase de la microestructura pueden generarse diferentes impresiones de color en la primera área, tanto en el caso de una observación en el orden de difracción cero, como también en el caso de una desalineación angular, debido a lo cual se proporciona otra clase de efectos de color a través del elemento decorativo, como característica de seguridad.

15 **[0079]** Según un ejemplo de realización preferente, una o varias primeras, segundas, terceras y otras zonas están conformadas respectivamente de modo que las mismas presentan dimensiones laterales paralelamente con respecto al plano base en el rango macroscópico y en particular dimensiones laterales, por ejemplo anchura y longitud, de más de 300 μm , preferentemente entre 300 μm y 50 mm. A través de la conformación de esas primeras, segundas, terceras, cuartas y/u otras zonas como muestra y/o como áreas de fondo puede proporcionarse así una información que puede reconocerse ópticamente en la primera área a través de microestructuras que en particular son visibles en el caso de una observación en el orden de difracción cero y/o en el caso de una desalineación angular especial desde el orden de difracción cero.

20 **[0080]** Preferentemente, en una o en varias primeras, segundas y/o terceras zonas, la ocupación de superficie de las respectivas zonas varía localmente con los elementos base. A través de una variación de esa clase de la ocupación de superficie se posibilita modular localmente el nivel de luminosidad del color de la respectiva zona y, por ejemplo, proporcionar adicionalmente una información a modo de una imagen de escalas de gris.

30 **[0081]** Según otro ejemplo de realización de la invención, una o varias de las primeras, segundas, terceras y/u otras zonas presentan al menos una dimensión lateral paralelamente con respecto al plano base de menos de 300 μm , preferentemente entre 20 μm y 250 μm , de modo aún más preferente entre 30 μm y 150 μm . A través de una conformación de las zonas de esa clase pueden generarse numerosos efectos ópticos que se generan en particular a través de una mezcla de colores aditiva de las zonas generadas por las primeras, las segundas y/u otras zonas.

35 **[0082]** De este modo, por ejemplo es posible que en una o varias de esas primeras, segundas, terceras y/u otras zonas la ocupación de superficie de las respectivas zonas con los elementos base esté seleccionada de modo diferente, para lograr así una luminosidad del color diferente de las respectivas zonas. De este modo, dos o varias de las primeras, segundas, terceras o bien otras zonas se diferencian en la ocupación de superficie de la respectiva zona con los elementos base, y presentan así el mismo valor del color, pero una luminosidad del color diferente.

45 **[0083]** Además, se considera ventajoso proporcionar una o varias cuartas zonas con una microestructura, en donde la microestructura está formada por una estructura de ojos de polilla, y disponer las zonas provistas de la estructura de ojos de polilla, así como primeras, segundas, terceras y/u otras zonas unas junto a otras, para alcanzar así, localmente, una variación de la luminosidad del color. Como estructuras de ojo de polilla se utilizan en este caso preferentemente estructuras de difracción con una separación de los elementos de la estructura inferior a la longitud de onda de la luz visible, preferentemente inferior a 40 nm. Esas estructuras se proporcionan preferentemente desde cuadrículas en cruz o cuadrículas hexagonales con un período en el rango de 200 nm a 400 nm y una profundidad de la cuadrícula/relación de períodos entre 0,5 y 2.

50 **[0084]** Según otro ejemplo de realización preferente de la invención se utilizan primeras, segundas, terceras y/u otras zonas para generar una imagen policromática o una imagen de colores auténticos. Preferentemente, a este respecto, una imagen inicial se divide en una pluralidad de áreas de puntos de imagen. Para cada una de las áreas del punto de imagen, de la imagen inicial, se determina un valor de color asociado y un valor de luminosidad del color asociado. Para cada una de las áreas del punto de imagen, de la imagen inicial, en el elemento decorativo se pone a disposición un área del punto de imagen asociado, donde cada área del punto de imagen presenta al menos una dimensión lateral, paralelamente con respecto al plano base, de menos de 300 μm , en particular de menos de 150 μm . Las áreas del punto de imagen, del elemento decorativo, se seleccionan respectivamente con una o varias zonas, desde primeras, segundas, terceras, cuartas y otras zonas. La selección de las zonas, así como de las partes

de superficie de la respectiva zona en el área del punto de imagen, se realiza en este caso de modo tal que para un ángulo visual definido (por ejemplo 25 grados) resulta el valor de color asociado y el valor de luminosidad del color del área del punto de imagen. El valor de color de al menos un área del punto de imagen, del elemento decorativo, resulta preferentemente aquí a través de la mezcla de color aditiva de dos o varias zonas diferentes de la

5

microestructura de los colores generados que están dispuestos en el área del punto de imagen. La parte de superficie de esas zonas en el área del punto de imagen determina de este modo el valor de color de la respectiva área del punto de imagen. La superficie total de esas zonas y/o de la parte de superficie de las zonas ocupadas con las estructuras de ojos de polilla determina el valor de luminosidad del color de la respectiva área del punto de imagen.

10

[0085] Si como elementos base, en al menos una de las primeras, segundas, terceras, cuartas y/u otras zonas, se seleccionan elementos base asimétricos, entonces varía la impresión de color de la respectiva área del punto de imagen y, con ello, el aspecto de la imagen policromática en el caso de una rotación alrededor de un eje que se sitúa verticalmente sobre el plano base. La dirección preferente de los elementos base asimétricos puede ser

15

la misma en todas las zonas con elementos base asimétricos, pero también puede variar. Debido a ello es posible generar una imagen policromática o de colores auténticos correspondiente que se presenta dinámicamente en el caso de una rotación en el área de imagen, a través de la microestructura. Durante la rotación, la imagen puede por ejemplo volverse más clara o más oscura, o puede pasar de colores auténticos a colores falsos o al menos a colores alterados.

20

[0086] Las primeras, segundas, terceras y/u otras zonas de la primera área pueden superponerse del modo deseado con las primeras subáreas, segundas subáreas, terceras subáreas y celdas antes descritas. La conformación de la proyección del respectivo elemento base sobre el plano base, así como la disposición de los elementos base sobre el plano base, se determina según las explicaciones anteriores sobre las primeras, segundas

25

y terceras subáreas, así como celdas. La distancia de la superficie de elemento del plano base se selecciona con respecto a la respectiva zona, seleccionándose para ello por ejemplo la primera distancia, la segunda distancia, la tercera distancia o la otra distancia. Gracias a ello resultan otros efectos de combinación interesantes que aumentan aún más la seguridad contra falsificaciones.

30

[0087] Se considera especialmente ventajoso disponer superpuestas las primeras, segundas y terceras zonas respectivamente con primeras, segundas y terceras zonas, separando así las superficies de elemento de los elementos base y la superficie base en una dirección que se extiende perpendicularmente con respecto al plano base, en una o en varias primeras celdas, con la primera distancia, en una o en varias segundas celdas con la segunda distancia y en una o en varias terceras celdas con la tercera distancia. Además, también es posible realizar

35

una parte de las primeras, segundas y terceras zonas como primeras zonas, una parte de las primeras, segundas y terceras zonas como segundas zonas, y una parte de las terceras celdas como primeras, segundas y terceras zonas, por ejemplo para proporcionar de ese modo una imagen policromática que se modifica con el ángulo de observación o una imagen policromática que se modifica en el caso de una rotación alrededor de una vertical con respecto al plano base del eje. Además, de este modo, en una celda pueden proporcionarse también varias

40

segundas subáreas que están realizadas como diferentes primeras, segundas, terceras y/u otras zonas, y que se diferencian así respectivamente en la separación de la superficie de elemento, de la superficie base. A través de la mezcla de color aditiva adicional, en función de la selección de los rangos de variación, resultan aquí también efectos de cambio de color interesantes. Además, por ejemplo a través de la superposición correspondiente de una

45

tercera subárea a través de primeras, segundas, terceras y/u otras zonas, puede superponerse también primera información con una información policromática, debido a lo cual resultan efectos evidentes.

50

[0088] De acuerdo con otro ejemplo de realización preferente de la invención es posible realizar la microestructura en la primera área no solamente de dos niveles, sino también de múltiples niveles, para aumentar la pureza del color. De este modo, uno o varios de los elementos base presentan preferentemente una o varias otras

55

superficies de elemento que respectivamente se extienden en lo esencial de forma paralela con respecto a esa superficie base. Una u otras varias superficies de elemento están separadas en la dirección del eje z de la superficie base, en el caso de la disposición del elemento base en una de las primeras zonas, con un múltiplo de la primera distancia, en el caso de la disposición de los elementos base en una de las segundas zonas con un múltiplo de la segunda distancia, y en el caso de la disposición del elemento base en una de las terceras zonas con un múltiplo de la tercera distancia, de manera correspondiente en el caso de una disposición en la otra zona, con la otra distancia. Tanto más niveles presenten los elementos base, tanto más pura o bien más intensa es la impresión de color. La pureza de color más elevada de elementos base de varios niveles es muy útil para elementos decorativos con mezcla de color e imágenes de colores auténticos. Para una impresión de color lo más intensa posible o bien para una pureza de color lo más elevada posible es ventajoso que la superficie de todas las superficies de elemento de

los elementos base sea aproximadamente del mismo tamaño.

[0089] Además, se considera ventajoso realizar las superficies de elemento y la superficie base mínimamente ladeadas unas con respecto a otras, en particular diseñarlas ladeadas entre 5 grados y 30 grados, de modo aún más preferente entre 5 y 15 grados, unas con respecto a otras. Gracias a ello el espectro de color, así como el rango angular de dispersión, pueden ampliarse. Sin embargo, una desalineación angular demasiado elevada atenúa el efecto de color. La desalineación angular es más adecuada para elementos base binarios (de dos niveles) que para elementos base de varios niveles.

10 **[0090]** Además, en la primera área o en una cuarta subárea de la primera área es ventajoso modular la superficie de elemento para proporcionar una información oculta, la cual en particular puede leerse mediante un láser o mediante un polarizador. De este modo, por ejemplo es posible modular las superficies de elemento según la superficie de un holograma que solamente en el caso de radiación con un láser muestra su información, para proporcionar una información oculta de ese modo. Además, también es posible modular la superficie de elemento
15 y/o la superficie base con una rejilla de difracción de un período de red de entre 100 nm y 2000 nm, de modo más preferente entre 200 nm y 500 nm, para introducir información legible mediante un polarizador. La profundidad de modulación del holograma o bien de la rejilla de difracción, de manera preferente, es menor que 100 nm, preferentemente menor que 50 nm, y de modo aún más preferente menor que 30 nm. Debido a ello, la modulación sólo afecta mínimamente la interferencia que genera el efecto de color.

20 **[0091]** La expresión "superficie de elemento que se extiende esencialmente de forma paralela con respecto a la superficie base" significa en este contexto que mediante el área de la superficie de elemento, la separación de la superficie de elemento con respecto a la superficie base se extiende en un rango de valor, de manera que, del modo antes descrito, a través de interferencia de la luz reflejada en la superficie de elemento y la superficie base, o bien a
25 través de esa luz transmitida, en el orden de difracción cero, se genera un color, tal como se ha explicado anteriormente. Preferentemente, la separación de la superficie de elemento del elemento base, de la superficie base, en la dirección del eje z, ya no varía en más del 20 %, de modo aún más preferente en no más del 10% de su valor medio.

30 **[0092]** Según un ejemplo de realización preferente de la invención, la microestructura, al menos en algunas secciones, está situada entre una primera capa del elemento decorativo y una segunda capa del elemento decorativo, donde la primera capa es una capa transparente con un índice de refracción n_1 y la segunda capa es una capa de reflexión, en particular una capa de metal, una capa HRI (HRI = índice de refracción elevado) o un sistema multicapas reflectivo. La capa de metal puede ser opaca o semitransparente. El material de la capa de metal puede
35 ser especular en alto grado (por ejemplo aluminio o plata) o también puede ser parcialmente absorbente (por ejemplo cobre o cromo). A través de una hábil selección del material de la capa de reflexión el efecto de color puede volverse aún más marcadamente visible.

[0093] Como una capa transparente se entiende en este caso una capa que, en el rango de longitud de onda visible, presenta una transmisión de al menos 50 %, de modo aún más preferente de al menos 80 %.

[0094] Si un elemento de esa clase se observa en reflexión, entonces la primera, segunda o bien tercera distancia se determina preferentemente a través del índice de refracción n_1 , multiplicado por la distancia óptica que está determinada por el cumplimiento de la condición $\lambda/2$ con una longitud de onda λ en el rango de la luz visible. No
45 obstante, debe considerarse aquí el ángulo de observación.

[0095] Además, también es posible que la microestructura se sitúe al menos en algunas secciones entre una primera capa del elemento decorativo y una tercera capa del elemento decorativo, donde la primera capa es una capa transparente con un índice de refracción n_1 y la tercera capa es una capa transparente con un índice de refracción n_2 , y donde el índice de refracción n_1 y el índice de refracción n_2 se diferencian al menos en 0,2, preferentemente entre 0,4 y 1,5. Si una microestructura de esa clase se observa en transmisión, entonces la primera distancia, la segunda distancia o bien la tercera distancia se determina preferentemente a través de la ecuación

$$\lambda = \frac{|n_1 - n_2| \times h}{\cos(\alpha)}$$

55 **[0096]** Según otro ejemplo de realización preferente de la invención, la microestructura presenta una segunda área en donde está conformada la microestructura en forma de una rejilla sinusoidal lineal o cruzada, o una rejilla de

difracción rectangular, de un holograma 2D/3D o 3D, un Kinegrams®, en forma de una estructura de microlentes, de una rejilla de brillo de color o acromática, de una macroestructura, de una estructura opaca isótropa o anisótropa, de una combinación de las estructuras antes mencionadas, de un holograma de volumen, de un sistema de color de capa delgada, o similares, los cuales generan otra información que puede percibirse ópticamente. Preferentemente, la información óptica generada desde la primera área y desde la segunda área presenta información complementaria o referida a la misma, debido a lo cual intentos de falsificación pueden detectarse de forma inmediata. La primera y la segunda área pueden por ejemplo estar integradas a modo de un mosaico. Sin embargo, la segunda área puede también estar dispuesta en forma de líneas finas, por ejemplo guilochés, sobre la primera área, etc. La segunda área puede también ser una superficie impresa monocromática o policromática.

10

[0097] Preferentemente, el elemento decorativo está diseñado en forma de una lámina de transferencia, de una película laminada, de un hilo de seguridad o de una etiqueta. El elemento decorativo, de este modo, junto con la microestructura, presenta aún una o varias capas plásticas y/o capas de papel, capas de adhesivo, capas de promotores de adhesión y también otras capas decorativas, las que preferentemente proporcionan aún otra información en el elemento decorativo.

15

[0098] El elemento decorativo puede utilizarse para crear una protección especialmente buena contra falsificaciones. Se utiliza en documentos de seguridad como billetes, tarjetas de crédito, pasaportes, documentos de identidad, etc., para dificultar una falsificación. Los elementos decorativos con estructura difractiva pueden estar integrados también en una tarjeta de crédito, una tarjeta ID, en un pasaporte, un documento de identidad, etc., en el marco de una estructura de capas. Los adhesivos con hologramas se encuentran en productos comerciales o mercancías que deben protegerse. También empaques de productos comerciales, mercancías o publicaciones que deben protegerse son provistos de elementos decorativos de esa clase, como protección contra falsificaciones y/o como elemento decorativo para proporcionar un efecto decorativo.

25

[0099] A continuación, la invención se explica a modo de ejemplo mediante varios ejemplos de realización, con la ayuda de los dibujos que se adjuntan.

30

La figura 1a muestra una vista superior esquemática de un documento de seguridad con un elemento decorativo.

La figura 1b muestra una representación en sección esquemática del documento de seguridad según la figura 1a.

La figura 1c muestra una representación en sección esquemática de un sector del elemento decorativo según la figura 1a.

35

La figura 1d muestra una representación en sección esquemática de un sector de una microestructura.

La figura 2a y la figura 2b muestran respectivamente una representación esquemática, tridimensional, de una microestructura.

La figura 2c muestra una vista superior esquemática de una microestructura con varios elementos base.

40

La figura 3a muestra una representación en sección esquemática de un elemento decorativo con varios elementos base.

La figura 3b muestra una vista superior esquemática de dos elementos base, para ilustrar la luz dispersada en los elementos base.

La figura 3c muestra una representación en sección esquemática de un elemento decorativo con varios elementos base.

45

La figura 4 muestra una vista superior esquemática de una microestructura con varios elementos base.

La figura 5a muestra una vista superior esquemática de un área de una microestructura con varios elementos base asimétricos.

La figura 5b muestra una vista superior esquemática de un área de una microestructura con varios elementos base asimétricos.

50

La figura 5c muestra una vista superior esquemática de un área de una microestructura que presenta subáreas con elementos base asimétricos orientados de diferente modo.

La figura 5d muestra una vista superior esquemática de un área de una microestructura con varios elementos base asimétricos y simétricos.

55

La figura 6a y la figura 6b muestran respectivamente una representación esquemática de un área de una microestructura con elementos base asimétricos, en el caso de una dirección de iluminación y/o de observación diferente.

La figura 7 muestra una vista superior esquemática de varios elementos base.

La figura 8a muestra una representación tridimensional esquemática de una microestructura con varios elementos base.

