

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 667 526**

51 Int. Cl.:

B42D 15/00 (2006.01)

G02B 5/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.09.2013** **PCT/EP2013/068193**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.03.2014** **WO14033324**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2013** **E 13756896 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018** **EP 2892729**

54 Título: **Elemento de seguridad y documento de seguridad**

30 Prioridad:

03.09.2012 DE 102012108169

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

11.05.2018

73 Titular/es:

OVD KINEGRAM AG (100.0%)

Zählerweg 12

6301 Zug, CH

72 Inventor/es:

TOMPKIN, WAYNE, ROBERT;

WALTER, HARALD y

MADER, SEBASTIAN

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 667 526 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 de seguridad y documento de seguridad

5 **[0001]** La invención se refiere a un elemento de seguridad y a un documento de seguridad con un elemento de seguridad.

[0002] Es conocido proveer a los billetes de banco de marcas de agua o hilos de seguridad. Estos elementos de seguridad proporcionan una característica de seguridad detectable al trasluz. Para comprobar estas características de seguridad, el billete de banco se coloca entre una fuente de luz, por ejemplo, una fuente de luz artificial, tal como un tubo de neón o una bombilla incandescente, o una fuente de luz natural, por ejemplo, el sol, y el observador, y la apariencia del billete de banco se comprueba mediante este tipo de observación al trasluz. En este modo de observación, la luz, transmitida a través del billete bancario, se debilita de manera diferente en diferentes áreas del billete de banco debido al cambio de la transmisividad del documento de seguridad en el área cubierta con la marca de agua o el hilo de seguridad, por lo que un contraste correspondiente es detectable por el observador humano como característica de seguridad.
La invención tiene el objetivo de proporcionar un elemento de seguridad o un documento de seguridad con una seguridad elevada contra falsificación.

20 **[0003]** El documento WO 2008/003949 A1 describe un elemento de seguridad óptico según el preámbulo de la reivindicación 1 con un sustrato. El sustrato presenta una zona transparente que tiene áreas estampadas con una rejilla de difracción y un área no estampada, estando dispuesta el área no estampada entre las áreas estampadas con la rejilla de difracción.

El documento WO 03/070482 A1 describe un elemento de seguridad para su integración en un documento de seguridad o su aplicación sobre un documento de seguridad, pudiéndose detectar visualmente el elemento de seguridad desde ambos lados del documento de seguridad.

El documento WO 01/00418 A1 describe un procedimiento para la fabricación de un documento de seguridad que comprende un sustrato y una estructura difractiva ópticamente. La estructura difractiva ópticamente se produce mediante la irradiación de la superficie del sustrato con un láser que elimina de manera selectiva la superficie del sustrato para producir así la estructura difractiva ópticamente. El documento WO 2007/079548 A1 describe un procedimiento para la fabricación de un documento de seguridad personalizado, en el que una capa opaca presenta aberturas de tal modo que, al iluminarse la capa opaca con luz colimada, se genera una imagen proyectada.

El documento DE 10 2007 023 560 A1 describe un cuerpo multicapa con un sustrato de soporte y una capa transparente, dispuesta al menos parcialmente en una ventana del sustrato de soporte. La capa transparente presenta aquí índices de refracción variables de tal modo que se forma un elemento óptico, configurando el cuerpo multicapa a la luz reflejada un efecto óptico diferente en la vista delantera y en la vista trasera.

[0004] El documento EP 0 075 674 A2 describe una característica de autenticidad óptica, fabricada de manera sintética y legible por medio de una máquina, para documentos de valor, que tiene una estructura de fase difractiva, cuya altura de diente de sierra efectiva es igual a un múltiplo impar de la longitud de onda de la luz usada y cuya longitud de base de diente de sierra tiene al menos tres veces el valor y como máximo treinta veces el valor de estas longitudes de onda.

El documento DE 10 2008 024 147 A1 describe un elemento de seguridad óptico en forma de un cuerpo multicapa con un elemento de proyección configurado en un área del elemento de seguridad. El elemento de proyección está formado aquí por una pluralidad de primeras zonas opacas y segundas zonas transparentes, de modo que el patrón formado por las primeras y las segundas zonas configura una óptica difractiva para la representación de una información. El documento WO 01/02192 A1 describe un documento de seguridad con una ventana transparente. En la ventana transparente está dispuesto un filtro óptico que presenta una estructura difractiva en al menos una zona.

50 **[0005]** Este objetivo se consigue mediante un elemento de seguridad según la reivindicación 1. Este objetivo se consigue también mediante un documento de seguridad con tal elemento de seguridad.

[0006] Por un área transparente al trasluz se entiende aquí un área que en al menos un ángulo de inclinación presenta una transmisividad para al menos un intervalo de longitud de onda de al menos 30 nm a partir del intervalo de longitud de onda de 460 nm a 660 nm de más de 20 %, en particular más de 50 %. En al menos un ángulo de inclinación en el intervalo de longitud de onda de 460 nm a 660 nm, la transmisividad es preferentemente superior a 50 %, más preferentemente superior a 80 % en al menos la mitad del intervalo de longitud de onda de 460 nm a 660 nm. Como estructuras de difracción transmisivas se utilizan aquí estructuras de difracción que se diseñan para conseguir un efecto de difracción en transmisión de tal modo que las áreas parciales de la primera área, cubiertas con

las mismas, muestran en cada caso un efecto de cambio de color, detectable por el observador humano, como característica de seguridad al inclinarse y/o girarse el elemento de seguridad cuando se observa al trasluz contra una fuente de luz que emite una luz blanca direccional. Cuando el elemento de seguridad se observa al trasluz, el elemento de seguridad muestra en el área parcial al inclinarse y/o girarse un cambio, por ejemplo, entre una apariencia transparente blanca o incolora y, por ejemplo, una apariencia de color rojo o azul. Alternativamente, el efecto de cambio de color se puede producir también a la inversa, es decir, el elemento de seguridad muestra en el área parcial al inclinarse y/o girarse un cambio, por ejemplo, entre una apariencia de color rojo o azul y una apariencia transparente blanca o incolora. Otra alternativa es un efecto de cambio de color de, por ejemplo, rojo a azul. En el último caso, la característica de seguridad presenta una apariencia coloreada en todos los ángulos de observación y/o giro. La característica de seguridad generada de esta manera se diferencia claramente de la apariencia de las características de seguridad conocidas que se han descrito arriba, y pone a disposición una característica de seguridad llamativa. En la primera área están dispuestas dos o más estructuras de difracción transmisivas diferentes que muestran una característica de seguridad óptica durante la observación al trasluz. Estas estructuras de difracción transmisivas diferentes están diseñadas de modo que muestran efectos de cambio de color diferentes al inclinarse y/o girarse el elemento de seguridad cuando se observa al trasluz contra una fuente de luz que emite una luz blanca, y se diferencian en particular respecto al ángulo de inclinación y/o al ángulo de giro, en los que se genera un color, o con respecto al valor cromático que se genera en un ángulo de inclinación y/o un ángulo de giro determinados. El uso de dos o más estructuras de difracción transmisivas diferentes permite implementar una pluralidad de características de seguridad llamativas y sorprendentes, como se describe también a continuación. La inclinación o el giro se puede combinar según se desee. Por ejemplo, primero se realiza la inclinación en un ángulo y en este plano inclinado se realiza a continuación el giro o el giro tiene lugar en varios ángulos de inclinación diferentes.

[0007] Es posible también, por ejemplo, combinar efectos de difracción al trasluz de orden cero con efectos de difracción al trasluz de primer orden o de orden superior.

[0008] Según un ejemplo de realización preferido de la invención, la primera área presenta una o varias primeras zonas que están cubiertas con una primera estructura de difracción transmisiva de las estructuras de difracción transmisivas y una o varias segundas zonas que están cubiertas con una segunda estructura de difracción transmisiva de las estructuras de difracción transmisivas. Las primeras estructuras de difracción transmisivas se diferencian aquí de las segundas estructuras de difracción transmisivas. La primera zona o las primeras zonas están cubiertas en cada caso preferentemente en toda la superficie con la primera estructura de difracción. La segunda zona o las segundas zonas están cubiertas en cada caso preferentemente en toda la superficie con la segunda estructura de difracción transmisiva.

[0009] Es posible también que la primera área presente también, además de la una o varias primeras y segundas zonas, otras zonas cubiertas con otras de la una o varias estructuras de difracción transmisivas que se diferencian de la primera y la segunda estructura de difracción. La primera área presenta entonces también una o varias terceras zonas y/o una o varias cuartas zonas, estando cubiertas las terceras zonas con una tercera de la una o varias estructuras de difracción transmisivas o estando cubiertas las cuartas zonas con una cuarta de la una o varias estructuras de difracción transmisivas. La primera, la segunda, la tercera y, dado el caso, la cuarta estructura de difracción se diferencian mutuamente una de otra en cada caso.

[0010] La primera y la segunda estructura de difracción transmisiva se diferencian entre sí preferentemente por uno o varios de sus parámetros estructurales y/o por su diseño. En este sentido ha resultado adecuado que la primera y la segunda estructura de difracción se diferencien entre sí, por ejemplo, por su forma en relieve y/o su profundidad de relieve o profundidad de red y/o su ángulo acimutal y/o su período de rejilla. Por forma de relieve se entiende aquí la configuración de los elementos estructurales a partir de los que se forma la estructura de difracción transmisiva. En este caso, las primeras y la segundas estructuras de difracción transmisivas pueden presentar, por ejemplo, formas de relieve simétricas diferentes, por ejemplo, la primera estructura de difracción puede tener una forma de relieve sinusoidal y la segunda estructura de difracción transmisiva, una forma de relieve rectangular. Es posible también que la primera estructura de difracción tenga una forma de relieve asimétrica y la segunda estructura de difracción, una forma de relieve simétrica o viceversa, o que la primera o la segunda estructura de difracción se diferencie con respecto a la asimetría de la forma de relieve. Los parámetros que influyen en mayor medida en el efecto de cambio de color son preferentemente el período de rejilla y la profundidad de rejilla, así como el ángulo acimutal.

[0011] Es ventajoso también que la primera y la segunda estructura de difracción transmisiva estén formadas por diferentes tipos de estructuras de difracción transmisivas. Por diferentes tipos de estructuras de difracción transmisivas se entienden aquí estructuras de difracción que disponen de una estructura de capas diferente y/o que se han seleccionado a partir de diferentes clases de entre las clases descritas abajo de estructuras de difracción

transmisivas, por ejemplo, una combinación de la primera clase descrita abajo de estructuras de difracción transmisivas y de la segunda o la tercera clase descrita abajo de estructuras de difracción transmisivas.

[0012] Es ventajoso también que la primera y la segunda estructura de difracción transmisiva se diferencien por el efecto detectable por el observador humano durante la observación al trasluz y se diferencien en particular por uno o varios de los parámetros siguientes: diferencia en el espectro cromático de la luz transmitida en estado no inclinado y/o no girado, diferencia en el espectro cromático de la luz transmitida en el estado inclinado y/o girado, ángulo de inclinación o intervalo de ángulo de inclinación, ángulo de giro o intervalo de ángulo de giro en el que se varía el espectro cromático, transmisividad en estado no inclinado y/o girado, transmisividad en el estado inclinado y/o girado, alineación del eje de inclinación y/o del eje de giro para conseguir estos efectos.

[0013] La una o varias primeras zonas y la una o varias segundas zonas pueden estar separadas una de otra o pueden estar dispuestas de manera contigua entre sí en la primera área del elemento de seguridad.

[0014] En relación con la disposición de la primera área, de las áreas parciales de la primera área y de las zonas, se parte aquí de una observación del elemento de seguridad en vista en planta.

[0015] Ha dado buen resultado que primeras y segundas zonas contiguas estén separadas entre sí en menos de 20 μm , en particular en menos de 5 μm , preferentemente en menos de 2 μm .

[0016] Según un ejemplo de realización preferido de la invención, las primeras y las segundas zonas presentan en cada caso dimensiones laterales de más de 300 μm . Preferentemente la primera y la segunda zona presentan una anchura y una longitud de más de 500 μm en cada caso, preferentemente de más de 1 mm. En esta forma de realización, las primeras y las segundas zonas presentan preferentemente dimensiones laterales en las que la configuración de las primeras y las segundas zonas puede ser determinada por el observador humano a una distancia de observación normal.

[0017] Por dimensión lateral se entienden aquí las dimensiones en la vista en planta del elemento de seguridad, es decir, las dimensiones en el plano definido por el lado superior o el lado inferior del elemento de seguridad. Por dimensión lateral se entienden entonces en particular la anchura y la longitud de las zonas.

[0018] Con preferencia la una o varias primeras zonas están conformadas para configurar un primer motivo y la una o varias segundas zonas están conformadas para configurar un segundo motivo. Por motivo se entienden aquí también, entre otros, letras y números, una secuencia de letras y números, logotipos, emblemas, símbolos, representaciones gráficas, por ejemplo, el retrato de una persona, símbolos o similares. Los motivos pueden estar compuestos por elementos individuales de la imagen, tales como puntos, líneas, mosaicos, tramas, superficies, modelos de escala de grises o combinaciones de los mismos.

[0019] Este tipo de configuración hace posible, por ejemplo, proporcionar una característica de seguridad transmisiva que muestra, por ejemplo, el primer motivo en un primer intervalo de ángulo de inclinación y muestra el segundo motivo en un segundo intervalo de ángulo de inclinación diferente del mismo, o muestra el primer y el segundo motivo en color diferente. La característica de seguridad puede mostrar, asimismo, el primer motivo y el segundo motivo o también un tercer motivo incluso en ángulos de giro diferentes.