- La figura 8b muestra una representación en sección esquemática de la microestructura según la figura 8a.
 La figura 9a muestra una vista superior esquemática de una celda de un elemento decorativo que está dividida en varias subáreas, las cuales respectivamente están ocupadas con elementos base.
 La figura 9b muestra una representación esquemática para ilustrar la estructura de las microestructuras en el área de la celda según la figura 9a.
 La figura 10a muestra una fotografía de una vista superior de un área del elemento decorativo.
 La figura 10b muestra un espectro de una primera impresión de color del elemento decorativo según la figura 10a, así como el diagrama de color correspondiente.
 La figura 11a muestra una vista superior esquemática de un sector de una microestructura con varios elementos base.
 La figura 11b muestra una representación en sección esquemática de un elemento decorativo en el área del sector según la figura 11a.
 La figura 11c y la figura 11d muestran respectivamente diagramas que ilustran la eficiencia de difracción que depende de la longitud de onda, de una microestructura.
 La figura 12a muestra diagramas para ilustrar la binarización de una función.
 La figura 12b muestra vistas superiores esquemáticas de representaciones.
 La figura 12c muestra vistas superiores esquemáticas se secciones de las representaciones según la figura 12b.
 La figura 12d muestra una foto de un holograma binario.
 La figura 13a muestra una representación tridimensional esquemática de un sector de una microestructura con dos elementos base de diferente altura.
 La figura 13b muestra varias vistas superiores esquemáticas de un área de un elemento decorativo.
 La figura 13c muestra una vista superior esquemática de un área de un elemento decorativo, en el caso de la observación bajo diferentes ángulos de observación/de iluminación.
 La figura 14a muestra una vista superior esquemática de un área de imagen de un elemento decorativo.
 La figura 14b muestra una vista superior esquemática de un sector del área de imagen según la figura 14a, con varias áreas de punto de imagen.
 La figura 14c muestra una representación en sección esquemática de un sector del elemento decorativo según la figura 14b.
 La figura 15 muestra varios diagramas para ilustrar la modulación de superficies de elemento de una microestructura con varios elementos base.
 La figura 16 muestra una representación tridimensional esquemática de un sector de una microestructura.
 La figura 17 muestra una representación en sección esquemática de un elemento decorativo.
- 35 **[0100]** Las figuras 2a a 8b y 10a a 12d muestran formas de realización no indicadas en las reivindicaciones, las cuales facilitan la comprensión de la invención. La figura 9 muestra una forma de realización de la invención.
- [0101]** La figura 1a y la figura 1b muestran una vista superior o bien una representación en sección de un documento de seguridad 1, el cual está provisto de un elemento decorativo 2.
- 40 **[0102]** El documento de seguridad 1, en la forma de realización según la figura 1a y la figura 1b, se trata de un billete. Sin embargo, también es posible que el documento de seguridad 1 se trate de cualquier otro documento de seguridad, por ejemplo de un documento ID, como un documento de identidad, un pasaporte o una tarjeta de identificación de una empresa, de una tarjeta de crédito o una tarjeta de débito, de un certificado de software, de un
- 45 **[0103]** distintivo de seguridad para la protección de artículos o de una etiqueta de seguridad.
- [0104]** El documento de seguridad 1 presenta un sustrato soporte 10 sobre el cual está aplicado el elemento decorativo 2. En este caso el sustrato soporte 10 se compone preferentemente de un sustrato de papel. Sin embargo, también es posible que el sustrato soporte 10 se componga de un sustrato plástico o de un sustrato de múltiples capas con una o con varias capas de plástico y/o de papel. Además, también es posible que en el sustrato soporte 10 estén incorporadas características de seguridad, por ejemplo marcas de agua o microperforaciones, y que el sustrato soporte 10 esté provisto de otros elementos decorativos, impresiones y similares que proporcionan otras características de seguridad.
- 50 **[0105]** El elemento decorativo 2 - como se muestra en la figura 1a - presenta una conformación en forma de tiras y cubre toda la anchura del sustrato soporte 10 desde el borde longitudinal superior del sustrato soporte hasta el borde longitudinal inferior del sustrato soporte. En el sustrato soporte 10 está realizada además una ventana 11 transparente que está cubierta por el elemento decorativo 2. La ventana transparente 11 - como se muestra en la
- 55

figura 1b - puede estar realizada en forma de una escotadura en el sustrato soporte 10, la cual está realizada en el sustrato soporte 10 por ejemplo a través de un perforado correspondiente o de una marca de agua correspondiente. Sin embargo, también es posible que la ventana 11 transparente se forme por un área transparente, desde un área transparente del sustrato soporte, en particular cuando el sustrato soporte se compone de un sustrato plástico 5 transparente.

[0106] El elemento decorativo 2 presenta varias áreas en las cuales, por luz incidente o por luz transmitida, desde el elemento decorativo se genera un efecto óptico. En la figura 1a, en primer lugar, de estas áreas se muestran áreas 31 y 33 que están dispuestas en el área de la ventana transparente y que en la observación por luz 10 transmitida, generan un efecto óptico. En la figura 1a se muestran además áreas 32 y 34 en las cuales, en la observación por luz incidente, es decir en reflexión, se genera un efecto óptico. Las áreas 31 y 33 están rodeadas además por un área de fondo 35, en donde el elemento decorativo 2, por ejemplo en el caso de una observación por luz transmitida, muestra un aspecto de la imagen transparente. Además, las áreas 32 y 34 están rodeadas por un área de fondo 36 en donde el elemento decorativo 2, en reflexión, muestra un efecto óptico, por ejemplo un aspecto 15 de la imagen que brilla de forma metálica, un aspecto opaco o también de color.

[0107] El elemento decorativo 2, en el área 31, 32, 33 y 34 presenta una microestructura que, del modo antes descrito, por luz incidente o por luz transmitida, genera un efecto óptico. En las áreas 31 y 32 la microestructura presenta una conformación especial y comprende una superficie base y varios elementos base, los cuales 20 respectivamente presentan una superficie de elemento rebajada y elevada en comparación con la superficie base, y un flanco dispuesto entre la superficie de elemento y la superficie base. La conformación precisa de la microestructura en las áreas 31 y 32 se explica a continuación en detalle mediante las figuras, figura 1c a la figura 16.

[0108] En el área 33 y el área 34, la microestructura está conformada a modo de una rejilla de difracción, de un holograma, de un KINEGRAM®, de una estructura de microlentes, de una rejilla de brillo, de una macroestructura o de otra estructura de relieve diferente de la conformación de la microestructura en el área 31 y 32, de modo que 25 efectos ópticos diferentes se generan en el elemento decorativo 2 en las áreas 31 y 32 por una parte, y en las áreas 33 y 34, por otra parte. Preferentemente - como se indica en la figura 1a - las áreas 32 y 34 y eventualmente también las áreas 31 y 33 están dispuestas de forma contigua unas con respecto a otras, y preferentemente forman 30 representaciones que se complementan y/o que están integradas a modo de un mosaico, para aumentar así aún más la seguridad contra falsificaciones.

[0109] La disposición de las áreas 31 y 33 en el área de la ventana 11 transparente, así como la disposición 35 de las áreas 32 y 34 en el área reflectiva del elemento decorativo 2 no se limita a la disposición mostrada en la figura 1a, sino que tanto la cantidad, como también la disposición de las áreas 31 a 36, puede tener lugar de modo deseado. Además, también la conformación del elemento decorativo 2 puede diferenciarse de la conformación mostrada en la figura 1a y la figura 1b, y puede poseer por ejemplo la forma de un parche o de un hilo de seguridad. Además, también es posible que el elemento decorativo 2 no disponga de un área transparente que esté diseñada 40 para una observación por luz transmitida y, con ello, disponga solamente de las áreas 34, 32 y 36. De forma inversa, también es posible que el elemento decorativo 2 esté diseñado solamente para la observación por luz transmitida y, con ello, disponga solamente de las áreas 31, 33 y 35.

[0110] En el ejemplo de realización según la figura 1a y la figura 1b, el elemento decorativo 2 está realizado 45 como película laminada. Según otros ejemplos de realización preferentes, el elemento decorativo 2 está realizado como lámina de transferencia, en particular como lámina de transferencia caliente, o como hilo de seguridad. Además, también se considera ventajoso integrar el elemento decorativo 2 en la estructura de capas del documento de seguridad 1, por ejemplo cuando el documento de seguridad 1 se trata de un documento de seguridad en forma de tarjeta, por ejemplo de una tarjeta de crédito o de un documento ID, en particular de una tarjeta de policarbonato 50 multicapa. En ese caso, el elemento decorativo se proporciona desde una o varias capas del documento de seguridad. Además, también es posible que el elemento decorativo 2 no forme parte de un documento de seguridad y que por ejemplo esté diseñado en forma de una lámina de transferencia, de una etiqueta o de un adhesivo.

[0111] La figura 1c muestra una representación en sección de un sector del elemento decorativo 2, en el caso 55 de un diseño de elemento decorativo 2 como lámina de transferencia.

[0112] En este ejemplo de realización, el elemento decorativo 2 presenta una lámina de transferencia 21, una capa de promotor de adhesión 22, una capa plástica 23, una capa de reflexión 24, una capa plástica 25 y una capa adhesiva 26.

- [0113]** La lámina de transferencia 21 se compone preferentemente de una lámina plástica transparente, por ejemplo de una lámina PET o BOPP, de un grosor de la capa de entre 20 μm y 250 μm . La superficie de la lámina de transferencia puede estar provista de una o de varias capas funcionales, por ejemplo para mejorar la capacidad de impresión. Preferentemente, la capa plástica 23 se compone de una capa plástica transparente que, en el rango de la luz visible, presenta una transmisividad de más de 50%, preferentemente de más de 80 %. En este caso también es posible que la capa plástica 23 o la capa soporte 21 esté coloreada también con un colorante. Una coloración puede modificar las impresiones de color, e influencia en particular también la conformación de las impresiones de color complementarias.
- [0114]** La capa plástica 23 se trata preferentemente de una capa de laca que posibilita la conformación de una estructura con relieve en una superficie de la capa plástica 23 a través de replicación térmica o mediante replicación UV. Preferentemente, la capa plástica 23 se trata de una laca termoplástica o de una laca que puede endurecerse por radiación UV.
- [0115]** La capa de reflexión 24 se trata preferentemente de una capa de reflexión opaca que, preferentemente, en el rango de la luz visible para el ojo humano, presenta una transmisividad de menos de 50%, de modo aún más preferente de menos de 20%. Esos valores se refieren a áreas sin microestructura, es decir superficies especulares.
- [0116]** Preferentemente, la capa de reflexión 24 se trata de una capa de reflexión de metal, en particular de aluminio, plata, cromo o cobre. Además es posible que la capa de reflexión 24 se componga de un material con un índice de refracción elevado (HRI = High Refraction Index), por ejemplo de ZnS o TiO_2 . La capa de reflexión 24, en el caso de su conformación como capa metálica, presenta preferentemente un grosor en el rango de 10 nm y 100 nm, y en el caso de su conformación de un material HRI, de entre 40 nm y 200 nm. La capa de reflexión 24 puede estar presente en toda la superficie o sólo de forma parcial.
- [0117]** Además, también es posible que la capa de reflexión 24 se componga de un sistema multicapas. La capa de reflexión 24 puede componerse por ejemplo de una sucesión de materiales con índices de refracción elevados y bajos, o de una sucesión de una capa de absorción, una capa espaciadora y una capa de reflexión, conformándose así por ejemplo como filtro Fabry-Pérot. Un sistema multicapas de esa clase se compone por ejemplo de una capa de metal semitransparente, de una capa separadora y de una capa especular, por ejemplo de una capa de cromo de 8 nm, de una capa de SiO_2 de 400 nm o de una capa de polímeros y de una capa de aluminio de 50 nm. La capa de reflexión 24 puede estar presente en toda la superficie o sólo de forma parcial.
- [0118]** La capa plástica 25 se compone preferentemente de un material de polímeros transparente y, de forma opcional - tal como se explica más adelante - al menos en el área de las áreas 31, presenta un índice de refracción que se diferencia del índice de refracción de la capa plástica 23, en al menos 0,2. Si no se proporciona ninguna capa de reflexión 24 la capa plástica 25 puede cumplir la función de una capa de reflexión.
- [0119]** Las capas plásticas 23 y 25 presentan preferentemente un grosor de la capa de entre 1 μm y 8 μm .
- [0120]** La capa adhesiva 26 presenta un grosor de la capa de entre 1 μm y 10 μm y se utiliza para fijar el elemento decorativo 2 sobre el sustrato soporte 10. La capa adhesiva 26 se compone preferentemente de un adhesivo en caliente, de un adhesivo en frío y/o de un adhesivo que puede endurecerse por radiación UV. En este caso también es posible que la capa adhesiva 26 esté conformada de una capa o de varias capas.
- [0121]** Además, el elemento decorativo 2, en el área de la ventana transparente 11, está diseñado transparente, de modo que todas las capas del elemento decorativo 2 proporcionadas en el área de la ventana 11 transparente están diseñadas transparentes. De este modo, por ejemplo, la capa adhesiva 26 está diseñada preferentemente también transparente y clara; al menos está diseñada de forma transparente y clara en el área de la ventana 11 transparente.
- [0122]** El elemento decorativo 2, junto con las capas mostradas en la figura 1c, puede disponer aún de otras capas decorativas, capas de promotor de adhesión, capas adhesivas y capas soporte. Además, también es posible que el elemento decorativo se componga sólo de la capa 23, y en particular también que se prescinda de la capa de promotor de adhesión 22, de la lámina soporte 21, de la capa plástica 25 y/o de la capa adhesiva 26.
- [0123]** Para producir el elemento decorativo 2, sobre la lámina soporte 21 se aplica primero la capa de

promotor de adhesión 22 y a continuación la capa plástica 23. Seguidamente, en la capa plástica 23, mediante una herramienta de replicación, por ejemplo un cilindro de replicación, se conforma una microestructura 4. La conformación de la microestructura 4 puede tener lugar por ejemplo mediante la utilización de calor y presión empleando una laca de replicación termoplástica para la capa plástica 23 o mediante una radiación UV consecutiva, 5 empleando una laca de replicación que puede endurecerse por radiación UV como capa plástica 23. A continuación se aplica la capa de reflexión 24, por ejemplo se metaliza, pulveriza o imprime. A continuación, la capa de reflexión 24, de manera opcional, se retira nuevamente en algunas secciones, por ejemplo se retira nuevamente en el área de la ventana 11 transparente. También es posible proporcionar la capa de reflexión 24 también sólo en forma de patrón en el área 32, 33 y 36, introduciendo así un elemento de diseño adicional en el elemento decorativo 2. A 10 continuación se aplica la capa plástica 25 y, seguidamente, la capa adhesiva 26, por ejemplo mediante un procedimiento de impresión.

[0124] La microestructura 4 está conformada por ejemplo en las áreas 35 y 36 como superficie especular, y en las áreas 33 y 34 como estructura difractiva 42. En las áreas 31 y 32, la microestructura 4 presenta una superficie 15 base 40 y varios elementos base 41 que respectivamente presentan una superficie de elemento elevada o rebaja con respecto a la superficie base, y un flanco dispuesto entre la superficie de elemento y la superficie base. Las superficies de elemento de los elementos base 41 se extienden respectivamente en lo esencial de forma paralela con respecto a la superficie base 40. En una o varias primeras zonas de las áreas 31 y 32, las superficies de elemento de los elementos base 41 y la superficie base están distanciadas perpendicularmente con respecto a un 20 plano base definido por la superficie base 40, con una primera distancia que está seleccionada de manera que a través de interferencia de la luz reflejada en la superficie base 40 y en las superficies de elemento, en las áreas 32, por luz incidente, en el primer orden de difracción o en el orden de difracción más elevado, o en luz dispersa, se genera un primer color, y/o de manera que a través de interferencia de la luz transferida a través de las superficies de elemento y de la superficie base 40 en las áreas 31, por luz transmitida, en el primer orden de difracción o en el 25 orden de difracción más elevado, o en luz dispersa, se genera un primer color en una o varias primeras zonas.

[0125] La figura 1d muestra un sector de la microestructura 4 en el área 31, 32. La microestructura 4 presenta la superficie base 40 y los elementos base 41, los cuales respectivamente presentan una superficie de elemento 411 30 elevada o rebaja con respecto a la superficie base 40, y un flanco 410 dispuesto entre las superficies de elemento 411 y la superficie base 40. Las superficies de elemento 411 de los elementos base 41 se extienden en lo esencial de forma paralela con respecto al plano base. La superficie de elemento 411 contigua al respectivo flanco 410 y la superficie base 40 contigua al mismo están separadas una de otra en una dirección que se sitúa verticalmente sobre el plano base, en una altura del nivel h. Preferentemente, el flanco 410 de la microestructura 4 está definido como 35 10 % de la altura del nivel h más profunda que la superficie de elemento 411 contigua.

[0126] En el caso de una estructura bidimensional del período p y de una superficie Δf del flanco 410, proyectada sobre el plano base, la parte de superficie del flanco proyectada sobre el plano base es

40
$$100\% \cdot 2 \cdot \frac{\Delta f}{p}$$

[0127] Esa parte de superficie de los flancos 410, de manera preferente, es menor que 50%, de modo más preferente menor que 40%, de modo aún más preferente menor que 30% y de forma especialmente preferente menor que 20%. Se ha observado que un aumento de la parte de superficie de los flancos 410 conduce a una 45 reducción de la eficiencia y que los colores se tornan además más pasteles, por tanto menos puros o bien contienen blanco. Para que la parte de superficie de los flancos sea menor que XX %, el ángulo medio del flanco y debe cumplir con la siguiente condición:

50
$$\gamma \geq \arctan \left[\frac{h}{(100\% - 2 \cdot 10\%) \cdot XX\% \cdot p} \right]$$

[0128] La conformación especial de la microestructura 4 en las áreas 31 y 32 se explica a continuación ahora mediante las figuras, figuras 2a a la figura 16.

[0129] La microestructura 4, en las áreas 31 y 32, o en una subárea de las áreas 31 y 32 presenta por

ejemplo la conformación mostrada en las representaciones tridimensionales esquemáticas de la figura 2a y la figura 2b. La microestructura 4 presenta aquí la superficie base 40 que, como se indica en las figuras, figura 2a y figura 2b, define un plano base extendido a través del eje de coordenadas x e y. Los elementos base 41 presentan superficies de elemento 411 que, como se muestra en las figuras, figura 2a y figura 2b, están dispuestas elevadas con respecto a la superficie base 40. También es posible que la microestructura 4 no esté conformada en la superficie inferior de la capa plástica 23, sino en la superficie superior, sin elevar de este modo las superficies de elemento 411, sino que están dispuestas rebajadas con respecto a la superficie base 40. Entre las superficies de elemento 411 y la superficie base 40 están dispuestos además flancos 410. En el ejemplo de realización según la figura 2a y la figura 2b, los elementos base 41 se componen de este modo respectivamente de una superficie de elemento 411 y de un flanco 410 que la rodea. La superficie de elemento 411 está distancia con respecto a un plano base definido verticalmente por los ejes de coordenadas x e y, en la dirección de una dirección que se extiende en el eje de coordenadas z, con una distancia especial que está seleccionada de modo que, por luz incidente o bien por luz transmitida, en el primero o en el orden de difracción más elevado, o en la luz dispersa, se genera un primer color, tal como se explica aún con mayor detalle más adelante.

15

[0130] En el ejemplo según la figura 2a, los elementos base 41 están conformados en forma de cilindros, los cuales están dispuestos de forma pseudoaleatoria sobre el plano base. Además, también es posible que los elementos base 41 posean cualquier otra conformación. De este modo, por ejemplo, la figura 2b muestra una conformación de los elementos base 41 en forma de cuadrados.

20

[0131] Las superficies de elemento 411, tal como se muestra en las figuras, figura 2a y figura 2b, están dispuestas preferentemente de forma paralela con respecto a la superficie base 40. Sin embargo, también es posible que las superficies de elemento 411, con respecto a la superficie base 40, estén dispuestas solamente en lo esencial de forma paralela, de modo que por ejemplo las superficies de elemento 411 están levemente ladeadas con respecto a la superficie base 40. Se ha comprobado como ventajoso que una desalineación angular de las superficies de elemento 411, con respecto a la superficie base 40, en el rango entre 5 grados y 30 grados, preferentemente en el rango de 5 grados a 15 grados, posibilite un aumento del rango angular de dispersión, así como del espectro de color. Como "en lo esencial de forma paralela" debe entenderse en este contexto también una desalineación angular de esa clase de las superficies de elemento 411 con respecto a la superficie base 410.

30

[0132] La ocupación de la superficie del área o de la subárea con los elementos base se ubica entre 30 % y 70 %, de modo aún más preferente entre 40% y 60 %, y del modo más preferente posible asciende aproximadamente a 50 % o bien a 1/2. Esto aplica para microestructuras de dos niveles. En el caso de microestructuras de tres niveles, la ocupación de la superficie, del modo más preferente posible, es aproximadamente 2/3, en el caso de microestructuras de cuatro niveles en lo posible 3/4, etc.

35

[0133] El ángulo de los flancos, de los flancos 410, preferentemente es mayor que 70 grados, de modo aún más preferente mayor que 80 grados, y del modo más preferente posible aproximadamente es de 90 grados, tal como se muestra en las formas de realización según los siguientes ejemplos de realización.