[0020] Es ventajoso también que la una o varias primeras y segundas zonas estén conformadas para configurar un motivo, configurando las primeras zonas un área en primer plano del motivo y configurando las segundas zonas un área en segundo plano del motivo. Con preferencia al menos una o varias de las primeras zonas están rodeadas completamente por una de las segundas zonas. Este tipo de configuración hace posible, por ejemplo, proporcionar características de seguridad transmisivas, en las que el motivo aparece sólo en un intervalo de ángulo de inclinación determinado debido a un color que contrasta del área en primer plano y del área en segundo plano o el color del área en primer plano o del área en segundo plano cambia en dependencia del ángulo de inclinación.

[0021] Según otro ejemplo de realización preferido de la invención, en la primera área está prevista una pluralidad de segundas zonas, presentando las primeras y las segundas zonas respectivamente al menos una dimensión lateral inferior a 300 μm , en particular inferior a 150 μm y preferentemente inferior a 80 μm . Las primeras y las segundas zonas pueden estar configuradas, por ejemplo, en forma de píxel, por ejemplo, en forma de un cuadrado, un octágono o similar, con una dimensión de anchura y longitud inferior a 300 μm , o también en forma de tiras con una anchura inferior a 300 μm y una longitud superior a 300 μm . Las tiras pueden discurrir de forma rectilínea o también ondulada o en zigzag. Las primeras y las segundas zonas presentan preferentemente una anchura superior a 5 μm ,

en particular 10 μm , más preferentemente superior a 20 μm . Esta anchura mínima permite reducir o suprimir efectos difractivos no deseados de los límites de zona. Por ejemplo, este tipo de zonas en forma de tiras y contiguas se diferencia por su ángulo acimutal de alrededor de 0,1 hasta 10° y preferentemente de 0,5° a 10°.

5 **[0022]** Como ya se explicó arriba, además de las primeras y las segundas zonas pueden estar previstas también en la primera área otras zonas cubiertas con una estructura de difracción transmisiva que se diferencia de la primera y la segunda estructura de difracción transmisiva. La primera área presenta preferentemente terceras y/o cuartas zonas que están cubiertas con terceras o cuartas estructuras de difracción transmisivas, presentando también las terceras o las cuartas zonas en cada caso al menos una dimensión lateral inferior a 300 μm , en particular inferior a 150 μm , preferentemente inferior a 80 μm .

[0023] El uso y la disposición de este tipo de primeras, segundas, terceras y/o cuartas zonas permite generar numerosas características de seguridad ópticas que mejoran claramente la seguridad contra falsificación del elemento de seguridad. Además, el elemento de seguridad consigue una mayor variabilidad óptica y/o se puede apreciar con una mayor selección de condiciones de observación e iluminación diferentes.

[0024] Según un ejemplo de realización preferido de la invención, mediante tales zonas se generan imágenes de color real que se hacen visibles al observarse al trasluz, que pueden variar su color y su visibilidad, entre otros, al inclinarse y/o girarse.

20 **[0025]** La primera área presenta al respecto preferentemente un área de motivo que está subdividida en una pluralidad de áreas de píxel. Las áreas de píxel pueden presentar aquí no sólo una forma cuadrada, romboidal u octagonal, sino también una forma rectangular. En al menos una primera área de píxel de las áreas de píxel están dispuestas al menos dos zonas diferentes, seleccionadas del grupo de primeras y segundas zonas, del grupo de primeras, segundas y terceras zonas o del grupo de primeras, segundas, terceras y cuartas zonas.

[0026] Si están previstas, por ejemplo, tres zonas diferentes, la primera área de píxel presenta, por ejemplo, una o varias primeras y segundas zonas, una o varias segundas y terceras zonas o una o varias primeras, segundas y terceras zonas. Asimismo, tales zonas están dispuestas en la primera área de píxel de tal modo que el color que aparece en la primera área de píxel al observarse al trasluz en al menos un ángulo de inclinación se ha generado por la mezcla de colores aditiva de los colores generados en este ángulo de inclinación por las estructuras de difracción transmisivas, dispuestas en esta área de píxel en las diferentes zonas. Por ejemplo, las tres zonas diferentes pueden generar en un ángulo de inclinación los colores rojo, verde y azul (Rojo-Verde-Azul = RVA).

35 **[0027]** La primera área de píxel presenta preferentemente al menos una dimensión lateral inferior a 300 μm .

[0028] El brillo y el valor cromático del color generado en la primera área de píxel por las estructuras de difracción transmisivas dispuestas aquí, al observarse al trasluz, están definidos por el tamaño superficial de las primeras, segundas y, dado el caso, terceras y cuartas zonas dispuestas en la primera área de píxel, así como los colores generados por la primera, segunda y, dado el caso, tercera y cuarta estructura de difracción transmisiva en este ángulo de inclinación. Mediante la selección correspondiente del tamaño superficial de las primeras, segundas y, dado el caso, terceras y cuartas zonas en la primera área de píxel se puede ajustar el color generado al trasluz en la primera área de píxel en el ángulo de inclinación y/o el ángulo de giro.

45 **[0029]** En particular al menos el 10 %, preferentemente al menos el 50 % y más preferentemente al menos el 80 % de las áreas de píxel está configurado como primeras áreas de píxel. Preferentemente una o varias de las áreas de píxel están configuradas asimismo como segundas áreas de píxel en las que está previsto sólo un tipo de zonas en cada caso, por ejemplo, sólo una o varias primeras zonas o una o varias segundas zonas.

50 **[0030]** Según otro ejemplo de realización preferido de la invención, en la primera área están previstas una primera área de motivo diseñada en forma de un primer motivo y una segunda área de motivo diseñada en forma de un segundo motivo. La primera área de motivo y la segunda área de motivo se solapan al menos por áreas. La primera área de motivo está subdividida también en una pluralidad de áreas parciales que están cubiertas en cada caso con una o varias primeras zonas, y la segunda área de motivo está subdividida en una pluralidad de áreas parciales que están cubiertas en cada caso con una o varias segundas zonas. Las áreas parciales presentan preferentemente al menos una dimensión lateral inferior a 300 μm . En el área de solapamiento de la primera o la segunda área de motivo están previstas primeras y segundas zonas, en particular de manera contigua una respecto a otra, y dispuestas en particular en forma de trama una dentro de otra. Es ventajoso también que las primeras y las segundas zonas estén dispuestas en cada caso de acuerdo con una trama unidimensional o bidimensional y que en particular en el área de

solapamiento se alternen áreas de la trama asignadas a primeras zonas y áreas de la trama asignadas a segundas zonas. La amplitud de trama de la trama es preferentemente inferior a 300 μm en al menos una dirección.

[0031] Este procedimiento hace posible proporcionar una característica de seguridad que muestra el primer motivo al observarse al trasluz en un primer intervalo de ángulo de inclinación y/o un primer intervalo de ángulo de giro, muestra el segundo motivo en un segundo intervalo de ángulo de inclinación y/o un segundo intervalo de ángulo de giro y muestra, dado el caso, una representación superpuesta del primer y del segundo motivo en un tercer intervalo de ángulo de inclinación y/o un tercer intervalo de ángulo de giro. La primera área presenta preferentemente no sólo una primera área de motivo y una segunda área de motivo, sino una pluralidad de áreas de motivo cubiertas en cada caso con zonas diferentes. De esta manera se pueden generar al trasluz efectos ópticos interesantes, por ejemplo, una simulación de un efecto de movimiento o de un efecto de transformación en el que, por ejemplo, un primer motivo se transforma en un segundo motivo mediante una o varias etapas intermedias.

[0032] En este ejemplo de realización, las primeras zonas y las segundas zonas están cubiertas preferentemente con diferentes tipos de estructuras de difracción transmisivas, como ya se describió arriba. Como se explica más abajo en detalle, la apariencia óptica de uno de los motivos se puede variar en dependencia del uso de un polarizador y/o un filtro de color al observarse al trasluz, de modo que, por ejemplo, el primer motivo, pero no así el segundo motivo, cambia al usarse un polarizador y/o un filtro de color. Mediante una selección adecuada de las estructuras de difracción transmisivas se puede generar también una característica oculta ("hidden image"), en la que un motivo se puede detectar sólo al usarse un polarizador y/o un filtro de color. Un ejemplo de tal característica oculta se distingue por estructuras de difracción transmisivas cruzadas en el primer motivo (por ejemplo, una cruz embebida en un fondo cuadrado) y por estructuras de difracción transmisivas lineales en el segundo motivo (por ejemplo, el fondo cuadrado), generando ambas estructuras de difracción transmisivas, por ejemplo, una impresión de color rojo igual o muy similar al observarse sin polarizador y en un ángulo ligeramente inclinado (por ejemplo, $\alpha = 20^\circ$). Cuando se observa con un polarizador lineal, la impresión de color del segundo motivo varía (por ejemplo, de rojo a verde), mientras que el primer motivo se mantiene casi sin cambios. Si el polarizador se gira, la impresión de color del segundo motivo varía fuertemente y el primer motivo, en cambio, no varía o apenas varía.

[0033] Según un ejemplo de realización preferido de la invención, una o varias de las estructuras de difracción transmisivas, utilizadas también en particular como primeras, segundas, terceras o cuartas estructuras de difracción transmisivas, están configuradas de la manera descrita a continuación:

Al menos una de la una o varias estructuras de difracción transmisivas provoca un cambio del color del área parcial de la primera área, cubierta con la al menos una estructura de difracción transmisiva, al observarse al trasluz primer lado del elemento de seguridad dirigido hacia el observador contra una fuente de luz que emite una luz blanca en paralelo a un primer eje de radiación y está dispuesta en un segundo lado del elemento de seguridad opuesto al primer lado del elemento de seguridad, cuando el elemento de seguridad se inclina con respecto al eje de radiación. Con preferencia, el área parcial está diseñada en particular como patrón en forma de un motivo. Por cambio de color se entiende también, por ejemplo, un cambio de un área parcial, que es transparente o aparece incolora, a un área parcial que aparece en un color, por ejemplo, rojo, verde o azul.

[0034] La al menos una estructura de difracción transmisiva está configurada preferentemente también de modo que la luz que incide en el segundo lado del elemento de seguridad en una dirección de radiación perpendicular al plano definido por el segundo lado del elemento de seguridad se transmite ampliamente sin cambio en su espectro cromático en dirección de la dirección de radiación a través del sustrato. El cambio del espectro de la luz incidente en el intervalo de 460 nm a 660 nm es en particular menor que 15 %, preferentemente menor que 10 %, más preferentemente menor que 5 %. Esto significa, para una fuente de luz blanca ideal con una intensidad casi constante en todo el intervalo de longitud de onda, por ejemplo, que la intensidad para todas las longitudes de onda en el intervalo de 460 nm a 660 nm es casi idéntica después de atravesar el elemento de seguridad, hasta el porcentaje indicado. La transmisividad de la al menos una estructura de difracción transmisiva y/o del elemento de seguridad en dirección de radiación es aquí en particular superior a 30 %, preferentemente superior a 50 % y más preferentemente superior a 70 %.

[0035] Si el elemento de seguridad no se observa en perpendicular al plano definido por el segundo lado del elemento de seguridad, sino en un ángulo inclinado, el comportamiento de la transmisión cambia. Preferentemente, la al menos una estructura de difracción transmisiva transmite luz que incide en el segundo lado en una dirección de radiación con un desplazamiento angular de más de 15° , en particular de más de 30° , respecto a la normal de la superficie del plano definido por el segundo lado del elemento de seguridad, con cambio en su espectro cromático en dirección perpendicular a la normal de la superficie del plano definido por el segundo lado del elemento de seguridad

o en dirección de radiación. Cuando se observa el área parcial cubierta con la estructura de difracción transmisiva, aparece un cambio del espectro cromático de la luz incidente, producido por la estructura de difracción transmisiva, en particular al inclinarse con un desplazamiento angular de más de 10°, en particular de más de 20°. Alternativamente, un cambio del espectro cromático de la luz incidente en esta área aparece cuando el elemento de seguridad no se
5 inclina en un ángulo de inclinación de más de 70°, en particular de más de 50°. El intervalo de ángulo de inclinación en el que se producen estos efectos es preferentemente de 10° a 70°, más preferentemente de 20° a 50°.

[0036] Es ventajoso también que la estructura de difracción transmisiva en un primer intervalo de ángulo de inclinación cambie el espectro cromático de la luz incidente de una manera que se diferencia del cambio del espectro
10 cromático de la luz incidente en un segundo intervalo de ángulo de inclinación.

[0037] La rejilla de difracción transmisiva se selecciona preferentemente de entre una o varias de las siguientes clases de rejillas de difracción transmisivas:

15 Una primera clase de estructuras de difracción transmisivas presenta como estructura de difracción una estructura en relieve que es una rejilla definida por los parámetros forma de relieve, profundidad de relieve, período de rejilla y ángulo acimutal, siendo la profundidad de relieve de 900 a 1700 nm, en particular de 1200 nm a 1500 nm, y siendo el período de rejilla de 500 nm a 1500 nm, en particular de 600 a 1200 nm. Esta primera clase de estructuras
20 de difracción transmisivas presenta con preferencia principalmente efectos de difracción de primer orden o de orden superior.

[0038] La estructura en relieve está conformada preferentemente en una superficie del sustrato, en particular en la superficie del primer lado del elemento de seguridad. La primera estructura en relieve está conformada preferentemente en la superficie del elemento de seguridad dirigida hacia el observador. Por tanto, la superficie límite
25 es en particular un límite de barniz y aire.

[0039] Es posible también alternativamente configurar la estructura de difracción transmisiva como una estructura en relieve conformada entre dos capas transmisivas del sustrato. El índice de refracción de estas capas se diferencia preferentemente en al menos 0,1.
30

[0040] Es ventajoso también que una de las dos capas transparentes sea una capa de replicación y que la otra de las dos capas transparentes sea una capa porosa, estando llenos los poros de la capa porosa en particular de aire. En el caso de la capa porosa se puede tratar de una capa de poros abiertos o cerrados. Como resultado de la configuración microporosa de la capa es posible proporcionar una capa con un índice de refracción próximo al índice
35 de refracción del aire.

[0041] El grosor de capa de la capa porosa es preferentemente de 2 a 50 µm, más preferentemente de 2 a 20 µm.

40 **[0042]** Según otra forma de realización preferida, una de las dos capas transparentes es una capa de replicación y la otra de las dos capas transparentes es una capa HRI (HRI = High Refraction Index, índice de refracción alto), por ejemplo, de ZnS, TiO₂, ZrO₂ o Si₃N₄ o una mezcla de polímeros y nanopartículas. El grosor de capa de la capa HRI es preferentemente de 50 a 300 nm, en particular de 75 a 150 nm, más preferentemente de 75 a 125 nm. En la forma de realización con capa HRI, la profundidad de relieve está situada, por lo general, en el intervalo de 200
45 nm a 800 nm y preferentemente de 300 nm a 600 nm. El período de rejilla está situado preferentemente en el intervalo de 450 nm a 900 nm y más preferentemente de 500 nm a 800 nm.

[0043] La capa de replicación está fabricada preferentemente de una capa de barniz termoplástico o endurecible por UV.
50

[0044] Las estructuras de difracción transmisivas de una segunda clase de estructuras de difracción transmisivas están configuradas de la siguiente manera: la estructura de difracción transmisiva se forma mediante una pluralidad de elementos, presentando los elementos en cada caso al menos una superficie de elemento dispuesta esencialmente en paralelo a un plano de base, estando dispuestos los elementos de manera desplazada uno contra
55 otro respecto al menos a una primera dirección, que discurre en paralelo al plano de base, y estando separadas las superficies de elemento de elementos contiguos a una primera distancia o un múltiplo de la primera distancia en una dirección perpendicular al plano de base según una función de variación dependiente al menos de una primera dirección. La función de variación es preferentemente una función periódica. En cada período de la función de variación, las superficies de elemento de al menos dos elementos consecutivos en la al menos una primera dirección

están separadas entre sí preferentemente a la primera distancia. El período seleccionado es preferentemente inferior a 10 μm y superior a 1 μm y en particular inferior a 5 μm y superior a 2 μm . Cada período comprende preferentemente 3 a 10, en particular 3 a 6 elementos consecutivos. La primera distancia es preferentemente de 50 a 1000 nm, en particular de 100 a 500 nm.

[0045] Se ha comprobado que mediante este tipo de estructuras se puede conseguir un cambio particularmente fuerte del espectro cromático de la luz transmitida por la estructura de difracción transmisiva. Mediante el período y la función de variación se ajusta el intervalo de ángulo de inclinación, en el que la estructura de difracción transmisiva provoca un cambio en el espectro cromático al observarse al trasluz. Los parámetros primera distancia y período fijan el intervalo espectral, en el que la estructura de difracción transmisiva provoca un cambio en el espectro cromático de la luz incidente al observarse al trasluz.

[0046] El sustrato puede presentar una capa transparente, en la que están embebidos los elementos. Es posible también que los elementos estén formados por áreas parciales de una capa transparente del sustrato y que las superficies de elemento configuren al menos un área parcial de una superficie de esta capa y definan así un relieve superficial configurado en esta capa.

[0047] Como función de variación se usan preferentemente funciones simétricas escalonadas que describen, por ejemplo, una secuencia de pirámides escalonadas. Sin embargo, es ventajoso también usar como función de variación una función asimétrica dentro de un período.

[0048] Una tercera clase de estructuras de difracción transmisivas se forma mediante rejillas de difracción especiales de orden cero que están definidas por los parámetros forma de relieve, profundidad de relieve, período de rejilla y ángulo acimutal. Estas rejillas de difracción transmisivas presentan una profundidad de relieve de 100 nm a 500 nm, en particular de 300 nm a 500 nm, preferentemente de 350 nm a 500 nm, y un período de rejilla de 250 nm a 700 nm, preferentemente de 300 nm a 600 nm y más preferentemente de 350 nm a 600 nm. Se prefieren en particular rejillas de difracción con una forma de relieve sinusoidal. La estructura en relieve de la rejilla de difracción está conformada preferentemente entre una capa transparente y una capa guía de ondas transparente, en particular una capa HRI (HRI = High Refraction Index). El grosor de la capa HRI es de 50 nm a 250 nm, preferentemente de 130 a 250 nm, más preferentemente de 150 a 220 nm. A diferencia de las rejillas de difracción reflectivas de orden cero conocidas que presentan profundidades de relieve claramente menores, las rejillas de difracción transmisivas de orden cero según la invención muestran un efecto de cambio de color esencialmente más fuerte al observarse al trasluz.

[0049] Según otro ejemplo de realización preferido de la invención, el sustrato presenta en la primera área una o varias estructuras de difracción reflectivas que muestran una o varias características de seguridad ópticas al observarse a la luz reflejada. En la primera área está prevista preferentemente una pluralidad de primeras áreas parciales, cubiertas con una de la una o varias estructuras de difracción transmisivas, y una pluralidad de segundas áreas parciales, cubiertas con una de la una o varias estructuras de difracción reflectivas. De este modo se puede conseguir que el elemento de seguridad muestre una característica de seguridad en la primera área tanto al observarse al trasluz como al observarse a la luz reflejada, diferenciándose preferentemente la característica de seguridad al observarse a la luz reflejada de la característica de seguridad al observarse al trasluz. Preferentemente las primeras y las segundas áreas parciales presentan al respecto al menos una dimensión lateral inferior a 300 μm , en particular inferior a 150 μm , preferentemente inferior a 80 μm . Asimismo, las primeras y segundas áreas parciales están dispuestas al menos por áreas de manera contigua entre sí, de modo que en la primera área se muestra una segunda información óptica, determinada por las segundas áreas parciales, al observarse a la luz reflejada, y una primera información óptica, determinada por las primeras áreas parciales, al observarse al trasluz. Por ejemplo, la denominación de un billete de banco puede estar representada a la luz reflejada y el signo de moneda o símbolo de moneda puede estar representado al trasluz.

[0050] Es ventajoso también que un elemento de seguridad según la invención presente también, además de las zonas transmisivas y opacas descritas arriba, otras zonas superficiales en las que están dispuestas otras características, en particular características de seguridad conocidas, que se pueden identificar por reflexión y/o transmisión. Éstas pueden ser, por ejemplo, estructuras difractivas, cubiertas en toda la superficie o sólo en áreas de la superficie con capas de reflexión, por ejemplo, capas de metal y/o capas HRI. Por ejemplo, pueden ser estructuras refractivas, tales como microlentes o microprismas. Por ejemplo, pueden ser elementos de película delgada con un efecto de cambio de color. Por ejemplo, pueden ser tintas impresas de efecto OVI variables ópticamente (OVI = Optical Variable Inks). Por ejemplo, pueden ser una o varias capas de holograma de volumen.

[0051] El elemento de seguridad se forma preferentemente mediante una lámina de laminación, una capa de

transferencia de una lámina de transferencia, un hilo de seguridad o una etiqueta. Sin embargo, es posible también que el elemento de seguridad esté configurado como documento de seguridad o documento de valor, por ejemplo, como pasaporte o tarjeta de identificación (ID-Karte).

5 **[0052]** La invención se explica a continuación a modo de ejemplo por medio de varios ejemplos de realización con referencia a los dibujos adjuntos. Muestran:

- Fig. 1a una vista esquemática en planta de un documento seguridad;
- Fig. 1b una representación esquemática en corte del documento de seguridad según la figura 1a;
- 10 Fig. 1c una representación esquemática en corte de un elemento de seguridad;
- Fig. 2 una representación esquemática en corte de un elemento de seguridad;
- Fig. 3 una representación esquemática en corte de un elemento de seguridad;
- Fig. 4a-4g varios diagramas;
- Fig. 5 una representación esquemática en corte de un elemento de seguridad;
- 15 Fig. 6a-6d varios diagramas;
- Fig. 7a una representación esquemática en corte de un elemento de seguridad;
- Fig. 7b una representación a escala ampliada de una sección del elemento de seguridad según la figura 7a;
- Fig. 8a una representación esquemática en corte de un elemento de seguridad;
- Fig. 8b una representación a escala ampliada de una sección del elemento de seguridad según la figura 8a;
- 20 Fig. 9a una representación esquemática para mostrar la apariencia óptica que aparece en un área transparente de un elemento de seguridad en una primera situación de observación;
- Fig. 9b una representación esquemática para mostrar la apariencia óptica que aparece en el elemento de seguridad de la figura 9a en una segunda situación de observación;
- Fig. 10 una representación esquemática en corte de un dispositivo para comprobar el elemento de seguridad según la figura 9a;
- 25 Fig. 11a una vista esquemática en planta de un área transparente de un elemento de seguridad;
- Fig. 11b una vista esquemática en planta de un área transparente de un elemento de seguridad;
- Fig. 11c una vista esquemática en planta de un área transparente de un elemento de seguridad;
- Fig. 12a una vista esquemática en planta de un área transparente de un elemento de seguridad;
- 30 Fig. 12b una representación esquemática de una primera situación de observación del elemento de seguridad según la figura 12a;
- Fig. 12c una representación esquemática de una segunda situación de observación del elemento de seguridad según la figura 12a;
- Fig. 13a una vista esquemática en planta de un elemento de seguridad en una primera situación de observación;
- 35 Fig. 13b una vista esquemática en planta del elemento de seguridad según la figura 13a en una segunda situación de observación;
- Fig. 14a una vista esquemática en planta de un área transparente de un elemento de seguridad;
- Fig. 14b una vista esquemática en planta de un área de motivo del elemento de seguridad según la figura 14a;
- Fig. 14c una vista esquemática de dos áreas de motivo que se solapan del elemento de seguridad según la figura 14a;
- 40 Fig. 15a-15c representaciones esquemáticas para mostrar el efecto óptico del elemento de seguridad según la figura 14a en distintas situaciones de observación;
- Fig. 16a-16b representaciones esquemáticas de situaciones de observación de un elemento de seguridad;
- Fig. 17a-17c representaciones esquemáticas de situaciones de observación de un elemento de seguridad;
- 45 Fig. 18a-18b representaciones esquemáticas de situaciones de observación de un elemento de seguridad;
- Fig. 19a-19d representaciones esquemáticas de situaciones de observación de un elemento de seguridad;
- Fig. 20 una vista esquemática en planta de un área de un elemento de seguridad; y
- Fig. 21 una representación esquemática en corte de un dispositivo para comprobar el elemento de seguridad según la figura 20.

50

[0053] Las figuras 1a y 1b muestran un documento de seguridad 1 con un sustrato de soporte 10 y un elemento de seguridad 2 aplicado sobre el sustrato de soporte 10.

[0054] En el caso del documento de seguridad 1 se trata preferentemente de un billete de banco, un documento de identificación, por ejemplo, un pasaporte, un certificado de acciones, una etiqueta de seguridad para proteger un producto o un certificado de software.

[0055] El sustrato de soporte 10 está fabricado preferentemente a partir de un sustrato de papel, más preferentemente un papel de seguridad. No obstante, es posible también que el sustrato de soporte 10 esté fabricado

a partir de un material de plástico o que en este caso se trate de un sustrato multicapa que comprende una o varias capas de plástico o papel. Es posible también que el sustrato de soporte 10 esté provisto de una o varias capas de impresión, por ejemplo, una impresión de seguridad, o de elementos de seguridad, por ejemplo, una marca de agua, un hilo de seguridad o una impresión hecha de un material de impresión variable ópticamente.

5

[0056] El sustrato de soporte 10 presenta un área transparente 11. El área transparente 11 se forma preferentemente mediante una entalladura que atraviesa el sustrato de soporte 10 y que se ha realizado en el sustrato de soporte, por ejemplo, con ayuda de una marca de agua o un proceso de estampado. Es posible también que en el área transparente 11 del sustrato de soporte 10 estén previstas una o varias capas del sustrato de soporte, 10 configuradas, sin embargo, de manera transparente. Así, por ejemplo, el sustrato de soporte 10 presenta una o varias capas de soporte transparentes de plástico en toda la superficie, que están provistas de una capa de recubrimiento opaca por fuera del área transparente 11. Por fuera del área transparente 11, el sustrato de soporte 10 está configurado preferentemente de manera opaca o translúcida. El sustrato de soporte 10 puede ser comparativamente delgado, por ejemplo, con un grosor de 50 μm a 200 μm , y flexible, por ejemplo, para un billete de banco, o también 15 comparativamente grueso, por ejemplo, con un grosor de 250 μm a 2000 μm , y estable, por ejemplo, para una tarjeta de identificación.

[0057] En un lado del sustrato de soporte 10 se ha aplicado el elemento de seguridad 2 de tal modo que un área transparente 30 del elemento de seguridad 2 cubre al menos por áreas el área transparente 11 del sustrato de 20 soporte 10.

[0058] En el caso del elemento de seguridad 2 se trata preferentemente de la capa de transferencia de una lámina de transferencia o de una lámina de laminación que está aplicada en un lado del sustrato de soporte 10 mediante una capa adhesiva. En el ejemplo de realización según las figuras 1a y 1b, el elemento de seguridad 2 tiene 25 un diseño en forma de tira y se extiende por toda la anchura del documento de seguridad 1 entre dos cantos opuestos del sustrato de soporte 10. Sin embargo, es posible también que el elemento de seguridad 2 tenga otro diseño, por ejemplo, un diseño en forma de parche.