40

[0134] La figura 2c muestra ahora una forma de realización en donde los elementos base 41 están dispuestos de forma pseudo aleatoria en las áreas 31 y 32, o bien en una subárea de las áreas 31 y 32. La microestructura 4 se compone así de uno o de varios elementos base, donde la disposición de los elementos base en el plano x/y es pseudoaleatoria. Esa disposición pseudoaleatoria suprime o bien reduce efectos difractivos no deseados, puesto que ya no se encuentran presentes estructuras periódicas, como en el caso de una rejilla. La figura 2c muestra una vista superior en una dirección que se sitúa verticalmente en el plano base, es decir en la dirección del eje de coordenadas z, en un sector de un área de esa clase de la microestructura 4 con varios elementos base 41 y la superficie base 40. En la representación según la figura 2c, de este modo, las proyecciones de los elementos base 41 sobre el plano base se muestran en una dirección que se sitúa verticalmente con respecto al plano base, las cuales aquí coinciden con las superficies de elemento 411, debido a la conformación del ángulo de los flancos, de los flancos 410, como ángulo de 90 grados. Si el ángulo de los flancos se selecciona más reducido, se amplía entonces de forma correspondiente la superficie de la proyección.

50

[0135] Las extensiones laterales Δx y Δy de los elementos base en el plano x-/y se ubican en el rango de 0,25 μm a 50 μm , preferentemente entre 0,4 μm y 20 μm , y de modo aún más preferente entre 0,75 μm y 10 μm . Como "extensión lateral de los elementos base" debe entenderse aquí la extensión lateral de la proyección de los elementos base en una dirección que se sitúa perpendicularmente con respecto al plano base. La distancia mínima de los elementos base contiguos Δs , en el ejemplo de realización según la figura 2c, se selecciona de forma pseudoaleatoria. Preferentemente, en este caso, la distancia mínima de los elementos base contiguos Δs no puede

55

asumir todos los valores posibles, sino solamente valores de un rango de variación estrecho, predefinido. Preferentemente, la disposición de los elementos base 41 está seleccionada de modo que los elementos base 41 no se superponen y, al mismo tiempo, la distancia mínima Δs no es superior a 300 μm , preferentemente no es superior a 50 μm . Si se admiten elementos base que se superponen, entonces éstos preferentemente se producen de modo que el plano en el área de superposición tiene la misma altura que las áreas que no se superponen, de los elementos base. Preferentemente, la distancia mínima Δs entre dos elementos base contiguos se ubica entre 0,5 μm y 50 μm , de modo aún más preferente entre 0,5 μm y 20 μm .

[0136] Preferentemente, una disposición pseudoaleatoria de esa clase de los elementos base 41 se alcanza debido a que en el área o subárea correspondiente se proporciona una cuadrícula bidimensional extendida desde el eje x e y, la cual define una posición de regulación del respectivo elemento base 41 en el plano base. Los elementos base se posicionan en esa área o en esa subárea a través de un desplazamiento pseudoaleatorio desde la respectiva posición de regulación, en la dirección de los ejes de coordenadas x y/o y, donde el rango de variación de ese desplazamiento pseudoaleatorio está seleccionado de modo que preferentemente se observan las condiciones antes expuestas para la separación mínima de dos elementos base 41 contiguos.

[0137] Además, también es posible que respectivamente la distancia mínima de dos elementos base contiguos se determine de forma pseudoaleatoria y a continuación, partiendo de esos dos elementos base, se seleccione de forma pseudoaleatoria a su vez la distancia mínima de los elementos base contiguos con respecto a esos elementos base, etc. y de ese modo se logre un posicionamiento pseudoaleatorio correspondiente de los elementos base 41.

[0138] La variación pseudoaleatoria, por ejemplo el desplazamiento pseudoaleatorio de los elementos base desde la posición de regulación o la variación pseudoaleatoria de la distancia mínima de los elementos base puede considerarse en este caso todos los valores a partir del rango de variación limitado, predefinido, con la misma probabilidad. Sin embargo, también es posible que se utilice una función matemática para la probabilidad de la consideración de un valor, a partir de ese rango de variación. Ejemplos de funciones de esa clase son la función gaussiana, así como una función gaussiana invertida. Además, también es posible que el rango de variación predefinido comprenda varios valores predefinidos, desde los cuales, de forma pseudoaleatoria, se selecciona un valor. De este modo, por ejemplo es posible seleccionar la separación mínima Δs de dos elementos base 41 desde un rango de variación que comprende por ejemplo 10 valores en una graduación de 0,5 μm .

[0139] La figura 3a muestra una representación en sección esquemática del elemento decorativo 2 en el área de la microestructura 4 según la figura 2c. El elemento decorativo 2 presenta aquí las capas plásticas 23 y 25, así como la capa de reflexión 24. La capa plástica 23 presenta un índice de refracción n_1 y la capa plástica 25 un índice de refracción n_2 . La microestructura 4 presenta la superficie base 40, así como varios elementos 41 con las superficies de elemento 411 y los flancos 410. La microestructura 4 está revestida con una capa de reflexión 24 que presenta un grosor d, y está colocada además en las capas plásticas 23 y 25. Del modo antes explicado, el ángulo de los flancos, de los flancos 410, es mayor que 70 grados, en particular mayor que 80 grados y preferentemente casi vertical (casi 90 grados). Las superficies inferiores de la capa de reflexión 24 en el área de las superficies de elemento 411 y en el área de la superficie 40 están separadas unas de otras en la dirección del eje z, con una altura h, de modo que la primera distancia, es decir la separación δ_1 de las superficies de elemento 411, desde la superficie 40, posee igualmente el valor h.

[0140] La luz 50 que, desde el aire, incide sobre el elemento decorativo 2 en un ángulo de incidencia α^* se refracta en la capa plástica 23, impactando de ese modo en los elementos base 41, así como en la superficie base 40 de la microestructura 4, bajo el ángulo α , considerando la refracción de la luz. De este modo aplica la ley de refracción de

$$\text{sen}(\alpha^*) = n_1 \times \text{sen}(\alpha)$$

[0141] La luz 50 que incide sobre la microestructura interactúa en dos vías con la microestructura 4. En primer lugar, la luz incidente 50, debido a la reflexión en la capa de reflexión 24, se refleja en los planos determinados por las superficies de elemento 411 y la superficie base 40, separados con la distancia δ_1 y, con ello, con el valor h. De este modo aplica la ley de reflexión de ángulo de incidencia = ángulo inicial. La luz reflejada por esos dos planos interfiere de forma constructiva y de forma destructiva. Una interferencia constructiva resulta para la longitud de onda λ , cuando:

$$\lambda = 2 \times n_1 \times h \times \cos(\alpha)$$

Para el ángulo α de 20 grados y $n_1 = 1,5$ resulta así por ejemplo una impresión de color azul en la reflexión directa, es decir, en el orden de difracción cero, cuando la altura $h = 160$ nm. Una impresión de color verdosa resulta para $h = 195$ nm y una impresión de color rojiza para $h = 230$ nm. Dependiendo de la distancia 61 y, con ello de la altura h de la microestructura, así como del índice de refracción n_1 , se produce de este modo una impresión de color diferente en el caso de una observación del elemento decorativo 2 en el orden de difracción cero. Preferentemente, la altura h se ubica en el rango de 150 nm a 1000 nm, de forma especialmente preferente entre 200 nm y 600 nm.

10 **[0142]** De manera análoga, desde la microestructura 4 , en el área 31 o en una subárea del área 31 , en el caso de una observación por luz transmitida, en la transmisión mediante interferencia, se genera un color en el orden de difracción cero. A diferencia de la conformación del elemento decorativo 2 según la figura $3a$, la capa de reflexión 24 no puede estar proporcionada en esa área, de modo que aquí la microestructura 4 está incorporada directamente entre las capas plásticas 23 y 25 .

15 **[0143]** La condición de interferencia depende entonces también de n_2 . Sin una capa de reflexión 24 y no atendiendo a la refracción de la luz en la superficie límite entre las capas plásticas 23 y 25 resulta una interferencia constructiva entre las partes de la luz incidente 50 , transmitida a través de los elementos base 41 y la superficie 40 , en una primera aproximación, cuando:

20

$$\lambda = \frac{|n_1 - n_2| \times h}{\cos(\alpha)}$$

[0144] Para un ángulo α de 20 grados y $n_1 = 1,40$ y $n_2 = 1,65$, resulta una impresión de color azul en el caso de una observación por luz transmitida en el orden de difracción cero, cuando la altura $h = 1710$ nm. Resulta verdoso para $h = 2070$ nm y rojizo para $h = 2440$ nm.

25 De manera alternativa se utiliza una capa de reflexión 24 transparente con índice de refracción elevado.

[0145] Junto con la interferencia debido a la selección especial de la distancia 61 se produce al mismo tiempo además la dispersión de la luz debido a la extensión lateral, por ejemplo debido a la extensión lateral Δx de los elementos base, del modo antes descrito. Debido a la extensión lateral seleccionada de los elementos base, del modo antes descrito, de forma paralela con respecto al plano base, se produce una radiación dispersa. Las estructuras en el orden de magnitud de los elementos base 41 dispersa de este modo luz multiplicada en la dirección de avance. La luz dispersa desde los elementos base 41 dispuestos de forma irregular se distribuye en un rango angular espacial alrededor de los haces de luz reflectados directamente o bien de los haces de luz transmitidos directamente, es decir alrededor del orden de difracción cero. La extensión lateral de los elementos base determina de este modo el rango angular en el cual, por la microestructura, es generada luz dispersa alrededor del orden de difracción cero. Cuanto más grande es la extensión lateral de los elementos base 41 , tanto más intensamente marcada en la dispersión de avance. Por consiguiente, el ángulo de dispersión β que rodea el área angular, en donde a través de la microestructura la luz se desvía a través de dispersión desde el orden de difracción cero, es más reducido cuanto más grandes son los elementos base 41 .

[0146] La figura $3b$ y la figura $3c$ ilustran ese efecto. La figura $3b$ muestra una vista superior de dos elementos base 41 que representa la dispersión de avance, marcada con diferente intensidad, de dos elementos base 41 realizados de tamaño diferente a modo de ejemplo. La figura $3c$ muestra una representación en sección correspondiente del elemento decorativo 2 con las capas plásticas 23 y 25 , así como con la capa de reflexión 24 y la microestructura 4 con los elementos base 41 y la superficie base 40 . La luz 50 que incide bajo el ángulo α^* se refleja en este caso en primer lugar directamente desde el elemento decorativo, en el orden de difracción cero, generando así la luz 53 . Además, a través de la microestructura 4 se genera luz dispersa 54 en un rango angular β , alrededor de la luz 53 reflectada en el orden de difracción cero.

50

[0147] Una generación correspondiente de luz dispersa se provoca de forma análoga también en el caso de una microestructura 4 diseñada para una observación por luz transmitida, de modo que aquí se remite igualmente a las explicaciones anteriores.

55 **[0148]** Los elementos base 41 diseñados de forma isótropa, como los elementos base mostrados en las

figuras 2a y 2c, generan luz dispersa 54 hasta el ángulo de dispersión β . El ángulo de dispersión β se da en este caso a través de la longitud mínima de la proyección del elemento base 41 utilizado sobre el plano base y, con ello, se da a través de la dimensión lateral correspondiente del elemento base 41, determinado por ejemplo a través del diámetro del círculo, en el caso de una proyección del elemento base sobre el plano base, en forma de un disco circular. Preferentemente, el ángulo β se ubica en el rango de +/- 30 grados y de modo más preferente de +/- 15 grados.

[0149] Cuando la luz incidente 50 es luz blanca y todos los materiales de las capas 23, 24 y 25 son reflectantes de forma transparente de color neutral o bien de color neutral, la luz dispersa 54 presenta mayormente la impresión de color complementaria en comparación con el haz de luz 53 que puede observarse en el orden de difracción cero. Debido a la conservación de energía, en este caso la luz blanca incidente debe dividirse en la luz 53 que se refleja de forma directa y la luz dispersa 54, lo cual conduce a la impresión de color complementaria. La luz incidente 50 que no pasa de forma constructiva a la reflexión directa o bien transmisión y que no se absorbe, mayormente puede encontrarse en la luz dispersa. Si la luz dispersa aparece por ejemplo verdosa, la luz que se refleja directamente en el orden de difracción cero aparece violeta. La impresión de color complementaria se produce ante todo cuando la capa de reflexión 24 se compone de un material reflectante de color neutral, como por ejemplo aluminio o plata. Por ejemplo, el aluminio refleja así luz sobre todo el rango espectral visible, con aproximadamente 90% de eficiencia y, con ello, es adecuado para la realización de impresiones de color complementarias. En cambio, el cobre posee una absorción más intensa en el rango espectral de onda corta, es decir azul, y de manera correspondiente modifica las impresiones de color, porque el cobre no refleja de color neutral.

[0150] Junto con el posicionamiento pseudoaleatorio de los elementos base 41, de manera adicional, puede modificarse también de forma pseudoaleatoria el tamaño de los elementos base. Por ejemplo, la figura 4 muestra una vista superior de la microestructura 4 con la superficie base 40, los elementos base 41 y las superficies de elemento 411. Las superficies de elemento 411 de los elementos base 41 tienen aquí una conformación cuadrada, donde el tamaño de los cuadrados, de elemento base 41 a elemento base 41, varía en un rango de variación predeterminado. Para la variación del tamaño superficial de la proyección de los elementos base 41 sobre el plano base, de manera preferente, se modifica la dimensión de la proyección del respectivo elemento base sobre el plano base, en la dirección del eje x y/o del eje y, de forma pseudoaleatoria, dentro de un rango de variación predeterminado. De este modo, por ejemplo, se modifica la dimensión lateral Δx de las superficies de elemento o bien de la proyección del elemento base en la dirección x, o la dimensión lateral de las superficies de elemento o de la proyección del elemento base en la dirección y, de forma pseudoaleatoria, en un rango de variación de por ejemplo 1 μm a 10 μm .

[0151] Junto con el posicionamiento de los elementos base, la separación de los elementos base del siguiente elemento base contiguo, el tamaño superficial de la proyección del elemento base sobre el plano base, es posible también además modificar la forma de la proyección del elemento base sobre el plano base o en la dirección preferente lateral de la proyección del elemento base sobre los planos base, de forma pseudoaleatoria, dentro de un rango de variación predefinido. Además, también es posible que sólo esté modificado de forma pseudoaleatoria uno de los parámetros antes mencionados, dentro de un rango de variación predeterminado.

[0152] En las explicaciones anteriores se describieron elementos base 41 que conforman elementos base simétricos en el sentido de que su proyección sobre el plano base, en una dirección que se sitúa verticalmente sobre el plano base, posee una forma superficial simétrica. Sin embargo, se considera especialmente preferente la utilización de elementos base asimétricos, en los cuales la proyección del respectivo elemento base sobre los planos base presenta una forma asimétrica con una dimensión lateral en una dirección preferente que se sitúa en el plano base, la cual es más grande que la dimensión lateral de la proyección de forma transversal con respecto a la dirección preferente, de modo preferente 50 % más grande, preferentemente más grande que el 80%, de modo aún más preferente más de 2 veces y en particular más de 5 veces más grande que la dimensión de forma transversal con respecto a la dirección preferente. Con elementos base asimétricos de esa clase pueden lograrse efectos ópticos complejos.

[0153] La figura 5a, de este modo, muestra un área 312 del elemento decorativo 2, en donde la microestructura 4 comprende una pluralidad de elementos base 41 que poseen una conformación asimétrica. La proyección de los elementos base 41 sobre el plano base o bien las superficies de elemento, poseen así una conformación diseñada alargada, por ejemplo en forma de elipse, cuyo eje longitudinal, tal como se muestra en la figura 5a, define una dirección preferente 418. Los elementos base 41 en el área 312 están conformados de forma idéntica, de modo que las direcciones preferentes 418 de los elementos base 41 en el área 312 están alineadas

paralelamente unas con respecto a otras. Además, los elementos base 41 están posicionados de forma pseudoaleatoria sobre la superficie base 40, del modo antes explicado.

[0154] El ángulo de dispersión β_{x-z} , en el caso de una iluminación y observación en el plano x/z, y el ángulo de dispersión β_{y-z} en el caso de una iluminación y observación en el plano y/z se diferencia en el área 312, como se representa en las figuras 6a y 6b. La figura 6a muestra de este modo una representación de la microestructura 4 con los elementos base 41 y la superficie base 40 en el área 312, en el caso de una iluminación y de una observación en el plano x/z, y en la figura 6b en el caso de la iluminación y observación en el plano y/z. Puesto que el ángulo de dispersión β , del modo antes descrito, depende de la dimensión lateral de los elementos base en la dirección de observación/ de iluminación, los ángulos de dispersión β_{x-z} se diferencian tal como se representa en las figuras 6a y 6b. Esto conduce al hecho de que la impresión de color de la luz dispersa se modifica en el caso de una rotación del elemento de seguridad en el plano x/y, es decir en el caso de una rotación alrededor del eje z, manteniéndose el ángulo de observación. Por ejemplo, la luz dispersa, en el caso de una observación en el plano x/z, puede aparecer de color cian o bien en azul claro o turquesa, y en el caso de una rotación en el plano y/z, puede modificarse a azul oscuro/verde o bien verde oscuro. El efecto aparece en este caso a modo de un color que se presenta de forma anisótropa-mate.

[0155] La figura 5b muestra el diseño de la microestructura 4 en un área 313 del elemento decorativo 2. La microestructura 4 presenta aquí una pluralidad de elementos base 41 y la superficie base 40. Los elementos base 41 están conformados igualmente como elementos base asimétricos. Sin embargo, los elementos base 41 no están aquí posicionados sólo de forma pseudoaleatoria en el plano base, sino también su dirección preferente 418 se encuentra modificada igualmente de forma pseudoaleatoria dentro de un rango de variación predefinido de elemento base a elemento base. En este caso no se produce una modificación de la luz dispersa en el caso de una rotación del elemento decorativo. No obstante, el rango angular de dispersión es más grande en comparación con elementos base simétricos. La variación pseudoaleatoria de la dirección preferente de los elementos base 41 puede comprender todo el rango angular de 180 grados negativos hasta 180 grados positivos. Sin embargo, el rango angular puede también estar limitado y en este caso, tal como ya se explicó anteriormente, puede ubicarse preferentemente entre 90 grados negativos y 90 grados positivos, de forma aún más preferente entre 30 grados negativos y 30 grados positivos.

[0156] La figura 5c muestra otro ejemplo de realización del diseño de la microestructura 4 en las áreas 31 y 32 del elemento decorativo 2.

[0157] En este ejemplo de realización, el área 31 o el área 32 presenta una o varias primeras celdas 314, en donde los elementos base 41 están diseñados como elementos base asimétricos con una primera dirección preferente, y una o varias segundas celdas 315, en donde los elementos base están diseñados como elementos base asimétricos con una segunda dirección preferente. En las primeras celdas 314, los elementos base presentan así una dirección preferente 418 idéntica. Del mismo modo, los elementos base, en una o varias segundas celdas 315, presentan direcciones preferentes 415 idénticas. Como se muestra en la figura 5c, la dirección preferente de los elementos base 41 en una o varias primeras celdas 314 y en una o varias segundas celdas 315, está seleccionada diferente. Sin embargo, en las primeras y segundas celdas, en el caso de una rotación del elemento decorativo 2 alrededor de una dirección que se sitúa perpendicularmente con respecto al plano base, se genera un efecto óptico como el antes descrito, en un desplazamiento angular correspondiente de unas con respecto a otras, de modo que las primeras y las segundas celdas generan efectos ópticos diferentes. Además, también es posible proporcionar en el área 31 o bien 33 no sólo primeras y segundas celdas, sino también una o varias terceras celdas, en donde los elementos base están diseñados como elementos base simétricos. La figura 5d muestra un ejemplo de realización de una conformación de esa clase de un área de la microestructura 4 del elemento decorativo 2 con una primera celda 314 y una tercera celda 316, en donde los elementos base 41 están diseñados como elementos base simétricos.