[0059] Es posible también que el elemento de seguridad 2 no se aplique en un lado del sustrato de soporte 10, 30 sino que se embeba en el sustrato de soporte 10, por ejemplo, que esté embebido entre dos capas del sustrato de soporte 10.

[0060] El elemento de seguridad 2 presenta un lado superior 201 y un lado inferior 202.

35 **[0061]** El elemento de seguridad 2 está fabricado preferentemente de un elemento de lámina multicapa flexible. El elemento de seguridad 2 presenta un área transparente 30 al trasluz. El área 30 se puede extender sólo por un área parcial del elemento de seguridad 2, como se muestra, por ejemplo, en la figura 1a. Sin embargo, es posible también que el área transparente 30 se extienda por todo el elemento de seguridad 2, es decir, todo el elemento de seguridad 2 sea transparente al trasluz.

40

[0062] Por área transparente al trasluz se entiende aquí un área del elemento de seguridad 2, en la que la transmisividad para al menos un intervalo de longitud de onda de al menos 30 nm a partir del intervalo de longitud de onda de la luz visible para el ojo humano es superior a 20 %, preferentemente superior a 50 % y más preferentemente superior a 70 %, al observarse al trasluz en al menos un ángulo de inclinación. La transmisividad es preferentemente 45 superior a 50 % al menos en un ángulo de inclinación en el intervalo de longitud de onda de 460 nm a 660 nm, y más preferentemente superior a 80 % en al menos la mitad del intervalo de longitud de onda de 460 nm a 660 nm.

[0063] El área transparente 30 presenta preferentemente también al menos un área parcial que es transparente y clara al observarse al trasluz en al menos un ángulo de inclinación, de modo que informaciones ópticas dispuestas 50 por detrás del elemento de seguridad 2, es decir, en el lado del elemento de seguridad 2 opuesto al observador, son visibles para el observador humano a través de la zona transparente 30. Por claro se entiende una dispersión y/o una absorción inferior a 40 %, más preferentemente inferior a 20 %.

[0064] En el área transparente 30, el elemento de seguridad 2 presenta una o varias estructuras de difracción 55 transmisivas que muestran una o varias características de seguridad ópticas al observarse al trasluz. Así, por ejemplo, este tipo de estructuras de difracción está previsto en áreas parciales 31 y 32.

[0065] El elemento de seguridad 2 presenta preferentemente también al menos un área opaca 40. En el área opaca 40 del elemento de seguridad 2 están previstas preferentemente una o varias estructuras de difracción 41

activas en reflexión.

[0066] Es posible también que el elemento de seguridad, como se muestra en la figura 1c, configure como tal un documento de seguridad 1, por ejemplo, un documento de identificación, un medio de pago, una etiqueta para proteger un producto, una etiqueta de seguridad o similar. La figura 1c muestra, por ejemplo, la representación en corte de una tarjeta de identificación con un sustrato 21, preferentemente multicapa, para el área transparente 30 al trasluz. El sustrato 21 presenta en el área transparente 30 una o varias estructuras de difracción transmisivas que muestran una o varias características de seguridad ópticas al observarse al trasluz, es decir, al posicionarse una fuente de luz que transmite una luz direccional en el lado trasero 202 del elemento de seguridad durante la observación del lado delantero 201, como se describe también detalladamente a continuación. El área transparente 30 y el sustrato 21 pueden estar cubiertos en toda la superficie de un lado o de ambos lados con otras capas transparentes claras. El sustrato 21 y el documento de seguridad pueden ser idénticos, es decir, las estructuras de difracción transmisivas se pueden replicar directamente en la superficie del documento de seguridad, por ejemplo, un billete bancario de polímero o una tarjeta de identificación de policarbonato (PC).

[0067] La figura 2 muestra el elemento de seguridad 2 con el sustrato 21. El sustrato 21 presenta en el área 30 una o varias capas transparentes 22, así como una estructura de difracción transmisiva 51. La estructura de difracción transmisiva 51 se forma mediante una estructura en relieve 511 configurada en una superficie del sustrato 21. La estructura en relieve 511 está configurada en particular en la superficie del elemento de seguridad 2 dirigida hacia el observador. Las estructuras en relieve 511 se diferencian claramente de las estructuras difractivas que se usan para la observación en reflexión, como se describe a continuación.

[0068] La forma de relieve de la estructura en relieve 511 puede ser sinusoidal, rectangular, simétrica o asimétrica, triangular o aún más compleja. La difracción se basa en la diferencia del índice de refracción entre el aire ($n = 1$) y el material de la capa transparente 22, es decir, aproximadamente $n = 1,5$ en caso de seleccionarse un material polimérico. La capa 22 está fabricada entonces, por ejemplo, de un material de plástico transparente termoplástico o endurecible por UV, en cuya superficie se moldea la estructura en relieve 511 con el uso de calor y presión mediante una herramienta de replicación, o se moldea y se endurece por UV.

[0069] En una forma de realización preferida no mostrada aquí, la rejilla de superficie formada de esta manera se recubre adicionalmente con una capa porosa, llena de aire. Esta capa presenta un índice de refracción próximo a 1,0. Para que esta capa porosa sea transparente, los poros y/o las unidades que forman los poros deben ser más pequeños que la longitud de onda de la luz visible. Tales capas porosas tienen preferentemente un índice de refracción inferior a 1,2. El grosor de capa de la capa porosa se selecciona preferentemente en el intervalo de $2\ \mu\text{m}$ a $50\ \mu\text{m}$, en particular de $2\ \mu\text{m}$ a $20\ \mu\text{m}$.

[0070] Con esta capa porosa se consigue ventajosamente que la estructura en relieve 511 quede protegida, sin dañarse las propiedades de difracción de esta capa.

[0071] Es posible también recubrir esta capa porosa con una o varias otras capas de polímero, en particular capas de protección.

[0072] Cuando se observa al trasluz, la luz 60 incide ahora en el lado trasero del elemento de seguridad 21, se transmite a través del área transparente 30 con la estructura de difracción 51 y cambia en este proceso, como se describe a continuación, e incide después en el ojo del observador posicionado en el lado delantero del elemento de seguridad 2.

[0073] La eficiencia de difracción en el orden cero 61 (T_0), así como en el primer orden 62 ($T_{\pm 1}$) depende en gran medida, entre otros, de la profundidad de relieve t de la estructura en relieve 511. Las figuras 4a y 4b muestran la eficiencia de difracción en el orden ± 1 como función de la longitud de onda y de la profundidad de relieve. En el caso de la estructura en relieve 511 se trata en este ejemplo de una estructura en relieve con un período de rejilla de $770\ \text{nm}$ y una forma de relieve sinusoidal. Las figuras 4a y 4b muestran la eficiencia de difracción de primer orden, promediada sobre la polarización TE y TM. El ángulo de iluminación seleccionado es perpendicular al plano definido por el lado trasero del elemento de seguridad 2, como aparece representado en la figura 2 de manera correspondiente para la incidencia de la luz 60. Las figuras 4c y 4d muestran diagramas correspondientes para la difracción de orden cero.

[0074] Según una forma de realización preferida de la invención, la estructura en relieve 51 se diseña de modo que la estructura en relieve 511 presenta, además de una eficiencia de difracción de primer orden al trasluz lo más

fuerte posible, una transmisión de orden cero lo más uniforme posible, es decir, de color neutral, y el espectro cromático de la luz transmitida varía aquí lo menos posible. La transmisión de orden cero seleccionada es superior a 30 %, en particular superior a 50 %, para el intervalo espectral visible. Como intervalo espectral visible se selecciona preferentemente el intervalo de 460 nm a 660 nm.

5

[0075] A partir de las investigaciones realizadas se ha determinado que la profundidad de rejilla se debe seleccionar con un valor superior a 200 nm, en particular superior a 300 nm y más preferentemente superior a 400 nm.

10 **[0076]** Para conseguir el efecto descrito arriba, en el que la luz incidente en el lado trasero del elemento de seguridad 2 en la dirección de radiación en perpendicular al plano definido por el lado trasero del elemento de seguridad 2, se transmite en gran medida sin cambio en su espectro cromático a través del sustrato en dirección de la dirección de radiación, la profundidad de relieve de la estructura en relieve 511 es en particular de 900 nm a 1700 nm, preferentemente de 900 nm a 1500 nm y más preferentemente de 900 nm a 1200 nm.

15

[0077] Un parámetro de relieve importante de la estructura en relieve 511 es el período de rejilla. Como ya es conocido en el caso de las rejillas de reflexión, la longitud de onda difractada se desplaza hacia longitudes de onda mayores con el incremento del período de rejilla. Esto se aplica también a estructuras de difracción transmisivas y se describe por medio de la llamada ecuación de rejilla (I):

20

$$\sin\theta \pm \sin\beta = \frac{m\lambda}{A}$$

[0078] Aquí, m es la disposición de difracción, λ , la longitud de onda, A, el período de rejilla, θ , el ángulo de incidencia y β , el ángulo de difracción. Se ha comprobado que cuando la profundidad de relieve está situada en el
25 intervalo definido previamente, se puede usar un amplio intervalo de períodos de rejilla para ajustar así un intervalo de ángulo de inclinación, en el que un efecto de cambio de color aparece como característica de seguridad óptica.

[0079] El período de rejilla de la estructura en relieve 511 está situado aquí en el intervalo de 500 nm a 1500 nm, más preferentemente de 600 nm a 1200 nm.

30

[0080] La figura 4e muestra la dependencia entre este ángulo de inclinación o ángulo de observación α y el período de rejilla para las longitudes de onda 480 nm (azul), 550 nm (verde) y 365 nm (rojo) indicadas a modo de ejemplo. En este caso, el diagrama se determinó para una estructura en relieve con un perfil de relieve sinusoidal, un período de rejilla de 500 nm a 1500 nm y la situación de observación según la figura 2.

35

[0081] La selección correspondiente del período de rejilla permite ajustar entonces el color que aparece en las áreas parciales del área transparente 30 cubiertas con la estructura en relieve 511 al inclinarse o variarse el ángulo de observación, así como el intervalo de ángulo de inclinación o el intervalo de ángulo de observación en el que aparece este efecto.

40

[0082] La figura 3 muestra otro ejemplo de realización del elemento de seguridad 2. El elemento de seguridad 2 está compuesto de un sustrato 21, preferentemente multicapa, que presenta una estructura de difracción transmisiva 52 en el área 30. En el ejemplo de realización según la figura 3, el sustrato 21 presenta al respecto en el área 30 tres capas transparentes 22, 23 y 24, estando conformada entre estas dos capas una estructura en relieve 521 como
45 estructura de difracción transmisiva 52.

[0083] En el caso de las capas 22 y 24 se trata preferentemente de capas poliméricas transparentes, por ejemplo, capas transparentes que presentan un índice de refracción aproximado de 1,5. En el caso de la capa 23 se trata de una capa que intensifica la difracción. Materiales y parámetros preferidos de la capa, que intensifica la
50 difracción, son:

Aluminio, cobre, oro, titanio, plata o cromo, preferentemente con un grosor de capa en el intervalo de 2 nm a 50 nm, es decir, una capa metálica delgada y transparente.

55 **[0084]** Materiales HRI transparentes, altamente refractivos, (HRI = High Refractive Index), tales como TiO_2 , ZnS , ZrO_2 o Si_3N_4 , preferentemente con un grosor de capa en el intervalo de 50 nm a 250 nm. Los materiales HRI altamente refractivos alternativos son materiales híbridos, formados por nanopartículas, por ejemplo, TiO_2 , embebidas en una matriz de polímero, por ejemplo, en alcohol polivinílico PVA.

[0085] La estructura en relieve 521 presenta, por ejemplo, una forma de relieve sinusoidal, rectangular, simétrica o asimétrica, triangular o más compleja.

5 **[0086]** Se ha comprobado que para proporcionar una estructura de difracción transmisiva en el sentido anterior no sólo son importantes los parámetros de relieve profundidad de relieve y período de rejilla, sino también el grosor de capa, así como el material de la capa que intensifica la difracción. Las figuras 4f y 4g muestran la dependencia determinada entre la eficiencia de difracción de primer orden ($T_{+/-}$) y la profundidad de relieve como función de la longitud de onda y la profundidad de relieve. En este ejemplo, el período de rejilla es de 650 nm y la forma de relieve
10 es sinusoidal. La capa, que intensifica la difracción, está fabricada en este ejemplo de una capa de ZnS, embebida en un polímero, con un grosor de la capa de ZnS de 120 nm. Se muestra también la eficiencia de difracción promediada sobre la polarización TE y TM. Esto ilustra el efecto de tales estructuras en una iluminación normal, es decir, no polarizada, por ejemplo, la luz solar, o bajo lámparas fluorescentes o lámparas incandescentes.

15 **[0087]** Las investigaciones basadas en estos aspectos han demostrado que para proporcionar estructuras de difracción transmisivas en el sentido anterior se ha de seleccionar preferentemente una profundidad de rejilla de más de 200 nm y en particular preferentemente de más de 400 nm. Al mismo tiempo, la profundidad de relieve seleccionada es inferior a 700 nm y en particular inferior a 600 nm.

20 **[0088]** En una estructura en relieve 521 optimizada para el color verde (pico de difracción de 500 nm a 550 nm), la profundidad de relieve está situada preferentemente, por ejemplo, en el intervalo de 400 nm a 550 nm.

[0089] Con el fin de conseguir una difracción significativa, que esté limitada lo más posible espectralmente, ha resultado ventajoso también usar como capa 23, que intensifica la difracción, una capa HRI con un grosor de capa de
25 50 nm a 300 nm, preferentemente de 75 nm a 150 nm.

[0090] Se ha comprobado asimismo que la eficiencia de difracción de orden cero es particularmente uniforme en el intervalo de grosor de capa de 75 nm a 125 nm. De esta manera se consigue una apariencia con un color particularmente neutral durante la observación en el orden cero.

30 **[0091]** Las investigaciones han demostrado también que el período de rejilla de las estructuras en relieve 521 se debe seleccionar de la manera siguiente:

35 Para un efecto de cambio de color en dirección verde, el período de rejilla se ha de seleccionar preferentemente en el intervalo de 620 nm a 690 nm y el período de rejilla se ha de seleccionar en dirección rojo en el intervalo de 735 a 800 nm y en dirección azul en el intervalo de 530 nm a 600 nm.

[0092] Mediante la selección correspondiente de los parámetros de relieve de la estructura en relieve 521 en los intervalos de valores descritos arriba se puede conseguir un cambio correspondiente del color en el área parcial
40 del área 30 cubierta con estas estructuras, al inclinarse el elemento de seguridad 2. Asimismo, mediante una combinación correspondiente de estructuras en relieve, optimizadas según los parámetros mencionados arriba a rojo, verde, azul, se pueden implementar también imágenes de color real con ayuda de mezclas de color aditivas, como se explica en detalle más adelante. Las estructuras en relieve se han seleccionado preferentemente de modo que los colores de las áreas parciales que se desean para un ángulo de observación definido se consiguen con el mismo
45 grosor de capa en cada caso de la capa que intensifica la difracción. Esto facilita la fabricación de este tipo de características de seguridad.

[0093] La figura 5 muestra otro ejemplo de realización del elemento de seguridad 2.

50 **[0094]** En el área 30, el sustrato 21 presenta una estructura de difracción transmisiva 53. En el área 30, el sustrato 21 presenta al respecto una capa transparente 22 y una capa guía de ondas 25, estando conformada una estructura en relieve 531 entre la capa transparente 22 y la capa guía de ondas 25. En el ejemplo de realización según la figura 5, el sustrato 21 presenta entonces en el área 30 dos capas de polímero transparentes 22 y 26 y una capa guía de ondas 25 dispuesta entre dichas capas y fabricada preferentemente de una capa HRI. Como material para la
55 capa HRI se usa preferentemente TiO_2 , ZnS, ZrO_2 o Si_3N_4 . Los materiales HRI altamente refractivos alternativos son materiales híbridos, formados por nanopartículas, por ejemplo, TiO_2 , embebidas en una matriz de polímero, por ejemplo, en alcohol polivinílico PVA. El grosor de capa de la capa HRI es preferentemente de 50 nm a 250 nm.

[0095] La estructura en relieve 531 presenta una forma de relieve sinusoidal, rectangular, simétrica, asimétrica,

triangular o más compleja. En el caso de la estructura en relieve 531 se trata de una estructura de difracción especial de orden cero (período de rejilla inferior a la longitud de onda deseada). El período de rejilla seleccionado de la estructura en relieve 531 es preferentemente de 250 nm a 700 nm, más preferentemente de 300 nm a 600 nm.

5 **[0096]** Las investigaciones han demostrado que para conseguir el efecto de una estructura de difracción transmisiva de orden cero no sólo se han de seleccionar debidamente los parámetros de relieve profundidad de relieve y período de rejilla, sino también el grosor de capa de la capa guía de ondas altamente refractiva (HRI) a fin de conseguir el efecto deseado. Esto se aplica en particular a estructuras de difracción de orden cero que deben aparecer con un color neutral durante la observación en perpendicular.

10

[0097] Las figuras 6a y 6b muestran al respecto la dependencia de la transmisión de la estructura de difracción 531 en caso de una iluminación u observación en perpendicular (0°) o inclinada (30°) en dependencia de la longitud de onda y del grosor de capa de la capa guía de ondas altamente refractiva, habiéndose seleccionado aquí una estructura en relieve con una forma de relieve sinusoidal, un período de rejilla de 450 nm y una profundidad de rejilla
15 de 380 nm. Como material para la capa guía de ondas altamente refractiva se seleccionó, por ejemplo, ZnS. La figura 6a muestra la transmisión durante una observación en perpendicular y la figura 6b, durante una observación inclinada.

[0098] La transmisión de orden cero significa que la luz se mueve en una línea recta de la fuente de luz al ojo del observador, si se descarta la refracción en el documento de seguridad o en el elemento de seguridad.

20

[0099] A partir de este tipo de investigaciones se ha comprobado que en caso de una observación inclinada se puede conseguir un mínimo de transmisión con $T < 20\%$ sólo a partir de un grosor de la capa guía de ondas transparente y altamente refractiva de más de 130 nm. Este mínimo de transmisión es esencial para producir una impresión de color perceptible claramente por el ojo humano. Estas investigaciones han demostrado también que la
25 transmisión en caso de una iluminación y observación en perpendicular es uniforme e incluso claramente superior a 25 % hasta un grosor de la capa guía de ondas transparente y altamente refractiva de 250 nm. Esto posibilita una apariencia de color no distorsionado, es decir, de color neutral, en transmisión bajo este ángulo. Las investigaciones han demostrado que el grosor de la capa guía de ondas transparente y altamente refractiva se ha de seleccionar preferentemente en el intervalo de 70 nm a 250 nm, más preferentemente en el intervalo de 130 nm a 220 nm.

30

[0100] Asimismo, las investigaciones han demostrado que la profundidad de rejilla influye también decisivamente sobre el comportamiento espectral de la rejilla de difracción 531. La figura 6c muestra la dependencia de la transmisión de la rejilla de difracción 531 al variar el ángulo de inclinación en caso de una profundidad de relieve de 365 nm y un período de rejilla de 475 nm y la figura 6d, en caso de una profundidad de relieve de 430 nm y un
35 período de rejilla de 550 nm, siendo la forma de relieve un perfil sinusoidal y presentando la capa guía de ondas altamente refractiva un grosor de capa de 180 nm.

[0101] Las investigaciones basadas en esto han demostrado que en caso de una observación inclinada se puede conseguir un mínimo de transmisión con $T < 20\%$ sólo a partir de una profundidad de relieve superior a 300 nm, siendo la transmisión en perpendicular claramente superior a 25 % incluso hasta una profundidad de rejilla de 550 nm. La profundidad de relieve de la estructura en relieve 531 se selecciona entonces preferentemente en el intervalo de 300 nm a 550 nm, más preferentemente en el intervalo de 350 a 500 nm.

40

[0102] Cuando se seleccionan estos parámetros y esta orientación de las líneas de rejilla en transversal a la
45 dirección de observación, se obtiene, por ejemplo, un efecto cromático de un color neutral a un color naranja durante una observación en transversal en un ángulo de inclinación de 30° y nuevamente a un color neutral en un ángulo de inclinación de 60°, por ejemplo, al seleccionarse una profundidad de relieve de 365 nm, un grosor de capa de la capa guía de ondas transparente de 180 nm y un período de rejilla de 475 nm. Se muestra también, por ejemplo, un efecto de color desde un color neutral a ligeramente azulado hasta un color rojo durante una observación en perpendicular
50 en un ángulo de inclinación aproximado de 30° y nuevamente de casi un color neutral a un color ligeramente rojizo en un ángulo de inclinación de 60° al orientarse las líneas de rejilla en transversal a la dirección de observación y seleccionarse una profundidad de rejilla de 430 nm, un período de rejilla de 550 nm y un grosor de capa de la capa guía de ondas transparente de 180 nm.

55 **[0103]** El período de rejilla de la estructura en relieve 531 se selecciona preferentemente en el intervalo de 250 nm a 700 nm, más preferentemente en el intervalo de 300 nm a 600 nm. La selección del período permite ajustar en particular el color que aparece durante la inclinación.

[0104] Las investigaciones han demostrado también que los efectos se pueden conseguir no sólo para rejillas

lineales, sino también para rejillas en cruz, rejillas hexagonales o formas de rejillas más complejas de las estructuras en relieve. En este caso también, la selección correspondiente de la profundidad de rejilla es un factor decisivo para conseguir los efectos correspondientes, como se describió arriba. Las figuras 7a-8b muestran una configuración del elemento de seguridad 2 según una tercera clase de estructuras de difracción transmisivas.

5

[0105] La figura 7a muestra el elemento de seguridad 2 con el sustrato 21 que presenta una estructura de difracción transmisiva 54 en el área 30. La estructura de difracción 54 está compuesta de una pluralidad de elementos 542 que presentan en cada caso al menos una superficie de elemento 540, dispuesta esencialmente en paralelo a un plano de base. Esto se muestra también en la figura 7b, que es una representación a escala ampliada de un área parcial del área 30. El plano de base 540 se forma aquí preferentemente mediante el lado trasero del sustrato 21 o del elemento de seguridad 2. Sin embargo, es posible también que el plano de base 540 tenga una inclinación respecto al plano definido por el lado trasero del sustrato y esté inclinado ligeramente respecto a este plano.

10

[0106] Los elementos 542 están dispuestos de manera desplazada uno contra otro respecto al menos a una primera dirección 549 que discurre en paralelo al plano de base y las superficies de elemento 543 de elementos contiguos 542 están separadas a una distancia 545 o un múltiplo de la distancia 545 en una dirección perpendicular al plano de base según una función de variación que depende de la al menos una primera dirección 549. La función de variación es aquí una función periódica y, en cada período 544 de la función de variación, al menos dos de los elementos 542 consecutivos en la primera dirección 549 están separados entre sí a la distancia 545.

20

[0107] En el ejemplo de realización según la figura 7a y la figura 7b, los elementos 542 configuran áreas parciales de una capa 22 del sustrato 21, específicamente del tal modo que las superficie de elemento determinan la estructura en relieve al menos de un área parcial de una superficie de la capa 22. Para la fabricación de la estructura de difracción 54, en la capa 22 se conforma entonces una estructura en relieve 541, configurada de tal modo que presenta una secuencia correspondiente de superficies de elemento 543.

25

[0108] Es posible también que los elementos 543 estén formados por elementos embebidos en una capa transparente del sustrato 21. Esta forma de realización se muestra en las figuras 8a y 8b, remitiéndose en relación con la disposición y la configuración de los elementos 542 a las realizaciones correspondientes según las figuras 7a y 7b.

30

[0109] El período 544 seleccionado es preferentemente inferior a 10 μm y superior a 1 μm y en particular inferior a 5 μm y superior a 2 μm .

35

[0110] La distancia 545 está situada preferentemente en el intervalo de 50 nm a 1000 nm, más preferentemente de 100 nm a 500 nm.

[0111] La cantidad seleccionada de elementos 542 por período es preferentemente de 3 a 10, más preferentemente de 3 a 6. La profundidad de relieve máxima por período es aquí preferentemente inferior a 2 μm .

40

[0112] Como función de variación se usan preferentemente funciones que describen una secuencia periódica escalonada de las superficies de elemento 543, como se muestra en las figuras 7a-8b. Además de la disposición asimétrica de los escalones dentro del período 544, como se muestra en las figuras 7a-8b, es posible también, sin embargo, disponer simétricamente los escalones, por ejemplo, en forma de una pirámide escalonada.

45

[0113] En la forma de realización según la figura 8a y la figura 8b, el grosor 547 de los elementos 542 es preferentemente de 10 nm a 600 nm, más preferentemente de 50 nm a 400 nm. Los elementos 442 se forman preferentemente mediante una capa altamente refractiva, es decir, una capa HRI que puede estar hecha a partir de uno de los materiales descritos al respecto arriba. La capa 22 que rodea los elementos 542 está fabricada preferentemente de un material de plástico polimérico transparente con un índice de refracción aproximado de 1,5.

50

[0114] Mediante las estructuras de difracción 54 y 55 se pueden conseguir efectos interesantes. Mediante la selección de la distancia 554 se influye fuertemente sobre el color que aparece en transmisión en ángulos diferentes y mediante el período 544 se ajusta el ángulo de inclinación, en el que se consigue un cambio en las propiedades de las estructuras de difracción 54 y 55 que influyen en el espectro cromático. La impresión de color que aparece durante la observación en perpendicular se determina aquí en gran medida sobre la base de la distancia 554.

55

[0115] Mediante la selección correspondiente de la distancia 554 se puede conseguir no sólo el efecto de que, durante la observación en perpendicular, las estructuras de difracción 54 y 55 generen una impresión de color al trasluz

y que durante la inclinación el elemento se vuelva de color neutral, sino también se puede conseguir una imagen oscura o negra. Si en la configuración de la estructuras en relieve 54 y 55 mostrada en las figuras 7a-8b, toda la profundidad de rejilla se selecciona, por ejemplo, con 1500 nm (distancia 554 = 300 nm) y el período se selecciona con 2500 nm, se obtiene un comportamiento espectral en el que el intervalo espectral de 460 a 660 en transmisión durante una observación en perpendicular es inferior a 10 % y en un ángulo de inclinación de 55 grados a 65 grados es moderadamente transparente ($t > 30\%$) y, por tanto, detectable con iluminación de fondo.

[0116] Las estructuras de difracción 51 a 55, descritas arriba, permiten variar mediante la selección de los parámetros estructurales, como se describe arriba, las propiedades ópticas del área 30 de tal modo que en particular durante la observación al trasluz contra una fuente de luz que emite una luz blanca se muestran dos efectos cromáticos diferentes al inclinarse el elemento de seguridad. Así, por ejemplo, el área 30 o un área parcial del área 30 puede ser transparente al observarse en transversal (sin inclinación) y puede mostrar un color al inclinarse o viceversa, en dependencia de la selección de los parámetros estructurales correspondientes.

[0117] Los efectos obtenibles de esta manera y disposiciones ventajosas de las áreas cubiertas con tales estructuras de difracción dentro del área 30 se describen a continuación por medio de varios ejemplos de realización.

[0118] La figura 9a muestra una primera situación de observación de un elemento de seguridad 2 y la figura 9b, una segunda situación de observación del elemento de seguridad 2.