[0158] Además, también es posible proporcionar otras celdas que estén diseñadas como las primeras y las segundas celdas, y en las cuales la dirección preferente de los elementos base se diferencia de la dirección preferente de las primeras y las segunda celdas, y combinar esas celdas del modo deseado con las primeras y segundas celdas. Preferentemente, el tamaño de las celdas es superior a 300 μm , de modo más preferente superior a 500 μm , de modo más preferente superior a 1 mm y en particular superior a 5 mm. En una forma de realización con celdas con dimensiones en el rango macroscópico se generan efectos de movimiento en el caso de una rotación, por ejemplo efectos a modo de "una barra ondulante". Para generar un efecto "de barra ondulante" es posible por ejemplo ubicar unas junto a otras varias celdas alargadas con los elementos base asimétricos, donde la dirección preferente de los elementos base varía permanentemente de celda a celda, por ejemplo en pasos de 10

grados. El tamaño de las celdas alargadas es por ejemplo de 20 mm en la dirección longitudinal y de 500 μm en la dirección transversal. Si 19 celdas de esa clase se disponen unas junto a otras, donde la dirección preferente de la primera celda es 0 grados y la dirección preferente de las otras celdas aumenta en pasos de 10 grados, entonces la celda central presenta la dirección preferente de 90 grados y la última celda de 180 grados (o bien nuevamente 0 grados). Si ahora un elemento decorativo de una forma de realización de esa clase se observa en el caso de un ángulo de inclinación fijo adecuado, y después se rota, la claridad de la impresión de color varía como una banda luminosa sobre el elemento decorativo.

[0159] De acuerdo con un ejemplo de realización alternativo de la invención, el tamaño de las primeras, segundas y terceras celdas 314 a 316 se selecciona por debajo del límite de resolución del ojo humano, preferentemente inferior a 300 μm y de modo aún más preferente inferior a 100 μm . En el caso de una conformación de esa clase de las celdas 314 a 316, como impresión de color de la luz dispersa resulta una mezcla a partir de los efectos de las celdas individuales 314 a 316. En esa conformación el elemento decorativo contiene un elemento de seguridad oculto. En el caso de la observación bajo un microscopio se diferencia la claridad de las distintas celdas cuando la resolución está seleccionada suficientemente elevada.

[0160] Además, también es posible diseñar las formas de los elementos base de otro modo que en los ejemplos de realización precedentes según la figura 2a a la figura 6b. La proyección de los elementos base sobre el plano base puede de este modo poseer por ejemplo las conformaciones mostradas como ejemplo en la figura 7, presentando así por ejemplo la forma de un disco circular, de un cuadrado, de una elipse, de un rectángulo, de un hexágono, de un signo de moneda, de un signo de denominación, de una letra, la forma de un símbolo, por ejemplo una forma de corazón, una cruz, un anillo, un círculo con nanotexto o una estrella. Los elementos base o bien su proyección sobre los planos base pueden además formarse también por letras y símbolos que, debido a la disposición de los elementos base sobre el plano base, constituyen un microtexto. Preferentemente, los elementos base que forman el microtexto presentan una variación pseudoaleatoria del posicionamiento de los elementos base en la primera área o en al menos una primera subárea de la primera área, donde el microtexto es legible a pesar de la variación. La forma de los elementos base o bien la forma de la proyección de los elementos base sobre el plano base, de este modo, puede proporcionar también una característica de seguridad oculta en el elemento decorativo 2. A través del análisis del elemento decorativo, por ejemplo mediante técnica de microscopio óptica, puede comprobarse la conformación de los elementos base o bien la conformación de la proyección de los elementos base sobre el plano base, verificando así la característica de seguridad oculta. Además, la disposición de una forma de los elementos base puede portar también una información oculta. Por ejemplo, si la microestructura, en un 95 %, se forma a partir de elementos base de una forma - por ejemplo círculos - y en un 5% de elementos base de otra forma - por ejemplo cruces -, entonces la disposición de las cruces puede ser la información oculta.

[0161] Según otra forma de realización también es posible que los elementos base 41 no sólo presenten una superficie de elemento, sino también varias superficies de elemento que influyen la interferencia de la luz incidente y, con ello, la generación del color. A continuación, una forma de realización de esa clase se describe a modo de ejemplo mediante las figuras, figura 8a y figura 8b.

[0162] La figura 8a muestra una representación tridimensional del sector de la microestructura 4 en una de las áreas 31 y 32. La microestructura 4 presenta aquí la superficie base 40, así como una pluralidad de elementos base 41, de los cuales en la figura 8a se muestran cuatro partes. Los elementos base 41 no sólo presentan respectivamente la superficie de elemento 411, sino también otras superficies de elemento 412 y 413. Esas superficies de elemento 412 y 413 están igualmente dispuestas respectivamente en lo esencial de forma paralela con respecto a la superficie base 40 y además están separadas en la dirección del eje z, desde la superficie base, en el caso de la disposición de los elementos base 41 en una de las primeras zonas, con un múltiplo de la primera distancia, por tanto de la distancia 61. Las superficies de elemento 412 y 413 están separadas una de otra, así como de la superficie de elemento 411, igualmente con la distancia h, de modo que la condición de interferencia, tal como ésta ha sido explicada antes mediante la figura 3a, se cumple igualmente para las superficies de elemento 412 y 413. Preferentemente, la superficie de las superficies de elemento 411, 412 y 413 es en lo posible del mismo tamaño. Es decir que la parte de superficie de cada nivel, incluyendo la superficie base, es aproximadamente del mismo tamaño, por ejemplo en el caso de elementos base de cuatro niveles, aproximadamente 1/4.

[0163] La figura 8b muestra una representación en sección correspondiente de un sector del elemento decorativo 2 con las capas plásticas 23 y la capa de reflexión 24. La luz incidente 50 bajo el ángulo α se refleja aquí en el orden de difracción cero como luz 53, donde los haces de luz reflejados en las superficies base 40, en las superficies de elemento 411, en las superficies de elemento 412 y en las superficies de elemento 413 se superponen y, a través de interferencia constructiva o destructiva, desde la microestructura 4, se genera un color. Los elementos

base 41 pueden aquí no sólo estar realizados de tres niveles, sino también de dos niveles o de más niveles, presentando así junto a la superficie de elemento 411 una u otras varias superficies de elemento que, preferentemente, están dispuestas del modo antes explicado.

5 **[0164]** La pureza del color, en el caso de una observación en el orden de difracción cero, se incrementa a través de la introducción de esos otros planos. En ese caso se considera preferente que las partes de superficie de las distintas superficies de elemento en la proyección del elemento base 41 sobre el plano base sean iguales, debido a lo cual resultan también los colores más puros. La altura h , en la cual están separadas las otras superficies de elemento 412 y 413, es preferentemente la misma. Preferentemente, la altura h se ubica en el rango de 150 nm a 1000 nm, y de forma especialmente preferente en el rango de 200 nm a 600 nm. La posibilidad de varios niveles ofrece la ventaja de una interferencia constructiva mejor orientada y, con ello, de una impresión de color más intensa. Cuanto más grande es la cantidad de superficies de elemento separadas, tanto más estrecho se vuelve el espectro de la luz reflejada de forma constructiva. La cantidad de las superficies de elemento de los elementos base, separadas unas de otras, está seleccionada preferentemente en el rango de 2 a 6.

15 **[0165]** Con respecto a la conformación de la proyección de los elementos base sobre el plano base, así como con respecto al posicionamiento de los elementos base en el plano base, aplica lo explicado anteriormente con relación a los elementos base 41, de forma correspondiente. De este modo, la proyección de los elementos base 41 puede poseer la conformación mostrada en las figuras, figura 7, figuras 5a a 5d, figura 4 y figura 2a hasta figura 2c. Preferentemente, además, las otras superficies de elemento y la superficie de elemento 411 están conformadas de modo que éstas producen una estructura concéntrica, en forma de pirámide, de modo que las superficies de elemento 411 y 412 poseen una conformación en forma de banda, que sigue el contorno externo. Preferentemente, la parte de superficie de las superficies de elemento es del mismo tamaño. Según la invención, la microestructura presenta en las áreas 31 y 32, o bien en una o varias subáreas de las áreas 31 y 32, una disposición periódica de elementos base 41, cuya proyección sobre el plano base posee preferentemente una conformación idéntica. La proyección de los elementos base sobre el plano base posee preferentemente la forma de barras o puntos. Además, los elementos base se suceden preferentemente de forma periódicamente isótropa o de forma pseudoisótropa en la dirección de un ángulo azimutal, el cual describe así la dirección espacial de la sucesión en el plano x/y . La distancia de las superficies de elemento de los elementos base, desde la superficie base, en este caso preferentemente es constante.

[0166] La figura 9a y figura 9b ilustran ahora a modo de ejemplo una forma de realización de esa clase. La figura 9a muestra una vista superior de una subárea de la microestructura 4 que conforma una celda 320. La celda 320 comprende varias subáreas 321, en las cuales los elementos base 41 se suceden unos a otros de forma periódica. Esto se explica a modo de ejemplo en la figura 9b. De este modo, en las áreas 321, la microestructura 4 presenta la superficie base 40 y los elementos base 41 con las superficies de elemento 11 y los flancos 410. Los elementos base 41 están realizados aquí en forma de barras, cuya sección transversal se muestra en la representación inferior de la figura 9b, y cuya extensión en el plano x/y se indica en las figuras, figura 9a y figura 9b, a través de una línea correspondiente. La sección transversal de los elementos base 41 de la respectiva subárea 321 es idéntica en este caso y sigue la proyección de los elementos base 41 sobre el plano base, como se indica en las figuras, figura 9a y figura 9b, de forma periódica unas a otras, en la dirección de un respectivo ángulo azimutal 419. De este modo, la microestructura 4 en las subáreas 321 está determinada respectivamente por los parámetros-ángulo azimutal 419, a través de la forma de los elementos base, por ejemplo la conformación en forma de estrella según la representación inferior según la figura 9b, y a través de la frecuencia espacial y con ello, el período, en el cual se suceden, unos a otros, los elementos base 41 en la dirección del ángulo azimutal 419.

[0167] Preferentemente, ahora uno o varios de los parámetros - ángulo azimutal, forma de los elementos base y/o frecuencia espacial de las subáreas 321 dispuestas en la celda 320, varía de subárea 321 a subárea 321, de forma pseudoaleatoria, dentro de un rango de variación predefinido para la celda 320.

50 **[0168]** La celda 320 mostrada en la figura 9a, de este modo, presenta por ejemplo subáreas 321, en las cuales el ángulo azimutal 419 y, con ello, la orientación de los elemento base 41 en las distintas subáreas 321, está modificado de forma aleatoria. De este modo, por ejemplo, el ángulo azimutal varía de forma pseudoaleatoria y, con ello, de forma isótropa, entre 0 y 180 grados, en pasos de 15 grados. La distancia de las superficies de elemento de los elemento base 41 en las subáreas 321 preferentemente es constante en este caso, pero sin embargo también puede variar igualmente de forma pseudoaleatoria.

[0169] La alineación pseudoaleatoria del ángulo azimutal 419 puede comprender todo el rango angular de 180 grados negativos hasta 180 grados positivos. Sin embargo, se considera ventajoso limitar el rango angular y,

con ello, el rango de variación de la variación pseudoaleatoria. De este modo, se considera más preferente variar el ángulo azimutal 419 entre 90 grados negativos y 90 grados positivos, de modo aún más preferente entre 30 grados negativos y 30 grados positivos.

5 **[0170]** Además, se considera también ventajoso diseñar la microestructura 4 en las áreas 31 y 32, así como en subáreas de las áreas 31 y 32, en forma de una rejilla circular, en donde los elementos base 41 poseen preferentemente una conformación cilíndrica circular.

[0171] En general, para las microestructuras antes explicadas aplica que los períodos, en los cuales los elementos base 41 se suceden unos a otros de forma periódica, se ubican preferentemente en el rango de 0,75 μm a 10 μm . El tamaño de las subáreas 321 se ubica preferentemente en el rango de 5 μm a 100 μm y, de modo aún más preferente, entre 10 μm y 30 μm . El tamaño de las celdas 320 se selecciona preferentemente entre 0 mm y 300 μm , de modo aún más preferente entre 80 μm y 200 μm . También aquí el elemento base conforme a las realizaciones según las figuras 8a y 8b puede estar diseñado de varios niveles, con varias superficies de elemento. 10
15 Los varios niveles pueden ser simétricos - es decir, como una escalera que sube y que después baja otra vez - o asimétricos - es decir, como una escalera que sólo sube o sólo baja. Preferentemente, la distancia de las superficies de elemento 411 desde la superficie base 40 se ubica en el rango de 150 nm a 2000 nm, de modo aún más preferente en el rango de 200 nm a 1000 nm y de modo aún más preferente en el rango de 200 nm a 500 nm.

20 **[0172]** A diferencia de las formas de realización explicadas mediante las figuras, figura 2a a figura 8b, en el elemento decorativo según la figura 9a y la figura 9b, la impresión de color complementaria no aparece en la luz dispersa, sino en la difracción en primer orden y parcialmente en un orden más elevado. La difracción no aparece en este caso como efecto de arco iris, o al menos sólo atenuada en alto grado. Debido a la conservación de energía, una gran parte de la luz que se desvía de forma no constructiva en el orden de difracción cero pasa hacia el primer 25
orden de difracción o a un orden de difracción más elevado, de modo que la impresión de color, al menos en el caso de una observación por fuera del orden de difracción cero, se determina ampliamente a través de la impresión de color complementaria del color, en el caso de una observación en el orden de difracción cero. Preferentemente, el período y la conformación de los elementos base 41 pueden seleccionarse aquí de modo que una gran parte de la luz desviada desde el orden de difracción cero se desvía en un rango angular β de +/- 30 grados alrededor del orden 30
de difracción cero, para lograr el efecto óptico ventajoso anteriormente explicado.

[0173] Según otra forma de realización no indicada en las reivindicaciones, en las áreas 31 o bien 32, o bien en una subárea de las áreas 31 y 32, los elementos base 41 de la microestructura 4 están posicionados siguiendo una función no periódica. La figura 10, a modo de ejemplo, muestra una vista superior de un área 322 del elemento 35
decorativo 2, la cual genera la información óptica mostrada en la figura 10a, mediante una disposición de esa clase de los elementos base. La figura 10b muestra un espectro asociado de una primera impresión de color, así como el diagrama de color correspondiente. La profundidad de la estructura es $h = 350 \text{ nm}$, y la estructura se acerca al aire, es decir $n = 1,0$. Los elementos base están dispuestos con una distancia 61 de las superficies de elemento 411 y la superficie base 40 de 330 nm, y la disposición de los elementos base sobre el plano base, así como la conformación 40
de la proyección de los elementos base sobre el plano base, están conformados como se explica a continuación mediante las figuras, figura 11a a figura 11d. Para el observador, de este modo, en el área 322 es visible la forma de un objeto tridimensional, por ejemplo de la llave mostrada en la representación según la figura 10a. En las áreas del objeto tridimensional que muestran una curvatura intensa, la representación del objeto tridimensional aparece azulada. En las otras áreas, el objeto tridimensional aparece de color amarillo. En el caso de una inclinación del 45
elemento decorativo, las superficies que aparecen de azul y amarillo se modifican de modo correspondiente, de modo que se visualiza una impresión tridimensional del objeto tridimensional, desde el elemento decorativo.

[0174] La figura 11a muestra ahora una vista superior de un sector del área 322, en el caso de una observación perpendicular con respecto al plano extendido desde el plano base. La figura 11b muestra una 50
representación en sección correspondiente del elemento decorativo 2 en una subárea del área 322, a lo largo de la línea A-A' de la figura 11a.

[0175] En la subárea 322, el elemento decorativo 2 presenta de este modo las capas plásticas 23 y 25, así como la capa de reflexión 24. Además, se proporciona la microestructura 4 que en la subárea 322 presenta la 55
superficie base 40, así como los elementos base 41, cuyas superficies de elemento 411 están separadas de la superficie base 40 en la distancia 61, en la dirección del eje z. En este caso, los elementos base 41 en general no están dispuestos en una sucesión periódica - como se muestra en las figuras, figura 11a y figura 11b - y se diferencian además también por la conformación y el tamaño de las proyecciones sobre el plano base. La disposición de los elementos base 41 y la dimensión de la superficie de las proyecciones de los respectivos

elementos base 41 en el área 322 están determinadas en este caso por una función que describe una estructura de difracción binaria, la cual desvía la luz incidente, según una superficie de forma libre tridimensional predefinida, con uno o varios elementos de forma libre. Un elemento de forma libre de esa clase puede formarse por ejemplo por un sector de una superficie de un objeto tridimensional, tal como tiene lugar por ejemplo en la representación según la figura 10. Aquí el elemento de forma libre está formado por un sector de la superficie de un objeto tridimensional, a saber, de una llave. Además, también es posible que elementos de forma libre sean elementos de forma libre que generan efectos de aumento, de reducción y/o de distorsión en forma de un signo alfanumérico, de una figura geométrica o de otro objeto.

10 **[0176]** La estructura de difracción binaria puede generarse por ejemplo mediante un proceso de enmascarado litográfico o mediante un proceso de registro directo litográfico (por ejemplo (Ebeam o Laserwriter). De este modo, por ejemplo es posible detectar ópticamente la superficie tridimensional del elemento de forma libre y, en función de la respectiva curvatura del objeto tridimensional, variar las separaciones de los elementos base y el tamaño de superficie de la proyección de los elementos base, para generar así por ejemplo una representación
15 según la figura 10. Las proyecciones de los elementos base o bien las superficies de elemento de los elementos base, de este modo se seleccionan en función del curvado del objeto tridimensional, donde en el área de un curvado marcado, la separación de los elementos base, así como la dimensión de la superficie de las proyecciones, o bien de las superficies de elemento, se reducen transversalmente con respecto al desarrollo del curvado. De este modo resulta una disposición que se extiende esencialmente de forma concéntrica, de las proyecciones o bien superficies
20 de elemento, paralelamente con respecto a las áreas de curvado marcado, donde la separación de los elementos base, así como las extensiones superficiales de las proyecciones de los elementos base varían transversalmente con respecto a las áreas de los curvados, y poseen mínimas en el área de los curvados más grandes.