[0119] En la situación de observación según la figura 9a, el observador mira el elemento de seguridad 2 contra una fuente de luz indirecta que dispersa una luz blanca. Esta fuente de luz indirecta se forma aquí mediante una pared 72 iluminada y coloreada en blanco. Por lo general, las paredes blancas dispersan luz como un radiador de Lambert. Está prevista también una fuente de luz 71 que emite luz blanca direccional. La luz 63 emitida por la fuente de luz indirecta 72 y la luz 60 emitida por la fuente de luz 71 encierran aquí un ángulo de 90 grados. En la situación de observación según la figura 9a, el elemento de seguridad 2 se mantiene en perpendicular, como se muestra en la figura 9a, y en la situación de observación según la figura 9b, éste se inclina respecto a la posición de la figura 9a. Cuando se inclina entre las posiciones del elemento de seguridad 2 según la figura 9a y la figura 9b, cambia la apariencia óptica del área 30, como se muestra en la figura 9a y la figura 9b. Así, por ejemplo, en el área parcial 31 se muestra una nube azul y al inclinarse según la figura 9b aparece adicionalmente un arcoíris en un área parcial 32.

[0120] Para proporcionar este efecto óptico, en las áreas parciales 31 y 32 está dispuestas al respecto diferentes estructuras de difracción transmisivas, descritas antes, estando diseñada de manera correspondiente la estructura de difracción transmisiva dispuesta en el área parcial 31 para cambiar el espectro cromático en transmisión en ambas situaciones de observación de tal modo que aparece una coloración azul, es decir, la luz 63 cambia a la luz 64, y las estructuras de difracción dispuestas en el área parcial 32 se han seleccionado de tal modo que en la situación de observación según la figura 9a, el espectro cromático no cambia o sólo cambia ligeramente y sólo a partir de un ángulo de inclinación determinado se puede influir sobre el espectro cromático de la luz transmitida para la representación del arcoíris, es decir, la luz 60 cambia a la luz 62. Para conseguir este efecto se usan preferentemente diferentes clases de las clases de estructuras de difracción descritas arriba para las áreas parciales 31 y 32 con el fin de conseguir así un efecto particularmente contrastante entre las áreas 31 y 32. Así, por ejemplo, para el área parcial 32 se prevén estructuras de difracción transmisivas, configuradas como las estructuras de difracción 51 y 52, y para las estructuras de difracción dispuestas en el área parcial 31 se prevén estructuras de difracción configuradas como las estructuras de difracción 53 a 55.

[0121] La figura 10 muestra un dispositivo correspondiente 81 para comprobar un elemento de seguridad 2 de este tipo. El dispositivo 81 presenta dos fuentes luminosas 71 y 73 que emiten luz 60 y 65 con un desplazamiento angular entre sí en dirección al elemento de seguridad 2 sujetado por un dispositivo guía. Mediante la conexión y desconexión de una u otra fuente de luz 71 o 73 se puede simular una inclinación del elemento de seguridad en el desplazamiento angular entre la dirección de radiación de la luz emitida por las fuentes luminosas 71 y 73, de modo que el observador ve, por ejemplo, la representación según la figura 9b en el área 30 cuando las dos fuentes luminosas 71 y 73 están activas y ve la representación según la figura 9a cuando sólo está activa la fuente de luz 73.

[0122] Las figuras 11a-11c muestran posibles formas de realización de un elemento de seguridad 2, en el que están previstas dos o más áreas parciales en forma de patrón en el área 30, que están cubiertas con diferentes estructuras de difracción transmisivas que muestran una o varias características de seguridad ópticas al observarse al trasluz.

[0123] La figura 11a muestra un área 30 con una zona 33 cubierta con una estructura de difracción transmisiva

91 y una zona 34 cubierta con una estructura de difracción transmisiva 92. Las estructuras de difracción 91 y 92 están configuradas como una de las estructuras de difracción 51 a 55 descritas arriba, por lo que en este sentido se remite a las explicaciones anteriores. En el caso de las estructuras de difracción 91 y 92 se trata de estructuras de difracción diferentes, en particular diferentes estructuras de difracción de las estructuras de difracción 51 a 55, descritas arriba.

- 5 Es posible también que las estructuras de difracción 91 y 92 seleccionadas sean de la misma clase de estructuras de difracción, pero se diferencien por sus parámetros estructurales y, por tanto, por sus propiedades ópticas. Así, por ejemplo, es posible que las estructuras de difracción 91 y 92 se diferencien por su profundidad de relieve, su ángulo acimutal y/o su período de rejilla.
- 10 **[0124]** Las zonas 33 y 34 están configuradas en cada caso como patrón en forma de un motivo, específicamente en forma de una cruz y una estrella, como se muestra en la figura 11a. Las zonas 33 y 34 presentan también preferentemente dimensiones laterales superiores a 300 μm , en particular superiores a 500 μm , en particular una anchura y una longitud de 1 mm a 25 mm, más preferentemente de 5 mm a 15 mm.
- 15 **[0125]** En el ejemplo de realización según la figura 11b están previstas no sólo dos zonas 33 y 34, sino varias zonas, específicamente las zonas 33, 34 y 35, configuradas en forma de líneas finas. Las líneas tienen preferentemente una anchura inferior a 300 μm , más preferentemente inferior a 100 μm , y una longitud superior a 300 μm , más preferentemente de 1 mm. Las líneas están diseñadas aquí preferentemente en forma de un patrón complejo, por ejemplo, un guilloché. Asimismo, las áreas parciales 33, 34, y 35 están cubiertas con diferentes estructuras de difracción transmisivas, configuradas como las estructuras de difracción 51 a 55, cubiertas en este caso con las estructuras de difracción 91, 92 y 93.

- [0126]** En el ejemplo de realización según la figura 11c, las zonas 33 y 34 configuran un motivo común, configurando la zona 33 el área de segundo plano y la zona 34 el área de primer plano del motivo. La zona 33 y la zona 34 están cubiertas aquí con diferentes estructuras de difracción configuradas como las estructuras de difracción 51 a 55, descritas arriba. Las estructuras de difracción 91 y 92 se diferencian preferentemente por su ángulo acimutal y están dispuestas de manera girada una contra otra preferentemente respecto a su ángulo acimutal en 45 grados o 90 grados. Si los parámetros seleccionados de la estructura de difracción 90 y 92 son en cambio iguales, las zonas 91 y 92 muestran el mismo efecto óptico al observarse en perpendicular al trasluz, por lo que el motivo no es visible debido a la falta de contraste entre el área de primer plano y el área de segundo plano. El motivo se puede detectar entonces al inclinarse.

- [0127]** Lo mismo se aplica para un giro en el estado inclinado: En el estado no inclinado (por ejemplo, ángulo acimutal de 0°), las zonas 91 y 92 muestran el mismo efecto óptico, por lo que el motivo no es visible debido a la falta de contraste entre el área de primer plano y el área de segundo plano. Cuando se gira en un ángulo de giro (por ejemplo, ángulo de 45° o 90° o 180°), se detecta el motivo.

- [0128]** En la configuración como área de primer plano y área de segundo plano, las zonas cubiertas con las diferentes estructuras de difracción están dispuestas preferentemente a una distancia entre sí inferior a 10 μm , preferentemente inferior a 5 μm y más preferentemente inferior a 2000 nm.

- [0129]** En los ejemplos de realización anteriores según las figuras 11a-11c, las estructuras de difracción 91 a 93 se diseñan preferentemente de tal modo que, durante la observación al trasluz contra una fuente de luz que emite luz blanca en paralelo a un eje de irradiación hacia el lado trasero del elemento de seguridad 2, se produce un cambio de color en las zonas 33, 34 o 35 al inclinarse el elemento de seguridad contra el eje de radiación. Asimismo, las estructuras de difracción 91 a 93 están diseñadas preferentemente de tal modo que la luz incidente en una dirección de radiación en transversal al plano definido por el lado trasero del elemento de seguridad 2 se transmite ampliamente a través del sustrato sin cambio en su espectro cromático en dirección de la dirección de radiación, por lo que el área 30 aparece en particular transparente y clara en esta situación de observación y a través del área 30 se pueden ver, por ejemplo, los objetos situados detrás. Esto aumenta la seguridad del elemento de seguridad 2.

[0130] En caso de una iluminación en color, el efecto cromático del espectro de iluminación se superpone al efecto correspondiente, generado por las estructuras de difracción 91 a 93.

- 55 **[0131]** Otro ejemplo de realización, en el que las zonas 91 y 92 forman un área de primer plano y un área de segundo plano de un motivo, se explica a continuación por medio de las figuras 12a-12c.

[0132] La figura 12a muestra un área 30 del elemento de seguridad 2. La zona 34 está configurada como patrón en forma de una cruz y la zona 33, como área de segundo plano respecto a la zona 34. Las áreas 33 y 34 están

cubiertas con las estructuras de difracción 91 y 92. Las estructuras de difracción 91 y 92 se forman aquí mediante una de las estructuras de difracción 51 a 55, por lo que en este sentido se remite a las explicaciones anteriores. Las dos estructuras de difracción 91 y 92 están diseñadas preferentemente de tal modo que en al menos una situación de observación, éstas muestran el mismo efecto óptico, por ejemplo, al trasluz son de color neutral y no cambian el espectro cromático o sólo lo cambian ligeramente

[0133] Así, por ejemplo, en la situación de observación según la figura 12b, en la que el elemento de seguridad 2 se mantiene en ángulo recto respecto a la dirección de observación de una luz 60 transmitida por una fuente de luz 71, las zonas 33 y 34 muestran el mismo efecto óptico, es decir, en esta situación de observación, por ejemplo, el espectro cromático no varía o varía de la misma manera. En esta situación de observación, la luz 61 transmitida a través del área 30 genera la imagen 110, en la que el primer plano 111 y el segundo plano 112 tienen el mismo color y, por tanto, no se pueden diferenciar entre sí. Al inclinarse, la influencia de la luz transmitida por las estructuras de difracción 91 y 92 varía, de modo que la luz transmitida 62 muestra una imagen 113, en la que se puede ver, por ejemplo, un motivo en forma de una cruz 111. Si las estructuras de difracción 91 y 92 son rejillas lineales idénticas y están dispuestas de manera girada sólo en 90° en el ángulo acimutal, el elemento de seguridad 2 muestra entonces al girarse en el estado inclinado un cambio de color y la apariencia de color de la cruz y del segundo plano cambia.

[0134] Es posible también seleccionar estructuras de difracción 91 y 92 de tal modo que en todos los ángulos de inclinación de las estructuras de difracción 91 y 92 cambia de manera diferente el espectro cromático, por lo que un contraste entre el primer plano y el segundo plano es visible en otro intervalo de ángulo de inclinación, pero en cada caso el color del primer plano y del segundo plano cambia en dependencia de la inclinación. Otras formas de realización ventajosas, descritas a continuación, presentan una pluralidad de zonas diferentes en el área 30, que tienen en cada caso al menos una dimensión lateral inferior a 300 µm.

[0135] En el ejemplo de realización según la figura 13a y la figura 13b se genera una representación en color de un motivo en un intervalo de ángulo de inclinación determinado, que se proporciona mediante la mezcla de color de dos o varios colores básicos generados por las estructuras de difracción transmisivas.

[0136] Como se indica en la figura 13b, en el área 30 del elemento de seguridad 20 está prevista un área de motivo 35 configurada aquí, por ejemplo, en forma de un alce. Esta área de motivo está subdividida en una pluralidad de áreas de píxel 36. En cada una de las áreas de píxel 36 se determina el valor cromático y el brillo que debe tener esta área de píxel para la configuración del motivo, específicamente el alce. En las áreas de píxel 36 no se prevé ninguna zona o se prevén una, dos o tres zonas diferentes de las zonas 361, 362 y 363 en dependencia de estos valores. Las zonas 361 están cubiertas con una rejilla de difracción transmisiva para generar un color rojo en el intervalo de ángulo de inclinación determinado, las zonas 362 están cubiertas con una rejilla de difracción transmisiva diferente para generar un color verde en el intervalo de ángulo de inclinación determinado y las zonas 363 están cubiertas con una rejilla de difracción transmisiva diferente para generar un color azul en el intervalo de ángulo de inclinación determinado. La dimensión de las áreas de píxel 36 se ha seleccionado de modo que se produce una mezcla de color en las zonas diferentes, dispuestas aquí en cada caso, de las zonas 361 a 363. Las áreas de píxel 36 presentan preferentemente en al menos una dirección una dimensión lateral inferior a 300 µm. Las zonas 361 a 363 presentan asimismo en al menos una dirección una dimensión inferior a 300 µm, preferentemente inferior a 150 µm, más preferentemente inferior a 80 µm. Asimismo, la anchura y/o la longitud seleccionadas de las zonas 361 a 363 son preferentemente superiores a 20 µm, 10 µm o 5 µm.

[0137] El valor cromático se ajusta sobre la base de la relación del tamaño superficial de las zonas 361 a 363 en la respectiva área de píxel 36 y el brillo del respectivo píxel se ajusta al valor predefinido correspondiente sobre la base de todo el tamaño superficial de las zonas 361 a 363 en la respectiva área de píxel 36.

[0138] Las rejillas de difracción dispuestas en las zonas 361 a 363 están configuradas preferentemente como la rejilla de difracción 52, usándose aquí preferentemente los siguientes parámetros estructurales para la respectiva estructura de difracción.

Rejilla de difracción de las zonas 361 (rojo): período de rejilla = 770 nm; grosor de la capa HRI = 120 nm; profundidad de rejilla = 570 nm; forma de relieve sinusoidal.