[0177] La figura 11a y la figura 11b muestran a modo de ejemplo un sector de una disposición de esa clase
25 de los elementos base. Los elementos base 41 que contribuyen principalmente a la impresión de color en el área de los curvados de las superficies de forma libre presentan una extensión lateral en el plano x/y en al menos una dirección, en el rango de 0,25 μm a 500 μm , preferentemente entre 4 μm y 100 μm . La anchura de los elementos base 41 en el sector mostrado en la figura 11a, así como la separación de los elementos base, asciende de este modo, a lo largo de la línea de corte A-A', a dimensiones del rango antes mencionado. La variación de la anchura de
30 los elementos base 41, así como de los espacios intermedios entre los elementos base 41, sigue aquí una función (x, y) que refleja la forma de la superficie de forma libre y - del modo antes expuesto - refleja la modificación del aumento de la superficie de forma libre con respecto al eje z. La distancia 61 de las superficies de elemento 41, desde la superficie base 40, se selecciona del modo antes expuesto. De manera llamativa, mediante prototipos producidos de forma práctica, se ha demostrado que a través de la selección marcadamente mayor de la profundidad de la estructura 61, según los principios antes planteados, el efecto óptico de una superficie de forma
35 libre tridimensional sólo se modifica de forma mínima y genera una información de color adicional. A través de la selección correspondiente de la distancia 61, del modo antes expuesto, el primero o el orden de difracción más elevado mantienen una modulación del color que se presenta como un color no correspondiente al arco iris, con el efecto que permanece invariable, de una superficie de forma libre tridimensional. El primer orden de difracción
40 presenta mayormente una

[0178] impresión de color complementaria en comparación con el haz de luz reflectado de forma directa. La luz incidente que se refleja de forma constructiva en el orden de difracción cero, o se dispersa, se encuentra otra vez ampliamente en el primer orden de difracción. A través de la dotación del efecto de una superficie de forma libre
45 de esa clase, con un color definido, no sólo resulta una coloración simple, sino una interacción visualmente muy atractiva de efectos de color con efectos espaciales de una superficie de forma libre tridimensional, similar a los efectos de color estructurales que se presentan en la naturaleza, en parte que aparecen como metálicos, en ciertas alas de mariposas (por ejemplo la mariposa morfo azul). Esa interacción de efectos de color y efectos de la superficie de forma libre tridimensional es muy importante para la percepción visual. De este modo, la llave
50 representada en la representación según la figura 10a en el área 322, determinada en su perceptibilidad esencialmente a través de las partes difractadas en el primer orden y modificadas en cuanto al color, de la luz reflectada, la cual aparece azulada, y a través de la luz reflectada en el orden cero, la cual aparece amarillenta, pasa más bien a un segundo plano en la percepción.

55 **[0179]** La figura 11c y la figura 11d ilustran así el efecto diferente de la microestructura 4, en el caso de una modificación correspondiente de la distancia entre superficies de elemento 411 y la superficie base 40, en correspondencia con la distancia 61 ($h = 300 \text{ nm}$) en la figura 11d, y en el caso de una selección más reducida de la distancia ($h = 100 \text{ nm}$) en la figura 11c. Una microestructura según la figura 11c, en el rango espectral visible, no muestra una dependencia marcada de la eficiencia de difracción desde la longitud de onda y, con ello, un efecto de

color de arco iris conocido en el caso de una observación con el ojo humano. Una microestructura de esa clase no muestra prácticamente ningún efecto de color evidente en el sentido de la invención, el cual se presenta primero en el caso de una dependencia claramente marcada de la eficiencia de difracción, por la longitud de onda, tal como se representa por ejemplo en la figura 11d.

5

[0180] Otra variante, no indicada en las reivindicaciones, de una disposición de los elementos base 41 según una función no periódica, se describe a continuación mediante la figura 12.

[0181] En este caso se calcula un holograma de uno o de varios objetos virtuales 2D y/o 3D, e idealmente se calcula tanto la amplitud, como también la fase del holograma, y se binariza el holograma. Como función se utiliza así por ejemplo un holograma binario generado por ordenador (CGH = holograma generado por ordenador), por ejemplo un kinoform.

[0182] La figura 12a muestra la binarización mediante un posible desarrollo de fases 600 de un holograma generado por ordenador. Se muestra una representación esquemática de una sección con altura en la dirección z, como función de la posición en la dirección x/y. En la binarización, el valor de fase, por encima de un valor límite 60 que está indicado a través de una línea discontinua, se fija en un valor máximo de la altura y por debajo de un valor mínimo de la altura. Tal como se muestra en la representación inferior de la figura 12a, resulta de este modo una función binaria. La diferencia entre el valor máximo de la altura y el valor mínimo de la altura se selecciona ahora en correspondencia con la distancia 61 determinada anteriormente, determinando así la impresión de color del área correspondiente del elemento decorativo 2. La longitud de onda óptima para la reconstrucción del holograma es dos veces la altura del nivel multiplicado por el índice de refracción del medio circundante, donde aquí está seleccionada como altura del nivel la distancia 61. En esta forma de realización de la invención, la ocupación de la superficie se determina por la información del holograma y por el algoritmo de binarización.

25

[0183] Un ejemplo de un holograma binario generado por ordenador se muestra esquemáticamente en las figuras 12b y 12c.

[0184] En la figura 12b a la izquierda se muestra el modelo que se utiliza para calcular el holograma. En este caso, éste es la letra "K". En el centro se muestra la imagen objetivo 602 deseada en base a dicho modelo 601, la cual se calcula como holograma. La K se suspende en este caso detrás del plano del holograma, donde el borde derecho de la K se encuentra más cerca del plano del holograma que el borde izquierdo. Esto se insinúa a través del sombreado. A la derecha se muestra después la reconstrucción 603 de la binarización del holograma calculado, generado por ordenador.

35

[0185] La figura 12c muestra esquemáticamente la respectiva sección 611, 612 o bien 613, es decir, una sección en el plano x/z. A la izquierda, es decir en la sección 611, se sitúa la K 614 en el plano del holograma. En el centro, es decir en la sección 612, la K 614 se representa detrás de plano del holograma 615. A la izquierda, en la figura 12c, se representa la sección 613 de la reconstrucción del holograma a través del holograma binario, generado por ordenador. Puesto que el holograma es binario, no se produce sólo la imagen objetivo, por tanto la K 614, detrás del plano del holograma 615, sino también la imagen especular 614' que parece estar suspendida delante del plano del holograma 615.

[0186] La reconstrucción con profundidad y la superposición de las dos imágenes, junto con el efecto de color en forma de la "K", conduce adicionalmente además a un efecto de movimiento en el caso de una inclinación. Usualmente, sin embargo, en la reconstrucción predomina la K reconstruida para la cual fue calculado el holograma, aquí la K posterior, véase también la figura 12d, la cual muestra una foto de un holograma binario de esa clase.

[0187] Además, en la conformación antes descrita de la microestructura según las figuras, figura 11a a figura 12a - c, es posible también no sólo utilizar elementos base con una superficie de elemento, sino también elementos base con dos o más superficies de elemento según el ejemplo de realización conforme a la figura 8a y a la figura 8b, de modo que las realizaciones correspondientes aplican también aquí de forma análoga.

[0188] Según otra forma de realización, los elementos base 41 de las microestructuras en las áreas 31 y 32 no presentan una separación uniforme de las superficies de elemento, de la superficie base. Junto con una o varias primeras zonas en las cuales la distancia de las superficies de elemento de los elementos base 41, desde la superficie base 40, corresponde a la distancia 61 o a un múltiplo de la distancia 61 (véase la forma de realización según la figuras 8a, 8b), la microestructura en las áreas 31 presenta además una o varias segundas y/o terceras zonas en las cuales las superficies de elemento, en la dirección del eje de coordenadas z, desde la superficie base

40, están separadas con una segunda o bien tercera distancia o un múltiplo de una segunda o bien tercera distancia que es distinta de la primera distancia. La segunda y la tercera distancia está seleccionada aquí de modo que, a través de interferencia de la luz reflejada en la superficie base 40 y en las superficies de elemento 411, por luz incidente, en el primer orden de difracción, o en luz dispersa, y/o a través de interferencia de la luz transmitida a través de las superficies de elemento 411 y de las superficies base 40, por luz transmitida, en el primero o en un orden de difracción más elevado, en luz dispersa, se genera un tercer o bien un cuarto color en una o varias segundas o bien terceras zonas, el cual se diferencia del primer color.

[0189] La figura 13a muestra ahora un área de la microestructura 4, en donde sobre la superficie base 40 se proporcionan dos elementos base 41. La superficie de elemento 411 de un elemento base 41 está separada de la superficie base 40 en la dirección del eje z, en la distancia 61, y la superficie de elemento 421 del otro elemento base 41 está separada en la dirección del eje z, de la superficie base 40, en una distancia 62.

[0190] Si la microestructura 4 se compone de una mezcla de elementos base 41 con diferentes distancias 61 y 62, resulta entonces una impresión de color correspondiente que está formada por una mezcla de las impresiones de color individuales.

[0191] Ese efecto, de manera ventajosa, puede combinarse con la utilización de elementos base asimétricos, tal como han sido descritos anteriormente mediante las figuras, figura 5a a figura 6b. Además, esto puede combinarse también ventajosamente con la utilización de elementos base dispuestos de forma periódica o elementos base que siguen una función, tal como ha sido descrito anteriormente mediante las figuras, figura 9a a figura 12.

[0192] De este modo, la figura 13b muestra por ejemplo una conformación, en donde en una primera área 332 se proporcionan elementos base 41 asimétricos con una distancia 61 y elementos base 42 asimétricos, con una distancia 62. Como se indica en la figura 13b, en la representación inferior, los elementos base 41 no sólo presentan una distancia diferente de las superficies base desde las superficies de elemento, sino también una dirección preferente diferente, comprendiendo así en el ejemplo de realización según la figura 13 un ángulo de 90 grados, con respecto a su dirección preferente. Además, el área 332 está diseñada en forma de patrón, como un área de primer plano diseñada en forma de una K, la cual es rodeada por un área de segundo plano 331. En esa disposición, a través de la rotación del elemento decorativo 2 alrededor de un eje que se sitúa perpendicularmente con respecto al plano base puede alcanzarse el siguiente efecto de color: Por ejemplo, si los elementos base 41 con la distancia 61, para un ángulo de observación α^* determinado y en el caso de una observación paralelamente con respecto al eje longitudinal del elemento base (por tanto en la dirección y) generan una impresión de color rojiza, claramente visible, en la luz dispersa, en el caso de una rotación en 90 grados (manteniéndose el ángulo de observación α^*) generan una impresión de color rojiza o ninguna impresión de color, y los elementos base 42 con la distancia de las superficies de elemento, de la superficie base 62, para ese ángulo de observación α^* y en el caso de una observación paralelamente con respecto al eje longitudinal de los elementos base (por tanto en la dirección x), generan una impresión de color verdosa, claramente visible, en la luz dispersa, y en el caso de una rotación en 90 grados (manteniéndose el ángulo de observación α^*) generan una impresión de color verdosa sólo visible de forma atenuada, o ninguna impresión de color, entonces el elemento de seguridad presenta un efecto rotativo de color, desde una K rojiza hacia un segundo plano verde. En conjunto, de esto resulta un efecto de color que puede detectarse muy claramente con una característica de seguridad, de seguridad elevada.

[0193] Además, también es posible que en las áreas 31 y 32 o en una subárea de las áreas 31 y 32 se proporcione una microestructura que utiliza elementos base 41 con diferentes distancias 61 y 62, donde los elementos base no se mezclan, sino que se encuentran presentes en al menos dos rangos macroscópicos. El tamaño lateral de esas áreas usualmente es mayor que 300 mm y menor que 50 mm. Los rangos macroscópicos pueden estar diseñados en este caso en forma de logos, caracteres, o similares. La figura 13c ilustra ahora un ejemplo de realización de esa forma de realización, donde aquí se proporcionan primeras zonas 333, en donde se proporcionan elementos base 41 con una distancia 61 de las superficies de elemento, de la superficie base, y se proporcionan otras zonas 334, en las cuales se proporcionan elementos base 41 con una distancia 62 de las superficies de elemento, de la superficie base. Se muestra por ejemplo el efecto aclarado en la figura 13c, en donde en el caso de una desalineación angular del elemento decorativo 2 alrededor del eje x se produce un efecto de cambio de contraste y, por ejemplo el círculo, en una desalineación angular, aparece verdoso, con intensidad, y el segundo plano aparece violeta, y en el caso de una desalineación angular en aproximadamente 20 grados se cambian las impresiones de color de esas áreas.

[0194] Si los elementos base de una zona están diseñados como elementos base simétricos y los de la otra

zona como elementos base asimétricos, entonces una zona es constante en cuanto al color en el caso de una rotación, mientras que la otra zona varía en la claridad del color y, de este modo, por ejemplo, las zonas 334 dispuestas en el segundo plano varían en la claridad de su color.

5 **[0195]** Además, también es posible que en las zonas 333 y 334 la ocupación de la superficie del plano base con los elementos base se modifique, para variar así la claridad del color de la respectiva zona, para generar una imagen de escala de grises. En el caso de una ocupación de la superficie de una respectiva subárea de las zonas 333 y 334 con los elementos base de cerca del 50% resulta la mayor claridad del color, y en el caso de una disminución o aumento de la ocupación de la superficie de la respectiva subárea la claridad del color se reduce. El
10 valor del color se determina a través de la distancia de las superficies de elemento de los elementos base de la superficie base, es decir, a través de las distancias 61 y 62 de los elementos base 41. De este modo, por ejemplo es posible que se codifique así una información adicional en las zonas 334 o 333, de manera que así por ejemplo la zona 334 presenta además un retrato visible de una persona en una representación en escala de grises, como información adicional.

15

[0196] La claridad de esa imagen de escala de grises puede además modificarse también a través de la superposición con otras estructuras de rejilla. Se considera especialmente preferente proporcionar estructuras de ojos de polilla. Esas estructuras se proporcionan preferentemente desde rejillas en cruz o rejillas hexagonales con un período en el rango de 200 nm a 400 nm y una profundidad de la rejilla/relación de períodos entre 0,5 y 2. A través de la utilización de estructuras de ojos de polilla de esa clase pueden realizarse más oscuras subáreas de las zonas 333 y 334 y, de ese modo, generar una imagen en escala de grises. De este modo, por ejemplo también es posible generar la imagen en escala de grises sólo a través de la superposición parcial, selectiva, de las zonas 333 y 334 con estructuras de ojos de polilla de esa clase, manteniendo así constante la ocupación de las superficies con los elementos base dentro de las zonas 333 y 334, y regulando debido a ello el grado de claridad, de modo que las
20 zonas 333 y 334 en subáreas se superponen parcialmente con estructuras de ojos de polilla.
25

[0197] Además, a través de la utilización de primeras, segundas y terceras zonas con diferentes distancias 61, 62 y 63 de las superficies de elemento de las superficies base, es posible también generar imágenes policromáticas o imágenes de colores auténticos. La figura 14a, a modo de ejemplo, muestra una imagen en colores auténticos 70. El área de la imagen, de la imagen de colores auténticos 70, se divide entonces en una pluralidad de áreas de punto de imagen y el valor de color, así como la claridad del color, se determina en la respectiva área del punto de imagen. A continuación, un área de imagen del elemento decorativo 2 se divide en una pluralidad de áreas de punto de imagen y en cada una de las áreas de punto de imagen primeras, segundas y/o terceras zonas se disponen de modo tal, que los valores de claridad del color y del color fijados para la respectiva área de punto de imagen son generados por la microestructura 4. La figura 14b, a modo de ejemplo, muestra un sector de un área de imagen de esa clase con cuatro áreas de punto de imagen 350. En las áreas de punto de imagen 350 se proporcionan respectivamente varias zonas 351, 352 y 353. Los elementos base dispuestos en las zonas 351, 352 y 353 presentan una distancia diferente de las superficies de elemento, de la superficie base, a saber, la distancia 61, 62 y 63; tal como esto se muestra también en la representación en sección según la figura 14c. La sección se indica
30 en la figura 14b con la referencia B-B'. La conformación y la disposición de los elementos base 41 en la respectiva zona 351, 352 y 353 está seleccionada aquí preferentemente según las realizaciones precedentes, según la figura 2a a la figura 12.
35

[0198] Además, en las formas de realización de la microestructura 4, descritas anteriormente mediante las
45 figuras, figura 2a a figura 14, también es posible, de forma adicional, proporcionar una información oculta en las áreas 31 y 32. Para ello, tal como se ilustra mediante la figura 15, es posible primero diseñar una microestructura 80, según las realizaciones antes indicadas, y después, en un segundo paso, modular levemente las superficies de elemento y/o la superficie base de la microestructura a través de la exposición de un holograma 81 o la inscripción de un holograma generado por ordenador. Debido a ello se modifica localmente la altura de las superficies de elemento o bien de la superficie base. Ciertamente esto afecta a la interferencia y modifica con ello el color de la microestructura 4, tal como se muestra en la representación inferior de la figura 15, por lo cual la modulación debe resultar también reducida. Al mismo tiempo, sin embargo, de la microestructura 80 se resalta la información de imagen del holograma que, sin embargo, debido a la (leve) modulación reducida, es acompañada de un crujido intenso. La intensidad de la modulación puede ubicarse en el rango de +/- 50 % a altura, pero se ubica sin embargo
50 preferentemente en el rango de +/- 20 % y de modo aún más preferente en el rango de +/- 10 %. Si se modula sólo la superficie de elemento o la superficies base, los efectos de color de la microestructura están más marcados y, con ello, son visibles. La información de imagen del holograma, sin embargo, está muy difuminada, del modo antes mencionado. Si se modulan ambos planos, la perturbación de los efectos de color es más intensa. La información de imagen del holograma se encuentra para ello poco difuminada. En el caso de una observación en la luz ambiente la
55

información oculta no es visible o apenas es visible (debido a la modulación muy reducida). Al iluminarse con luz láser adecuada el holograma aparece. La longitud de onda (λ) óptima para la reconstrucción del holograma es dos veces la distancia (h) 61, multiplicado por el índice de refracción (n) del medio circundante ($\lambda = 2 \cdot h \cdot n$).

5 **[0199]** Otra conformación mostrada en la figura 16 prevé una modulación de la superficie de elemento de los elementos base 41 y/o de la superficie base 40 con una estructura de rejilla especial. De este modo, por ejemplo en un área 361, la superficie base y la superficie de elemento de los elementos base 41 están moduladas con una estructura difractiva 82 y en un área 362, la superficie base 40 y las superficies de elemento de los elementos base 41 están moduladas con una estructura difractiva 83. Las estructuras difractivas 82 y 83 se diferencian en este caso
10 en la alineación de sus líneas de la rejilla, tal como se indica en la figura 16. Las estructuras de rejilla pueden ser lineales, en cruz o hexagonales. Los periodos de rejilla de la rejilla 82 y 83 preferentemente se seleccionan entre 100 nm y 2000 nm, de modo aún más preferente entre 200 nm y 500 nm. Las rejillas 82 y 83 pueden formar parte de un diseño. En particular, las rejillas 82 y 83 pueden ser rejillas de polarización de orden cero. Debido a ello, las áreas pueden estar provistas de un logo o de un segundo plano polarizado TE y otras áreas, por ejemplo el segundo plano
15 del logo o la imagen, pueden estar provistas de polarización ortogonal TM. TE denomina aquí una onda transversal eléctrica (TE = transversal eléctrico) y TM una onda transversal magnética (TM = transversal magnética). Con respecto a las rejillas lineales, como luz polarizada TE se entiende aquella en donde el componente de campo eléctrico se encuentra de forma paralela con respecto a las líneas de la rejilla, y como luz polarizada TM aquella en donde el componente de campo eléctrico se encuentra perpendicularmente con respecto a las líneas de la rejilla. El
20 logo o la imagen aparece en el caso de una observación con un filtro de polarización. De manera correspondiente, de este modo, las áreas 361 y 362 pueden estar diseñadas como segundo plano y área de patrón, las que sólo se vuelven visibles en el caso de una observación a través de un polarizador. Como en el caso del holograma modulado de la figura 15, la modulación de la estructura de rejilla puede ser reducida, en particular puede ubicarse en el rango de +/- 50 % de la altura, pero preferentemente en el rango de +/- 20 % y de modo más preferente en el
25 rango de +/- 10 %. La profundidad de modulación del holograma o bien de la rejilla de difracción, de manera preferente, es menor que 100 nm, preferentemente menor que 50 nm, y de modo aún más preferente menor que 30 nm. Debido a ello, la modulación sólo afecta mínimamente la interferencia que genera el efecto de color.

[0200] Otra forma de realización preferente combina las microestructuras antes descritas, que generan
30 efectos de color, con microespejos acromáticos refractivos, tal como están descritos por ejemplo en la solicitud DE 10 2008 046 128 A1.

[0201] En este caso, el plano base se define a través de los microespejos, es decir que el plano base se modifica de microespejo a microespejo. La profundidad de las microestructuras en el microespejo, es decir la
35 distancia 61, preferentemente es la misma, para que el efecto acromático de los microespejos se superponga con el efecto de color de las microestructuras.

[0202] La figura 17 muestra esa forma de conformación en una vista lateral esquemática. En diferentes subáreas 61, 62 y 63 se proporciona respectivamente un plano base diferente que está definido a través de los
40 microespejos, en particular a través de los microespejos diseñados en la solicitud DE 10 2008 046 128 A1. En cada una de las subáreas 61, 62 y 62, las superficies de elemento 411 de los elementos base, así como las superficies base 40, están alineadas paralelamente con relación al respectivo plano base. Además, los planos base en las áreas 61, 62 y 63 no están dispuestos paralelamente unos con respecto a otros, sino inclinados unos con respecto a otros, como se muestra en la figura 17.

45

REIVINDICACIONES

1. Elemento decorativo (2), donde el elemento decorativo (2) presenta una microestructura (4) que por luz incidente y/o por luz transmitida genera un efecto óptico, donde la microestructura (4), en una primera área (31, 32),
 5 presenta una superficie base (40) y varios elementos base (41), los cuales respectivamente presentan una superficie de elemento (411) elevada o rebajada con respecto a la superficie base (40), y un flanco (140) dispuesto entre la superficie del elemento (411) y la superficie base (40), donde la superficie base (40) de la microestructura define un plano base extendido a través de ejes de coordenadas x e y, donde las superficies de elemento (411) de los elementos base (41) respectivamente se extienden esencialmente de forma paralela con respecto al plano base, y
 10 donde en al menos una o varias primeras zonas (333, 351) de la primera área (31, 32), las superficies de elemento (411) de los elementos base (41) y la superficie base (40) están distanciadas en una dirección que se extiende perpendicularmente con respecto al plano base, en la dirección de un eje de coordenadas Z, con una primera distancia (61), la cual está seleccionada de modo que, en particular a través de interferencia de la luz reflectada en la superficie base y en las superficies de elemento, por luz incidente y/o en particular a través de interferencia de la
 15 luz transmitida a través de las superficies de elemento y las superficies base, por luz transmitida, se genera un primer color en una o en varias primeras zonas (333, 351), donde la microestructura está configurada de modo que la misma genera el primer color en el primer orden de difracción o en la luz dispersa, y donde la ocupación media de la superficie del plano base con los elementos base (41) en la primera área se ubica entre 30 % y 70 %, preferentemente entre 40 % y 60 %, y de modo aún más preferente aproximadamente en 50 %, caracterizado
 20 porque en la primera área (31, 32) los elementos base (41) se suceden unos a otros periódicamente.
2. Elemento decorativo (2) según la reivindicación 1, caracterizado porque los elementos base (41) están conformados y dispuestos en la primera área (31, 32) de modo tal que a través de los elementos base (41) la luz incidente es deflectada a través de dispersión y/o de difracción desde la reflexión directa o la transmisión directa, o
 25 bien desde el orden de difracción cero, de modo que en el caso de una observación en la reflexión directa o la transmisión directa o bien en el orden de difracción cero, se genera un segundo color, distinto del primer color, en particular un segundo color complementario con respecto al primer color.
3. Elemento decorativo (2) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en
 30 al menos una o varias segundas y/o terceras zonas (334, 352, 353) de la primera área (31, 32) las superficies de elemento (411) de los elementos base (41) y la superficie base (40) están distanciadas en una dirección que se extiende perpendicularmente con respecto al plano base en la dirección del eje de coordenadas z, con una segunda o bien tercera distancia (62, 63) que se diferencia de la primera distancia (61), y está seleccionada de modo que en particular a través de interferencia de la luz reflectada en la superficie base (40) y en las superficies de elemento
 35 (41), por luz incidente, y/o en particular a través de interferencia de la luz transmitida a través de las superficies de elemento y de la superficie base, por luz transmitida, se genera un tercer o bien un cuarto color en una o en varias segundas o terceras zonas (334, 352, 353), el cual se diferencia del primer o del segundo color.
4. Elemento decorativo (2) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los
 40 elementos base (41) están conformados y dispuestos en la primera área (31, 32) de modo tal, que al menos 10 % de la luz incidente, en particular entre 20 % de la luz incidente y 90 % de la luz incidente, de modo más preferente entre 30 % y 70 % de la luz incidente, se deflecta desde el orden cero, en particular a través de dispersión o difracción, y/o porque los elementos base (41) están conformados y dispuestos en la primera área (31, 32) de modo tal, que la luz incidente, en al menos una dirección, se dispersa en un rango del ángulo de dispersión de hasta 10 grados y en
 45 particular de hasta 30 grados alrededor del orden de difracción cero, y/o porque al menos una extensión lateral de la proyección de cada elemento base (41) en el plano base se ubica entre 0,25 y 50 μm , preferentemente entre 0,75 y 10 μm , y/o porque la distancia mínima de elementos base (41) contiguos no es superior a 300 μm y en particular está seleccionada entre 0,5 μm y 300 μm , preferentemente entre 0,5 μm y 50 μm .
- 50 5. Elemento decorativo (2) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque una o varias de las primeras, segundas y/o terceras zonas presentan dimensiones laterales, paralelamente con respecto al plano base en el rango macroscópico, en particular en el rango entre 300 μm y 50 μm , y a través de la conformación de esas primeras, segunda y/o terceras zonas, como zona de patrón y/o zona de segundo plano, se proporciona una información que puede detectarse ópticamente, y/o porque en una o varias de las primeras,
 55 segundas y/o terceras zonas la ocupación de la superficie de las respectivas zonas con los elementos base varía localmente para la variación local de la claridad del color de la respectiva zona, y/o porque una o varias de las primeras, segundas y/o terceras zonas presentan una dimensión lateral, de forma paralela con respecto al plano base de menos de 300 μm , preferentemente de entre 20 μm y 250 μm .

6. Documento de seguridad (1) con un elemento decorativo (2) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

7. Procedimiento para producir un elemento decorativo (2), donde en el procedimiento en el elemento
5 decorativo (2) se introduce una microestructura (4) que, por luz incidente o por luz transmitida, genera un efecto
óptico, y la cual, en una primera área (31, 32) presenta una superficie base (40) y varios elementos base (41), los
cuales respectivamente presentan una superficie de elemento (411) elevada o rebajada con respecto a la superficie
base (40), y un flanco (410) dispuesto entre la superficie de elemento y la superficie base, donde la superficie base
define un plano base, y las superficies de elemento (411) de los elementos base (41) respectivamente se extienden
10 esencialmente de forma paralela con respecto al plano base, y donde en al menos una o varias primeras zonas de la
primera área las superficies de elemento (411) de los elementos base (41) y la superficie base (40) se distancian en
una dirección que se extiende perpendicularmente con respecto al plano base, con una primera distancia (61), la
cual está seleccionada de modo que, en particular a través de interferencia de la luz reflectada en la superficie base
(40) y en las superficies de elemento (411), por luz incidente, y/o en particular a través de interferencia de la luz
15 transmitida a través de las superficies de elemento (411) y la superficie base (40), por luz transmitida, se genera un
primer color en una o en varias primeras zonas, donde la microestructura está configurada de modo que el primer
color se genera en el primer orden de difracción o en la luz dispersa, y donde la ocupación media de la superficie del
plano base con los elementos base (41) en la primera área se ubica entre 30 % y 70 %, preferentemente entre 40 %
y 60 %, y de modo aún más preferente aproximadamente en 50 %, y donde en la primera área (31, 32) los
20 elementos base (41) se suceden unos a otros periódicamente.