Rejilla de difracción de las zonas 362 (verde): período de rejilla = 650 nm; grosor de la capa HRI = 120 nm; profundidad de rejilla = 450 nm; forma de relieve sinusoidal.

Rejilla de difracción de las zonas 363 (azul): período de rejilla = 570 nm; grosor de la capa HRI = 120 nm;

profundidad de rejilla = 400 nm; forma de relieve sinusoidal.

[0139] No obstante, es posible también que las zonas 361 a 363 estén configuradas según una de las rejillas de difracción 51, 54 o 55 o se formen mediante rejillas de difracción diferentes de las rejillas de difracción 51 a 55. Esto es particularmente ventajoso si debe conseguir, por ejemplo, una apariencia en color del motivo en ángulos de inclinación diferentes.

[0140] Es posible asimismo entrelazar dos o más imágenes. En este caso, las imágenes se dividen en zonas y las zonas individuales de las imágenes se disponen a continuación de manera alterna de tal modo que las imágenes quedan entrelazadas (interlaced). Las zonas presentan preferentemente en al menos una dirección una dimensión lateral inferior a 300 μm , preferentemente inferior a 150 μm , más preferentemente inferior a 80 μm . Esto significa que las dos imágenes están dispuestas al mismo tiempo en un área superficial, que corresponde aproximadamente al tamaño de una imagen individual o es sólo ligeramente superior, y son visibles aquí preferentemente por separado en dependencia de la situación de observación. La estructura de difracción de las zonas de las distintas imágenes se pueden diferenciar, por ejemplo, por el ángulo acimutal. Es decir, se entrelazan, por ejemplo, dos imágenes con las mismas estructuras de difracción para los colores rojo, verde y azul, estando dispuestas las estructuras de difracción de la segunda imagen de manera girada en un ángulo acimutal determinado en cada caso respecto a las estructuras de difracción de la primera imagen y haciéndose visibles alternativamente, por tanto, las dos imágenes al girarse o inclinarse el elemento de seguridad.

[0141] Cuando el elemento de seguridad 2 se observa en perpendicular, por ejemplo, de acuerdo con la situación de observación según la figura 12b, aparece para el observador la imagen mostrada en la figura 13a, en la que el área 3 aparece transparente y los objetos, dispuestos aquí por detrás del elemento de seguridad 2, son visibles como información 114 a través de esta área 30. Al inclinarse el elemento de seguridad, por ejemplo, según la figura 12c, aparece una representación en color de un alce como información 115 en el área 30.

[0142] Las figuras 14a-18b muestran otras formas de realización, en las que en el área 30 del elemento de seguridad 2 está prevista una pluralidad de diferentes zonas cubiertas con diferentes estructuras de difracción.

[0143] Como se muestra en la figura 14a, en el área 30 están previstas una primera área de motivo 37 configurada en forma de un motivo, por ejemplo, una cruz, y una segunda área de motivo 38 configurada en forma de un segundo motivo, por ejemplo, una estrella. Como se muestra en la figura 14b a escala no real, por ejemplo, por medio del área de motivo 37, cada área de motivo 37 y 38 está dividida en una pluralidad de áreas parciales 371 o 381, cubiertas en cada caso con una o varias zonas 372 o 382. Las zonas 372 o 382 presentan respectivamente al menos una dimensión lateral inferior a 300 μm , preferentemente inferior a 150 μm , más preferentemente inferior a 80 μm . Las zonas 372 o 382 pueden tener aquí un diseño en forma de tira, en particular tiras que discurren en línea recta o tiras que discurren de forma ondulada o en zigzag, como se muestra en las figuras 14b y 14c, o pueden tener también un diseño en forma de píxel, por ejemplo, un diseño en forma de disco circular o rectangular u otra forma poligonal, en particular triangular, pentagonal o poligonal.

[0144] En la zona de solapamiento de las áreas de motivo 37 y 38, las zonas 372 y 382 están dispuestas en forma de trama una dentro de otra, como se muestra en la figura 14c. Preferentemente las zonas 372 y 382 están dispuestas de acuerdo con una trama unidimensional o bidimensional preferentemente regular, estando previstas de manera alterna áreas para zonas 371 y áreas para zonas 382. Las áreas de la trama, cubiertas con la respectiva área de motivo y asignadas a las zonas de esta área de motivo, están cubiertas con las zonas correspondientes, como se indica también en la figura 14c.

[0145] Las zonas 371 y 372 están cubiertas en cada caso con estructuras de difracción transmisivas diferentes, configuradas respectivamente según una de las estructuras de difracción 51 a 55. Por tanto, en este sentido se remite a las explicaciones anteriores.

[0146] En dependencia de la selección de estas estructuras de difracción se pueden implementar, por ejemplo, mediante una disposición de este tipo, los efectos ópticos descritos a continuación:

En el ejemplo de realización según las figuras 15a-15c, la estructura de difracción de las zonas 382 se ha seleccionado de tal modo que ésta varía respecto al eje de observación del espectro cromático al observarse en perpendicular el elemento de seguridad 2, por lo que la luz incidente 60, modificada en su espectro como luz 61, se transmite a través del área 30. Las estructuras de difracción que cubren las zonas 372 son de color neutral al estar dispuesto el elemento de seguridad 2 en perpendicular al eje de observación, pero el espectro de la luz

transmitida cambia al inclinarse el elemento de seguridad 2 en un ángulo α , por lo que una luz 62 modificada en el espectro cromático es visible para el observador. Por consiguiente, en caso de una observación al trasluz en una posición perpendicular del elemento de seguridad 2 según la figura 15a, en el área 30 aparece para el observador una imagen 123 de una estrella azul y en caso de una inclinación según las figuras 15b y 15c aparece una imagen 124 de una cruz roja.

[0147] A tal efecto, se usan preferentemente para la estructura de difracción que cubre las zonas 372 una estructura de difracción en correspondencia con las estructuras de difracción 51 a 53 y para la estructura de difracción que cubre las zonas 382 se usa una estructura de difracción en correspondencia con las estructuras de difracción 54 y 55.

[0148] Las figuras 16a y 16b muestran otro ejemplo de realización. En este caso, el elemento de seguridad 2 se ilumina con una luz 65 de color diferente, en particular monocromática, por ejemplo, de un LED, en la situación de observación según las figuras 16a y 16b. La fuente de luz 75 emite, por ejemplo, luz roja como luz 65 al área 30 del elemento de seguridad 2 y la fuente de luz 76 emite luz azul como luz 65 al área 30 del elemento de seguridad 2, que incide a continuación en el ojo del observador como luz 66 o 67. Cuando se observa al trasluz, aparece para el observador en la situación de observación según la figura 16a una imagen 132 de una estrella roja y en la situación de observación según la figura 16b una imagen 132 de una cruz azul. Las zonas 372 y 382 están cubiertas al respecto preferentemente con estructuras de difracción diferentes que están configuradas de acuerdo con la estructura de difracción 53 y se diferencian de manera correspondiente por su período de rejilla.

[0149] En el ejemplo de realización según las figuras 17a-17c está prevista también, además del área de motivo 37 y 38 en forma de una estrella y una cruz, un área de motivo en forma de una media luna. En dependencia del ángulo de inclinación aparece aquí, como muestran las figuras 17a y 17b, al inclinarse el elemento de seguridad 2 contra la perpendicular al eje de observación una imagen 141 de una estrella azul o una imagen 143 de una cruz verde y al posicionarse el elemento de seguridad 2 en perpendicular al eje de observación una imagen 144 de una media luna roja, es decir, la luz 60 se transforma en la luz 61, 62 o 62'. Las zonas 372 y 382 están cubiertas al respecto con estructuras en relieve asimétricas, dispuestas preferentemente con simetría de espejo una respecto a otra. Las zonas asignadas al motivo de media luna presentan aquí preferentemente una forma de relieve simétrica. Estas zonas están cubiertas preferentemente con una estructura de difracción configurada de acuerdo con las estructuras de difracción 54 y 55. Las zonas 372 y 382 están cubiertas preferentemente con estructuras de difracción configuradas de acuerdo con las estructuras de difracción 51 a 52.

[0150] Es ventajoso también usar para las zonas 372 y 382 estructuras de difracción especiales, configuradas de acuerdo con las estructuras de difracción 54 y 55, que influyen en casi todo el espectro de la luz, como se describe arriba, por lo que, por ejemplo, en las situaciones de observación según la figuras 17a y 17b aparece una estrella clara o una cruz clara.

[0151] En las figuras 18a y 18b se muestra otro efecto interesante que se genera al usarse estructuras de difracción con forma de relieve asimétrica según las figuras 17a y 17b. Por tanto, la representación de la figura 18a corresponde a la representación de la figura 17b, es decir, para el observador aparece una imagen 151 de una cruz verde en el área 30 al observarse de acuerdo con esta situación de observación al trasluz. Si el elemento de seguridad 2 se gira ahora en 180°, preferentemente en el mismo plano de inclinación, es decir, el lado 202 de la fuente de luz 71 y el lado 201 no están dirigidos hacia el observador, sino que el lado 201 de la fuente de luz 701 y el lado 202 quedan dirigidos hacia el observador, aparece una estrella azul en la misma situación de observación. Este efecto se puede aprovechar como característica de seguridad adicional.

[0152] Otros efectos adicionales interesantes se producen cuando las zonas 372 o 383 están cubiertas con estructuras de difracción configuradas de acuerdo con la estructura de difracción 53. En este caso es posible, por ejemplo, que en dependencia de la alineación de un polarizador dispuesto entre la fuente de luz 71 y el observador aparezca para el observador una información diferente en el área 30 al trasluz.

[0153] En la forma de realización según la figura 19a, la luz 60 de la fuente de luz 71 se transmite a través del polarizador 70, se transforma en la luz 60' e incide como luz 60" en el ojo del observador.

[0154] Por tanto, como se indica en la figura 19a, en dependencia de la alineación del eje de polarización de un polarizador 70 respecto al elemento de seguridad 2 aparece para el observador, por ejemplo, una imagen 161 de una cruz verde, una imagen 162 de una estrella roja o una imagen 163 de una disposición superpuesta de estos dos elementos. Para conseguir este efecto, en particular los ángulos acimutales de las estructuras de difracción dispuestas

en las zonas 372, por una parte, y en las zonas 382, por la otra parte, se diferencian en particular en 90°. Si el polarizador 70 no se sitúa en la trayectoria de radiación, se obtiene la imagen 163 en el área 30 en la situación de observación según la figura 19a.

5 **[0155]** En la forma de realización según la figura 19b, la luz 60 de la fuente de luz 71 se transforma en el área 30 en la luz 62 que se transforma en la luz 62" a través del polarizador 70.

[0156] En la forma de realización según la figura 19b se produce un efecto correspondiente a la figura 19a al observarse el elemento de seguridad 2 en una disposición del elemento de seguridad 2 inclinada respecto a la perpendicular, es decir, en dependencia también de la alineación del polarizador aparecen aquí, por ejemplo, 10 imágenes 164, 165 o 166 de una cruz azul, una estrella roja o un motivo mezclado que aparece también al observarse sin polarizador en este ángulo de inclinación. Las rejillas de difracción de las zonas 372 y 382 se diferencian también aquí en particular por el hecho de que sus ángulos acimutales se diferencian en 90°.

15 **[0157]** En el ejemplo de realización según la figura 19c y 19d, en las zonas 272 y 282 están previstas estructuras de difracción configuradas, por una parte, de acuerdo con las estructuras de difracción según la figura 19a y, por la otra parte, de acuerdo con las estructuras de difracción según la figura 19b. Cuando se usa el polarizador 70, aparece, por ejemplo, una imagen 176 de una estrella roja en el área 30 en la disposición perpendicular del elemento de seguridad 2, como se muestra en la figura 19c, si el polarizador 70 se sitúa en la trayectoria de radiación, y aparece, 20 por ejemplo, una imagen 168 de una cruz verde en una disposición inclinada, como aparece representado en la figura 19d. Si el polarizador 70 se gira, desaparece la estrella o la cruz, lo que sirve como característica de seguridad adicional.

[0158] La figura 20 muestra otro ejemplo de realización.

25 **[0159]** La figura 20 muestra el área 30 de un elemento de seguridad 2 con un área de motivo 39, configurada en forma del motivo "OK". El área de motivo 39 presenta una pluralidad de áreas parciales 391 y áreas parciales 392. Las áreas parciales 391 están cubiertas con una estructura de difracción transmisiva, configurada de acuerdo con las estructuras de difracción 51 a 55. Las áreas parciales 392 están cubiertas con una estructura de difracción reflectiva 30 usual. Las áreas parciales 391 y 392 presentan en cada caso al menos una dimensión lateral inferior a 300 µm, en particular inferior a 150 µm, preferentemente inferior a 80 µm. Las áreas parciales 391 y 392 pueden estar configuradas, por una parte, en forma de tira, como se muestra en la figura 20, pero también en forma de píxel. Las áreas parciales 391 y 392 están dispuestas preferentemente de manera alterna una al lado de la otra, como se muestra en la figura 20. En el área de motivo 39 se genera entonces una característica de seguridad óptica al observarse al 35 trasluz, como ya se explicó, por ejemplo, por medio de las figuras anteriores 1 a 19d. Al observarse el área 30 a la luz reflejada, aparece para el observador también otra información, visible sólo a la luz reflejada, que se genera mediante las estructuras de difracción reflectivas que cubren las áreas 392.