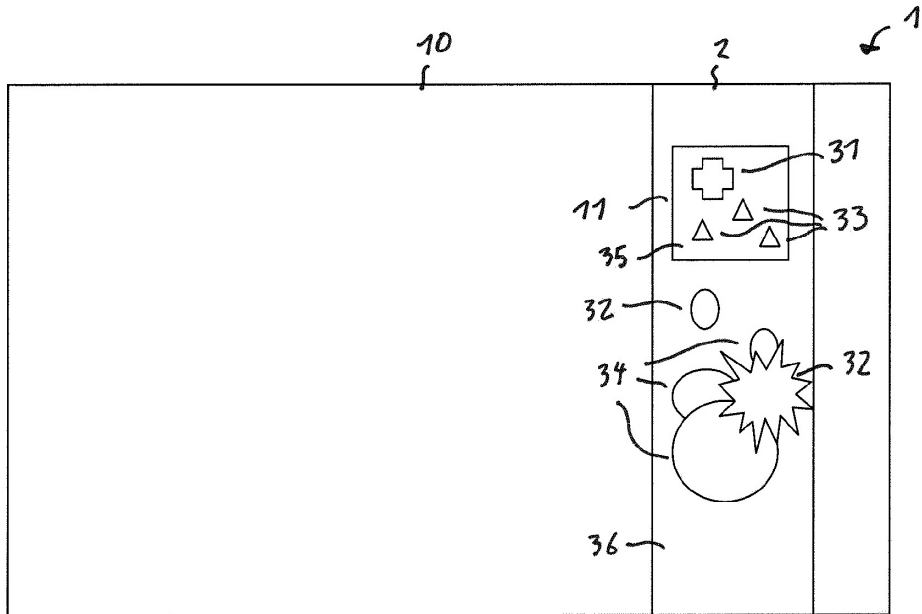


Fig. 1a

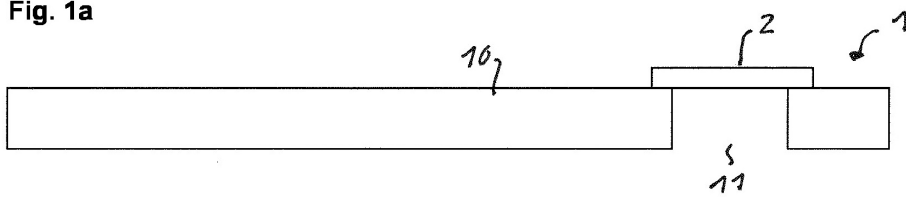


Fig. 1b

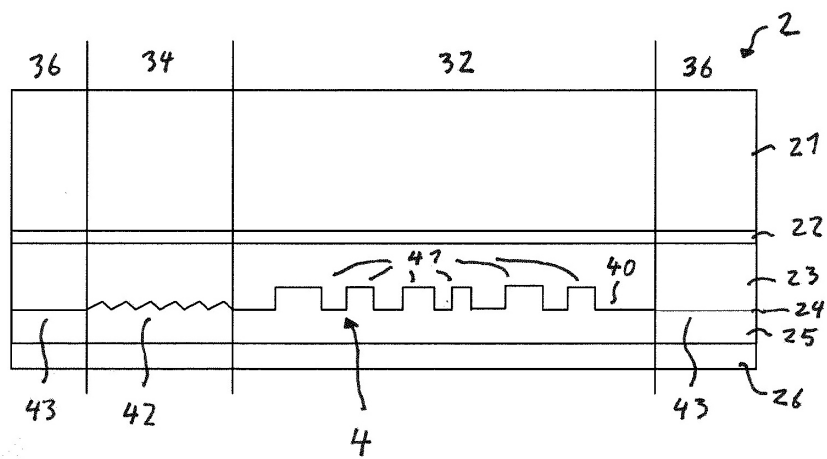


Fig. 1c

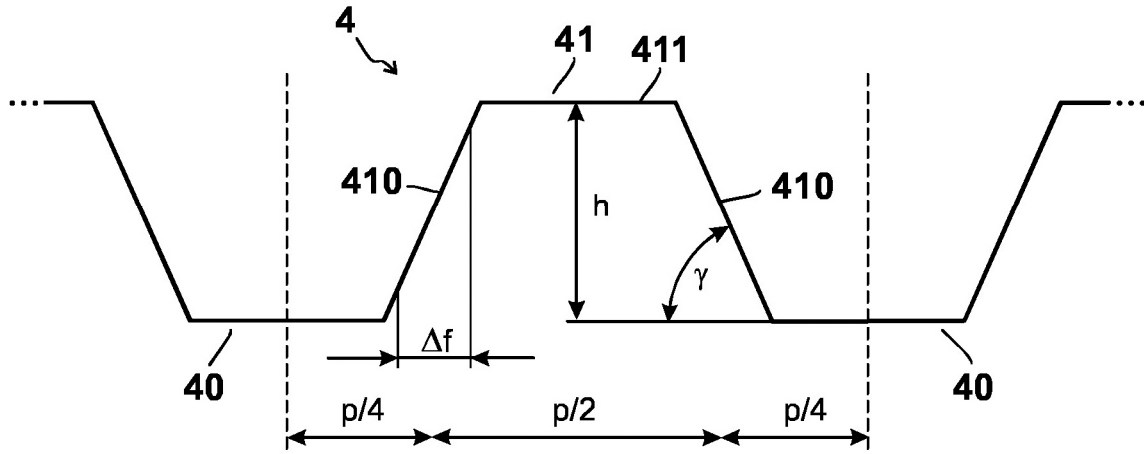


Fig. 1d

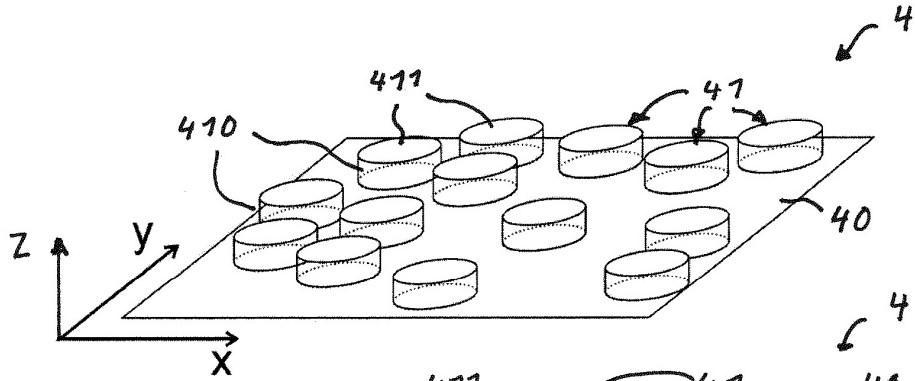


Fig. 2a

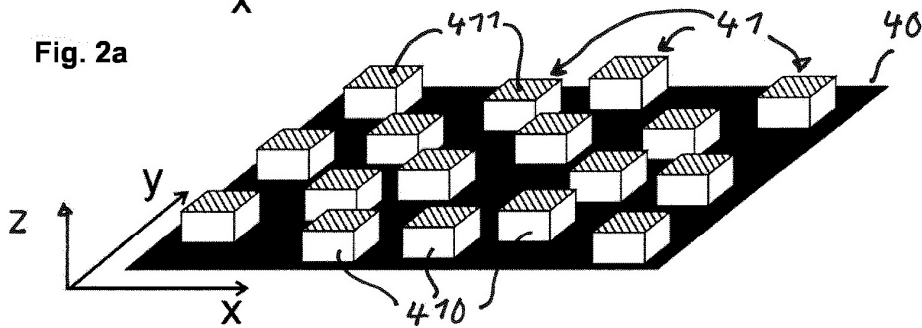


Fig. 2b

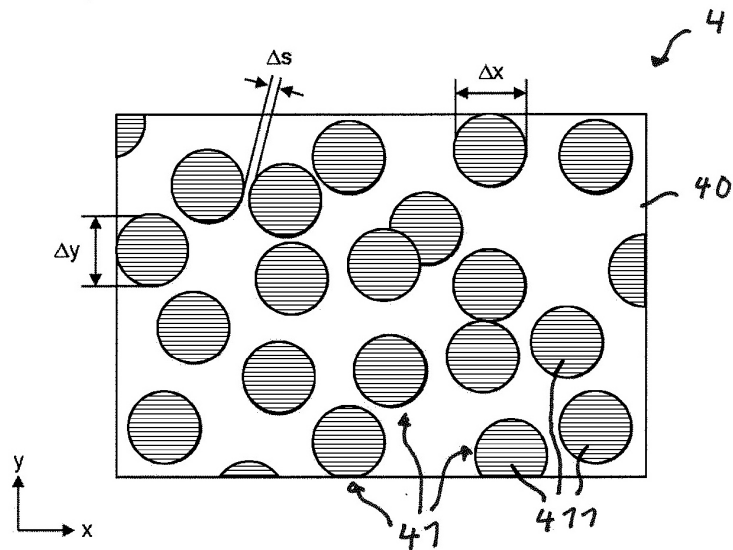


Fig. 2c

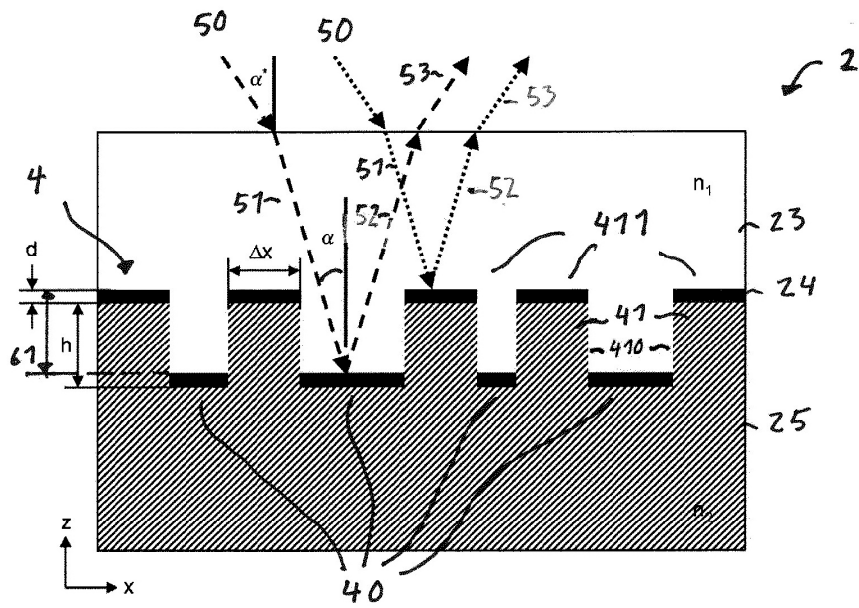


Fig. 3a

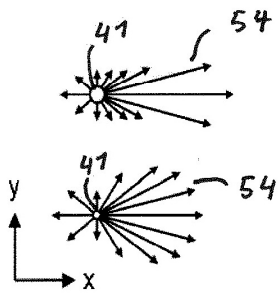


Fig. 3b

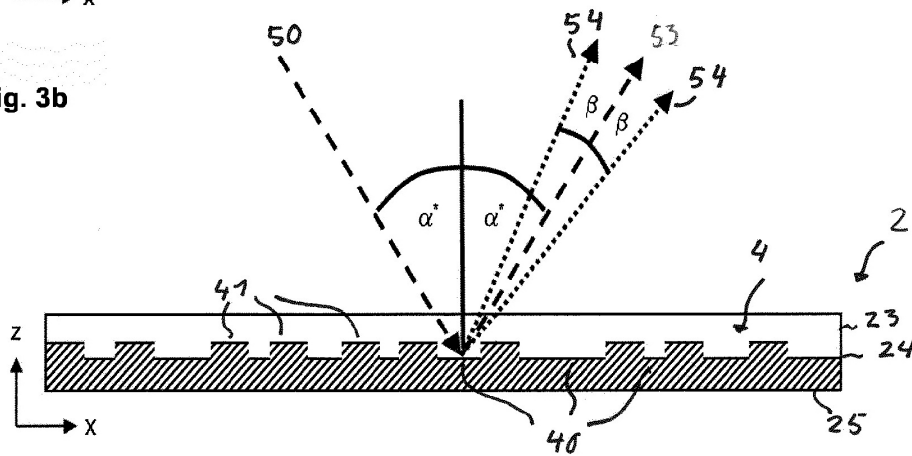


Fig. 3c

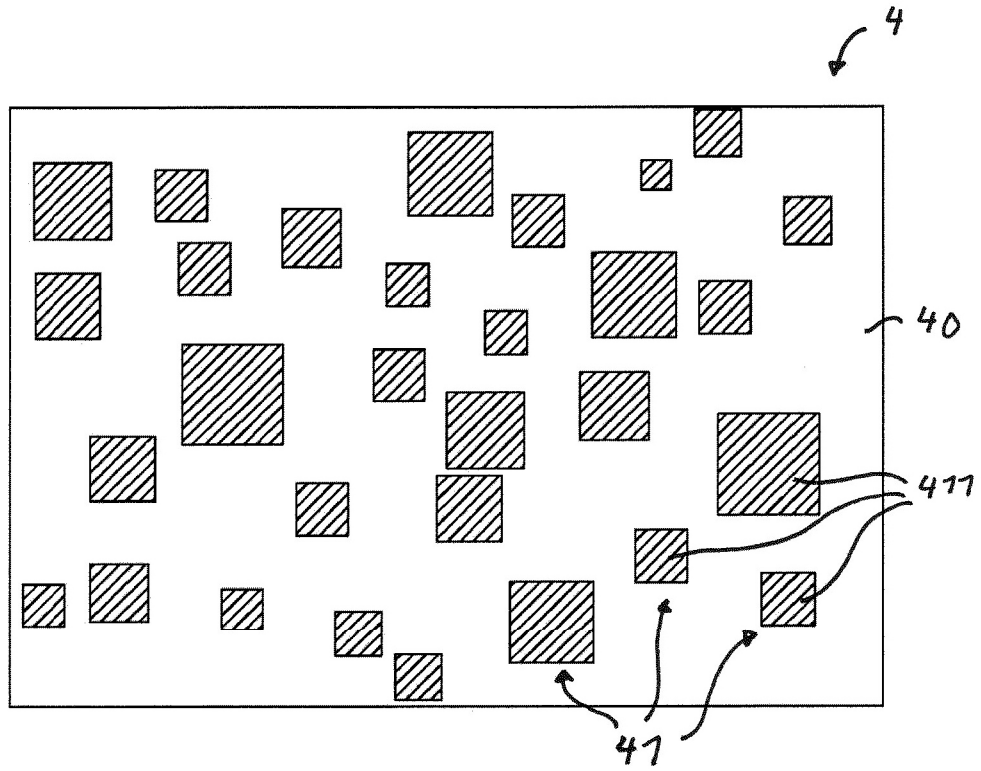
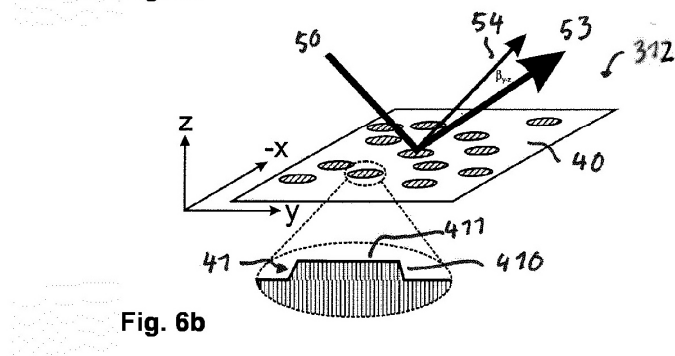
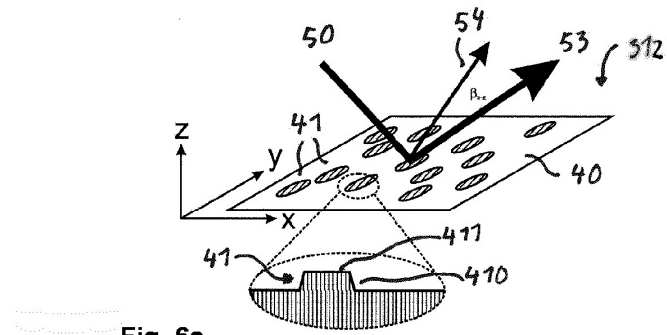
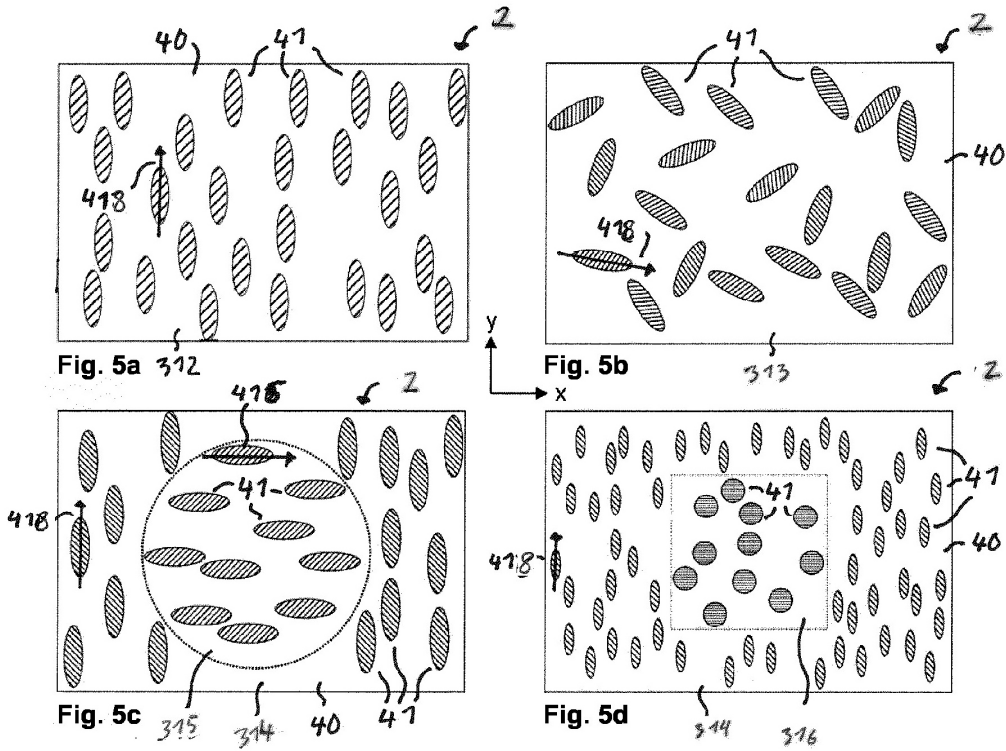


Fig. 4



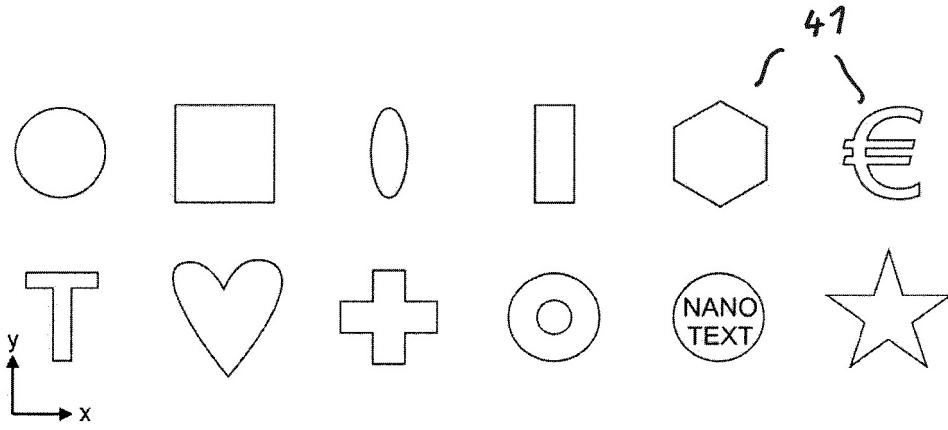


Fig. 7

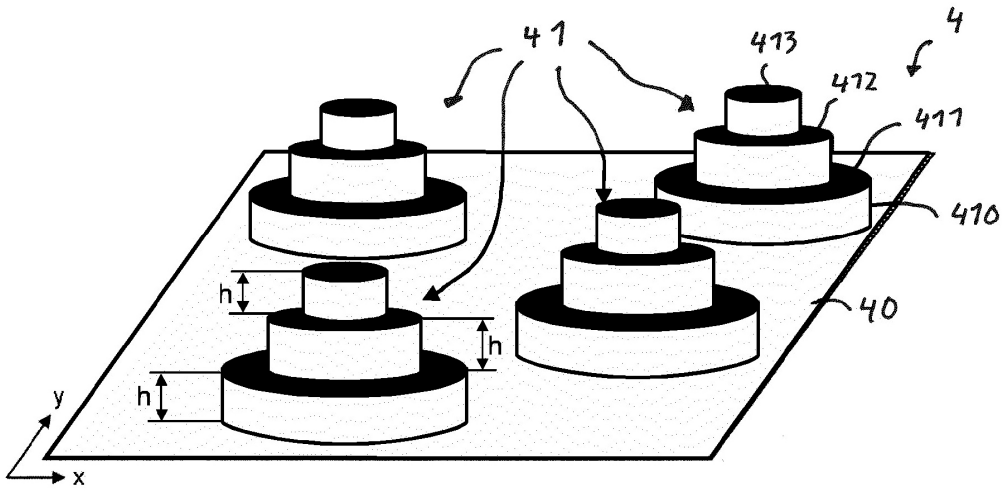


Fig. 8a

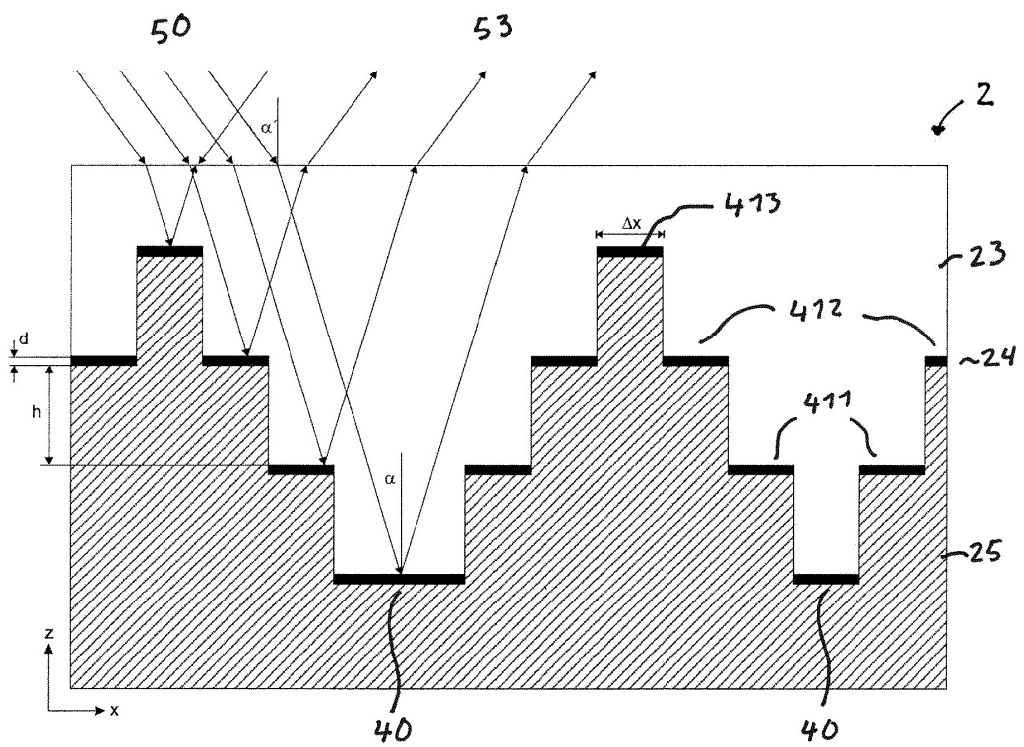


Fig. 8b

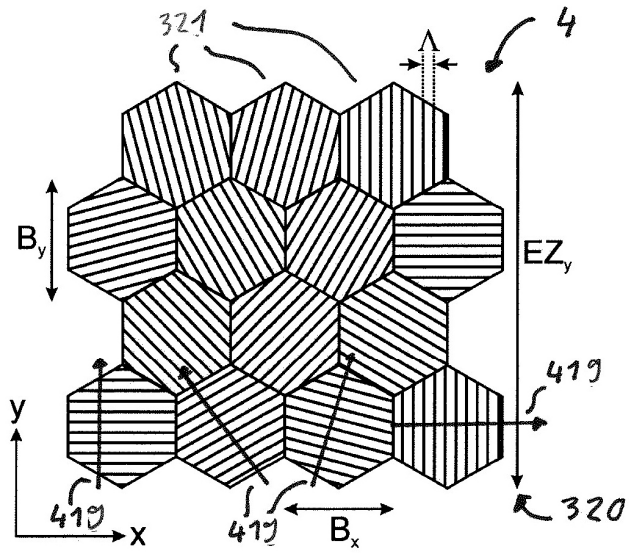


Fig. 9a

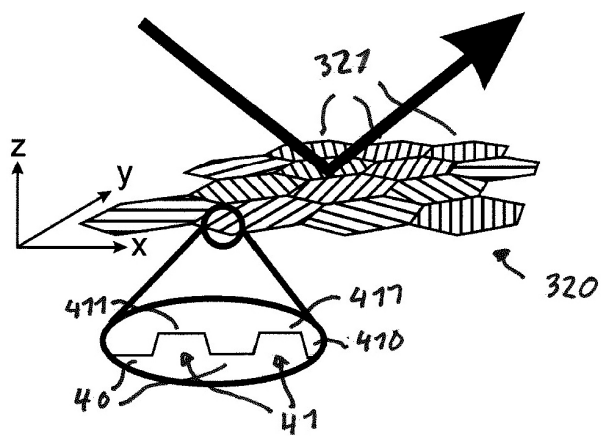


Fig. 9b

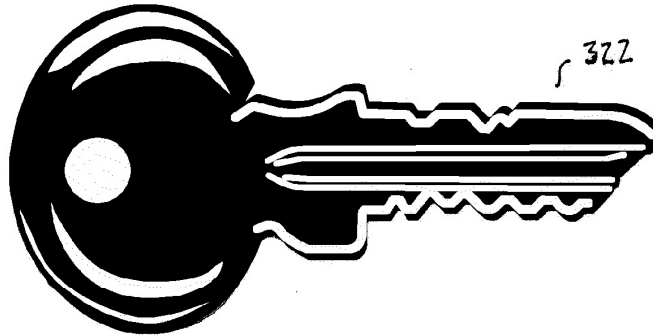
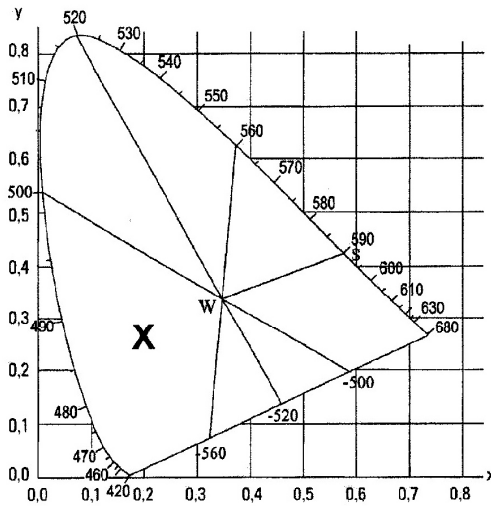
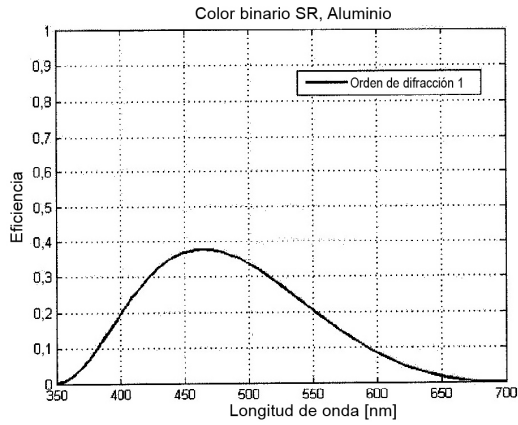


Fig. 10a



El CIE 1931, segundo diagrama de cromaticidad de observador

Fig. 10b

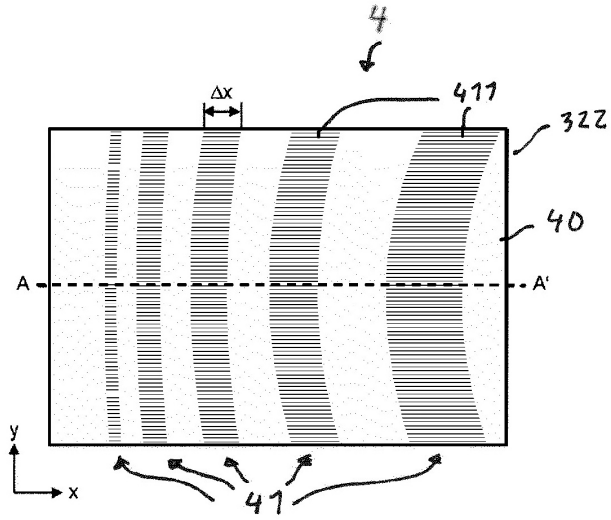


Fig. 11a

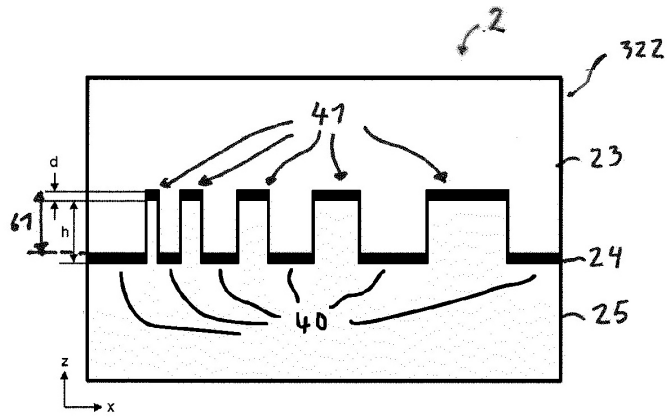


Fig. 11b

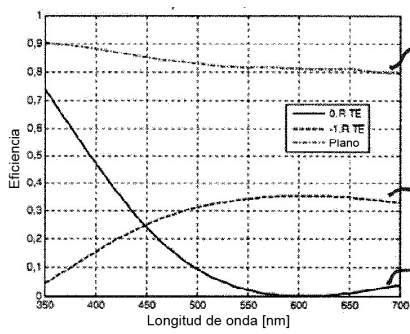


Fig. 11c

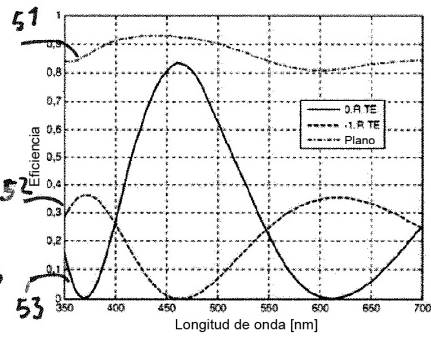


Fig. 11d

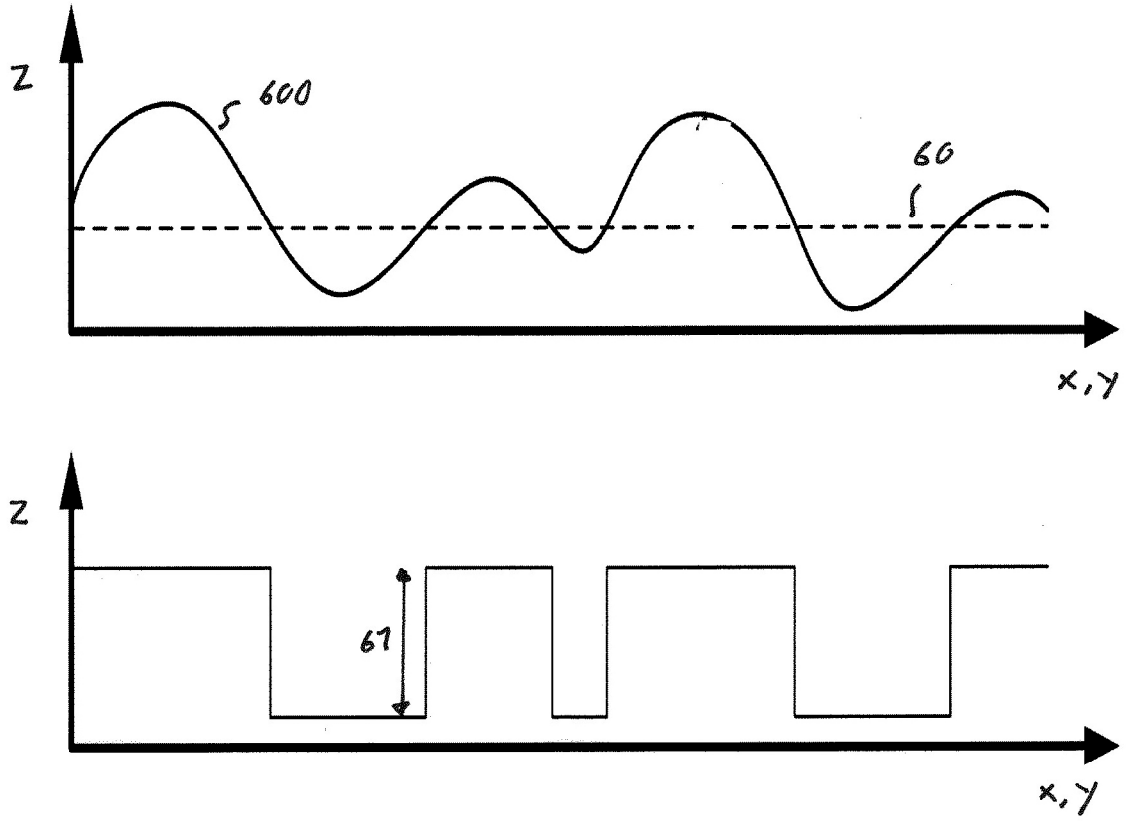


Fig. 12a

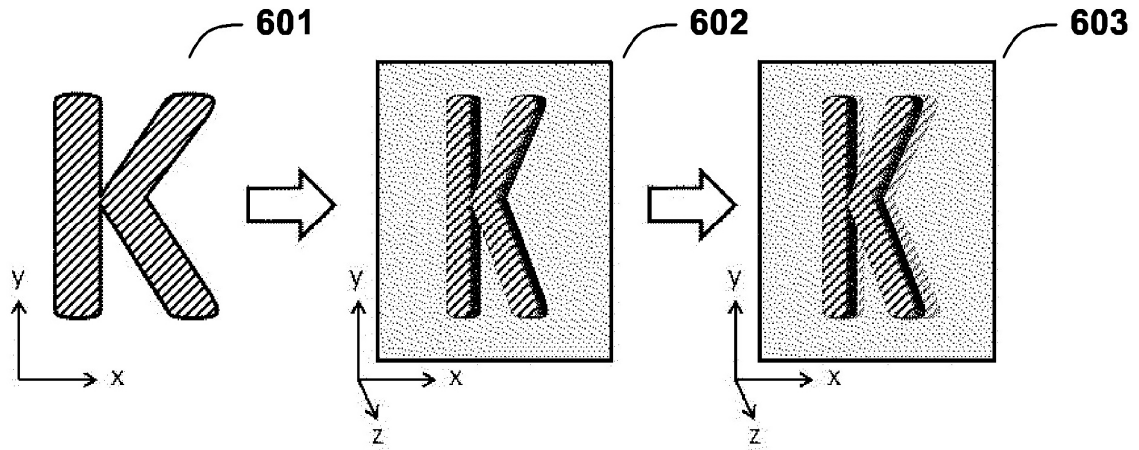


Fig. 12b

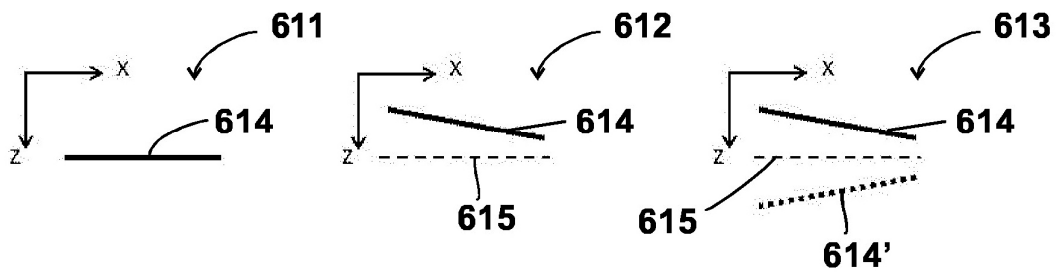


Fig. 12c

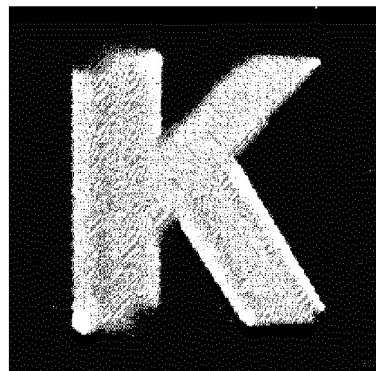


Fig. 12d

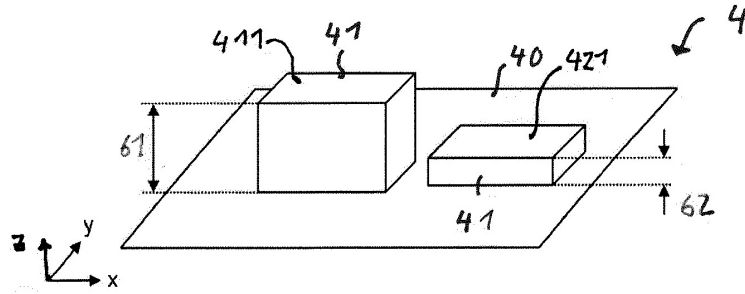


Fig. 13a

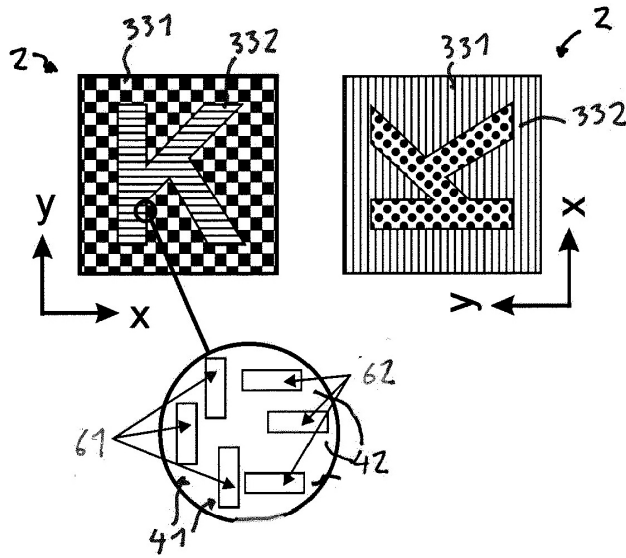


Fig. 13b

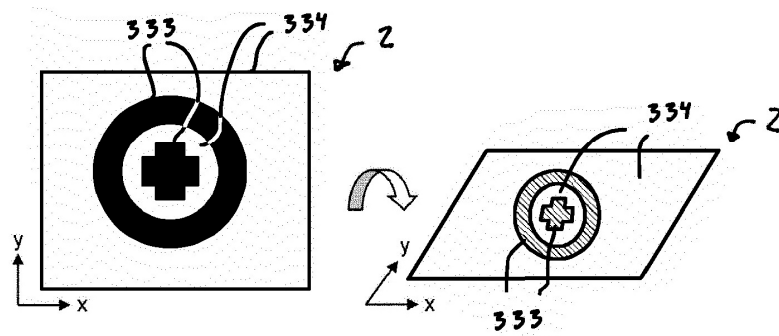
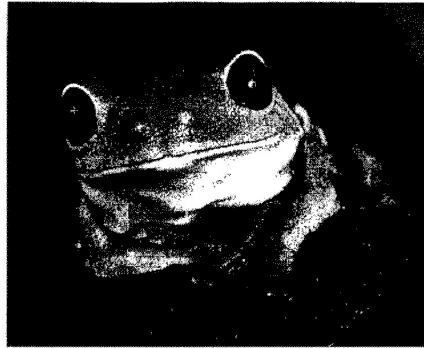


Fig. 13c



70

Fig. 14a

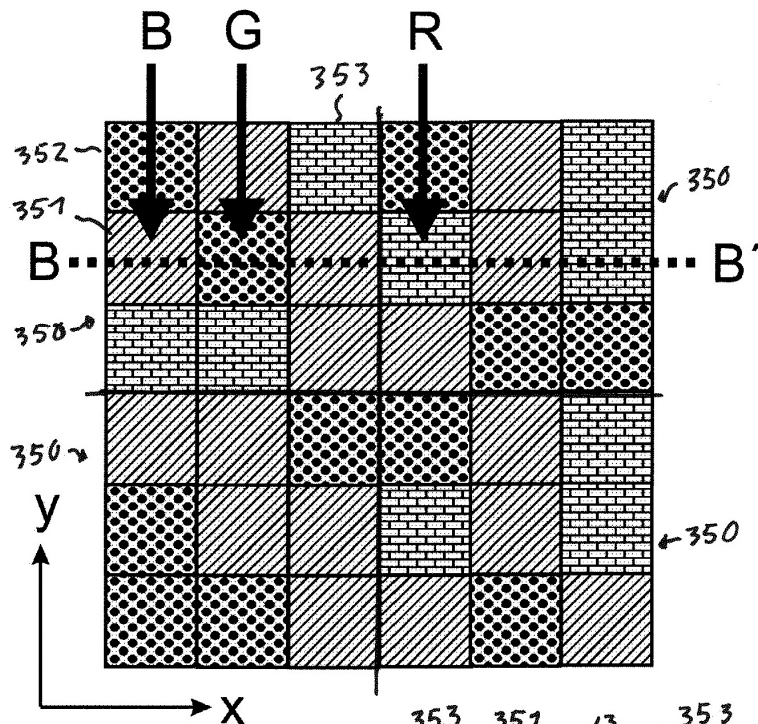


Fig. 14b

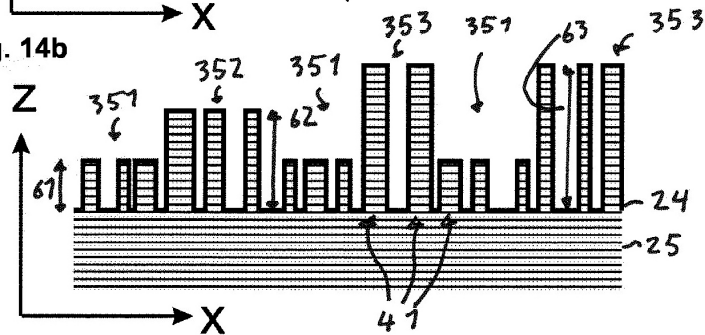


Fig. 14c

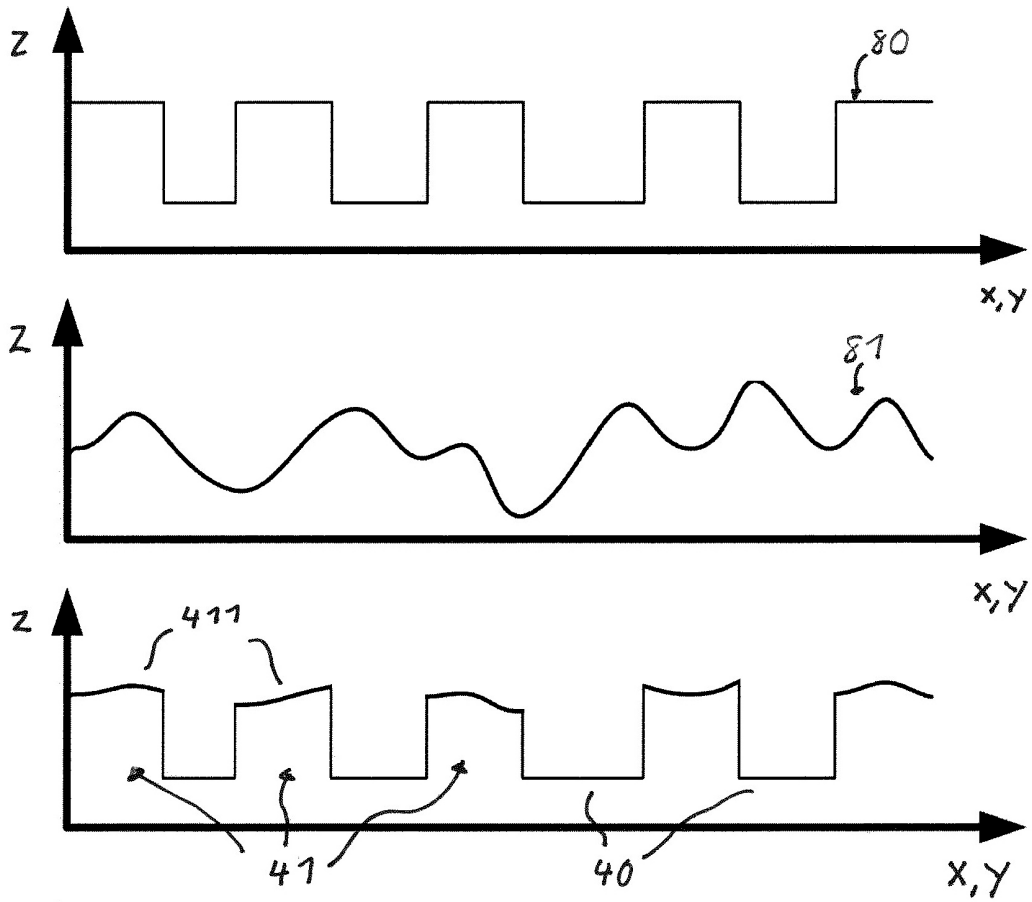


Fig. 15

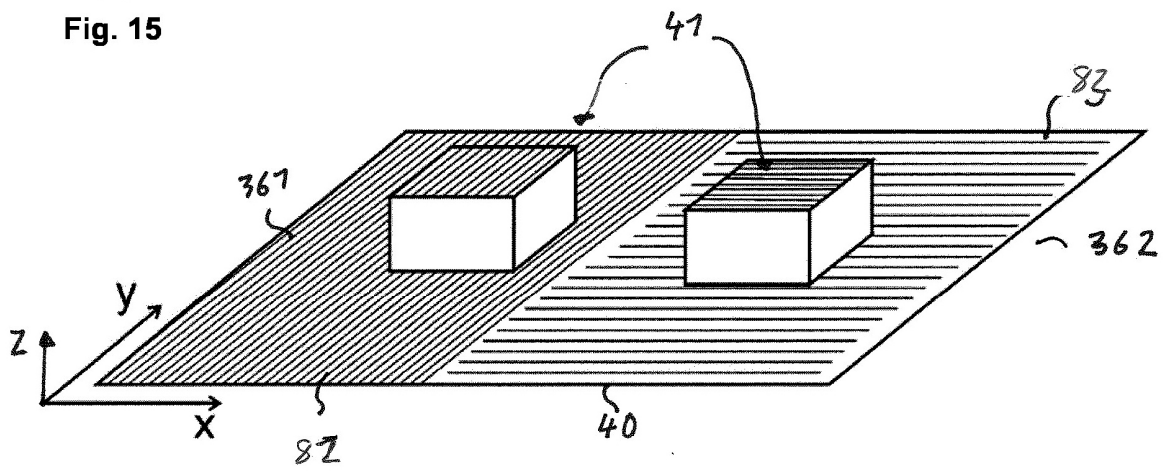


Fig. 16

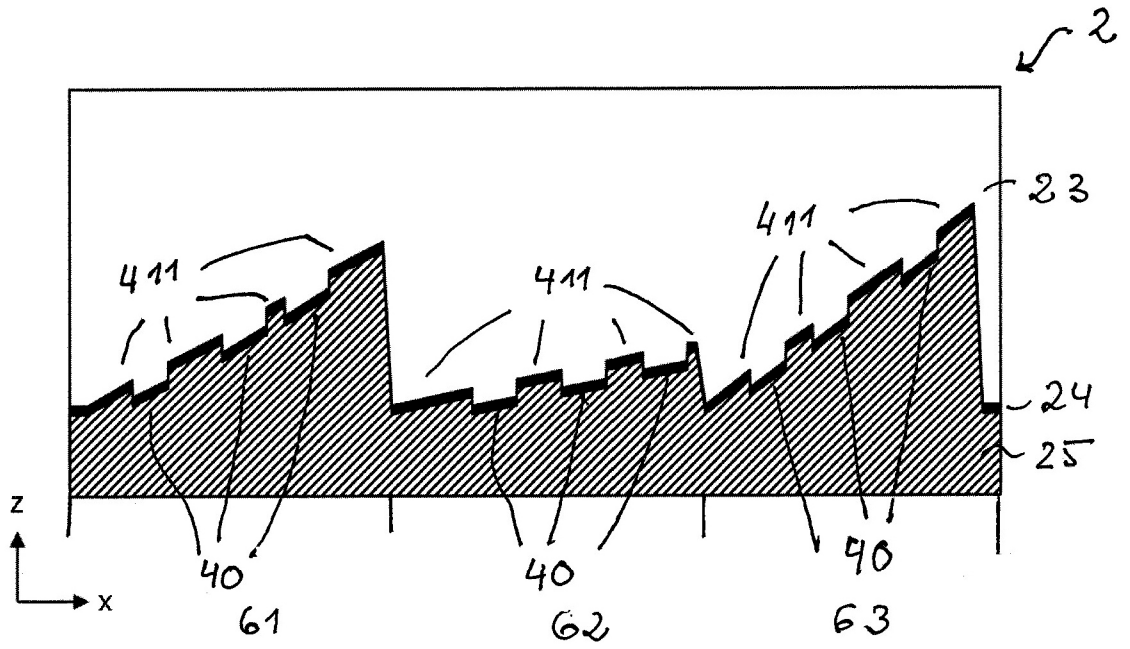


Fig. 17