[0160] Una disposición correspondiente para comprobar la característica de seguridad proporcionada de esta 40 manera se explica a modo de ejemplo por medio de la figura 21. La figura 21 muestra un dispositivo 20 para comprobar un elemento de seguridad 2. El dispositivo 82 presenta dos fuentes luminosas 71 y 78, posicionadas en lados opuestos del elemento de seguridad 2. La luz emitida por la fuente de luz 71 varía respecto a su espectro mediante las estructuras de difracción transmisivas de las áreas parciales 391 y se transmite como luz 62 al observador. La luz 67 de la fuente de luz 78 se difracta mediante las estructuras de difracción reflectivas, dispuestas en las áreas parciales 45 391, y una luz 68 se refleja en el observador. Para el observador aparece una disposición superpuesta de las informaciones generadas por las estructuras de difracción transmisivas y por las estructuras de difracción reflectivas. Mediante la conexión y desconexión de la fuente de luz 71 y 78 se puede implementar también una comprobación del efecto.

REIVINDICACIONES

1. Elemento de seguridad (2), en particular en forma de un cuerpo de lámina multicapa, con una primera área (30) transparente al trasluz, presentando el elemento de seguridad (2) un sustrato (21) que tiene en la primera
5 área (30) dos o más estructuras de difracción transmisivas (51 a 55, 91 a 93) que muestran una o varias características de seguridad ópticas al observarse al trasluz, **caracterizado porque** las dos o más estructuras de difracción transmisivas (51 a 55, 91 a 93) son diferentes y muestran efectos de cambio de color diferentes al inclinarse y/o girarse el elemento de seguridad durante la observación al trasluz contra una fuente de luz que emite una luz blanca, y porque al menos una de las dos o varias estructuras de difracción transmisivas (51 a 55, 91 a 93) provoca al observarse al
10 trasluz un primer lado (201) del elemento de seguridad (2), dirigido hacia un observador, contra una fuente de luz (71), que transmite luz blanca (60) en paralelo a un eje de radiación y está dispuesta en los lados de un segundo lado (202) del elemento de seguridad, opuesto al primer lado (201) del elemento de seguridad, y al inclinarse el elemento de seguridad (2) contra el eje de radiación un cambio de color en un área parcial de la primera área (30) que está cubierta con la al menos una estructura de difracción transmisiva, estando configurada el área parcial en particular como patrón
15 en forma de un motivo.
2. Elemento de seguridad (2) según la figura 1, **caracterizado porque** la una o varias estructuras de difracción transmisivas (55 a 55, 91 a 93) están configuradas de modo que áreas parciales de la primera área (30), cubiertas con dichas estructuras, muestran en cada caso al observarse al trasluz contra una fuente de luz, que emite
20 una luz blanca direccional, durante la inclinación del elemento de seguridad un efecto de cambio de color detectable por el observador humano como característica de seguridad óptica.
3. Elemento de seguridad (2) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la al menos una estructura de difracción transmisiva (51 a 55, 91 a 93) está configurada de modo que la luz que incide en el segundo lado (202)
25 del elemento de seguridad en una dirección de radiación perpendicular al plano definido por el segundo lado (202) del elemento de seguridad se transmite ampliamente sin cambio en su espectro cromático en dirección de la dirección de radiación a través del sustrato (21), siendo en particular el cambio del espectro en el intervalo de 460 nm a 660 nm menor que 15 %, preferentemente menor que 10 %, más preferentemente menor que 5 %, en particular de modo que la transmisividad de la al menos una estructura de difracción transmisiva y/o del elemento de seguridad en dirección
30 de radiación es superior a 70 %, en particular superior a 50 %, más preferentemente superior a 30 %.
4. Elemento de seguridad (2) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la primera área presenta una o varias primeras zonas (31, 33, 361, 372) cubiertas con una primera estructura de difracción de las estructuras de difracción transmisivas (91), y una o varias segundas zonas (32,
35 34, 362, 382), cubiertas con una segunda estructura de difracción de las estructuras de difracción transmisivas (92), siendo diferente la primera estructura de difracción transmisiva (91) de la segunda estructura de difracción transmisiva (92).
5. Elemento de seguridad (2) según la reivindicación 4, **caracterizado porque** la primera y la segunda
40 estructura de difracción transmisiva (91, 92) se diferencian por su profundidad de relieve, su ángulo acimutal y/o su período de rejilla y/o porque la primera y la segunda estructura de difracción transmisiva (91, 92) están formadas por diferentes tipos de estructuras de difracción transmisivas (51 a 55) y/o porque las primeras y segundas zonas contiguas (31 a 34, 361, 362, 372, 382) están separadas una de otra en menos de 10 μm , preferentemente en menos de 2000 nm.
45
6. Elemento de seguridad (2) según una de las reivindicaciones 4 o 5, **caracterizado porque** en la primera área (30) está prevista una pluralidad de primeras zonas (361, 372) y segundas zonas (362, 382) y porque las primeras y las segundas zonas presentan respectivamente al menos una dimensión lateral inferior a 300 μm , en particular inferior a 150 μm , preferentemente inferior a 80 μm .
50
7. Elemento de seguridad (2) según una de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado porque** en la primera área (30) está prevista una pluralidad de terceras zonas (363) cubiertas con una tercera estructura de difracción de las estructuras de difracción transmisivas, y/o una pluralidad de cuartas zonas cubiertas con una cuarta estructura de difracción de las estructuras de difracción transmisivas, diferenciándose mutuamente entre sí en cada caso las
55 primeras, segundas, terceras y cuartas estructuras de difracción transmisivas y presentando las terceras o las cuartas zonas (363) en cada caso al menos una dimensión lateral inferior a 300 μm , en particular inferior a 150 μm , preferentemente inferior a 80 μm , y/o porque la primera área (30) presenta un área de motivo (35) subdividida en una pluralidad de áreas de píxel (36), porque en al menos una primera área de píxel de las áreas de píxel (36) están dispuestas al menos dos zonas diferentes, seleccionadas de entre el grupo de primeras y segundas zonas (361, 362),

del grupo de primeras, segundas y terceras zonas (361, 362 y 363) o del grupo de primeras, segundas, terceras y cuartas zonas, y porque el color que aparece en la primera área de píxel (36) al observarse al trasluz en al menos un ángulo de inclinación se ha generado por la mezcla de colores aditiva de los colores generados en este ángulo de inclinación por las estructuras de difracción transmisivas, dispuestas en esta área de píxel (36) en las diferentes zonas.

5

8. Elemento de seguridad (2) según una de las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado porque** en la primera área (30) están previstas una primera área de motivo (37) diseñada en forma de un primer motivo y una segunda área de motivo (38) diseñada en forma de un segundo motivo, porque la primera área de motivo (37) está subdividida en una pluralidad de áreas parciales (371) que están cubiertas en cada caso con una o varias primeras zonas (372), y la

10

segunda área de motivo (38) está subdividida en una pluralidad de áreas parciales (381) que están cubiertas en cada caso con una o varias segundas zonas (382), en particular porque las primeras y las segundas zonas (372, 382) están dispuestas en cada caso de acuerdo con una trama unidimensional o bidimensional y las primeras y las segundas zonas están dispuestas en forma de trama una dentro de otra en un área de solapamiento.

15

9. Elemento de seguridad (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el sustrato (21) presenta en la primera área (30) una o varias estructuras de difracción reflectivas que muestran una o varias características de seguridad ópticas al observarse a la luz reflejada, en particular porque en la primera área (30) está prevista una pluralidad de primeras áreas parciales (391) cubiertas con una de la una o varias estructuras de difracción transmisivas (51 a 55), y una pluralidad de segundas áreas parciales (392) cubiertas con una de la una o varias estructuras de difracción reflectivas, porque las primeras y las segundas áreas parciales (391, 392) presentan al menos una dimensión lateral inferior a 300 μm , en particular inferior a 150 μm , preferentemente inferior a 80 μm , y porque las primeras y segundas áreas parciales (391, 392) están dispuestas al menos por áreas de manera contigua entre sí, de modo que en la primera área se muestra una primera información óptica, determinada por las primeras áreas parciales, al trasluz y una segunda información óptica, determinada por las segundas áreas parciales,

25

a la luz reflejada.

10. Elemento de seguridad (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** una o varias de la una o varias estructuras de difracción transmisivas (52, 53, 55) están formadas en cada caso por una estructura en relieve (521, 531) conformada entre dos capas transparentes (22 a 23) del sustrato, diferenciándose en particular el índice de refracción de estas capas en al menos 0,1, en particular porque una de las

30

dos capas transparentes es una capa de replicación y la otra capa de las dos capas transparentes es una capa porosa, estando llenos los poros de la capa porosa en particular de aire.

11. Elemento de seguridad (2) según la reivindicación 10, **caracterizado porque** la profundidad de relieve de la estructura en relieve (511, 521) es de más de 200 nm, en particular de más de 300 nm, preferentemente de más de 400 nm, y la profundidad de relieve de la estructura en relieve (511, 521) es en particular inferior a 1200 nm, preferentemente inferior a 1000 nm, y/o porque la estructura en relieve (511, 521) es una rejilla definida por los parámetros forma de relieve, profundidad de relieve, período de relieve y ángulo acimutal, y la profundidad de relieve es de 990 a 1700 nm, en particular de 1200 nm a 1500 nm, y el período de rejilla es de 500 nm a 1500 nm, en particular

35

de 600 nm a 1200 nm, y/o porque la estructura en relieve (511, 521) tiene una forma de relieve asimétrica y/o porque la luz transmitida en perpendicular por la estructura en relieve (511, 521) en el orden cero en el intervalo de longitud de onda de 460 nm a 660 nm no cambia ampliamente en su espectro cromático y el grado de transmisión de la luz transmitida en el orden cero es superior a 30 %, en particular superior a 50 %.

40

12. Elemento de seguridad (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la estructura de difracción transmisiva (53) es una rejilla de difracción de orden cero, definida por los parámetros forma de relieve, profundidad de relieve, período de rejilla y ángulo acimutal, y la profundidad de relieve es en particular de 300 nm a 500 nm, preferentemente de 350 nm a 500 nm, y el período de rejilla es en particular de 250 a 700 nm, preferentemente de 350 a 600 nm, en particular porque la estructura en relieve de la rejilla de difracción

45

está conformada entre una capa transparente (22) y una capa HRI (25) y el grosor de la capa HRI es de 70 a 250 nm, en particular de 130 a 220 nm.

50

13. Documento de seguridad (1), en particular billete de banco, con un elemento de seguridad (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

55

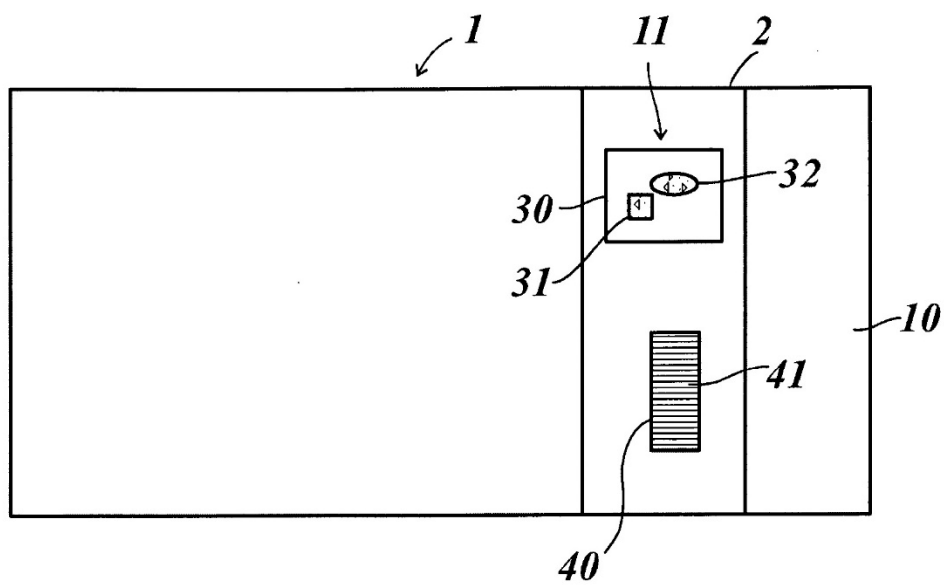


Fig. 1a

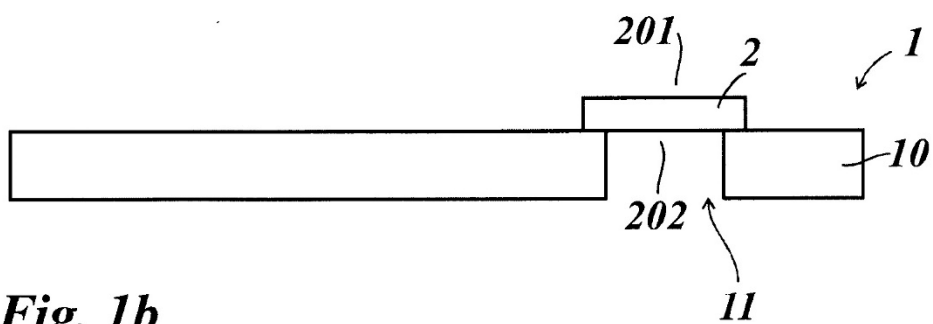


Fig. 1b

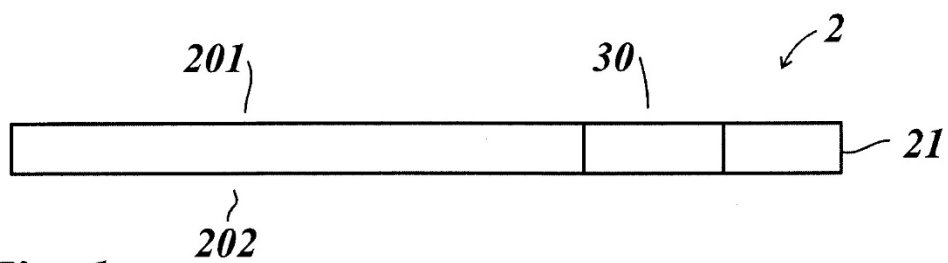


Fig. 1c

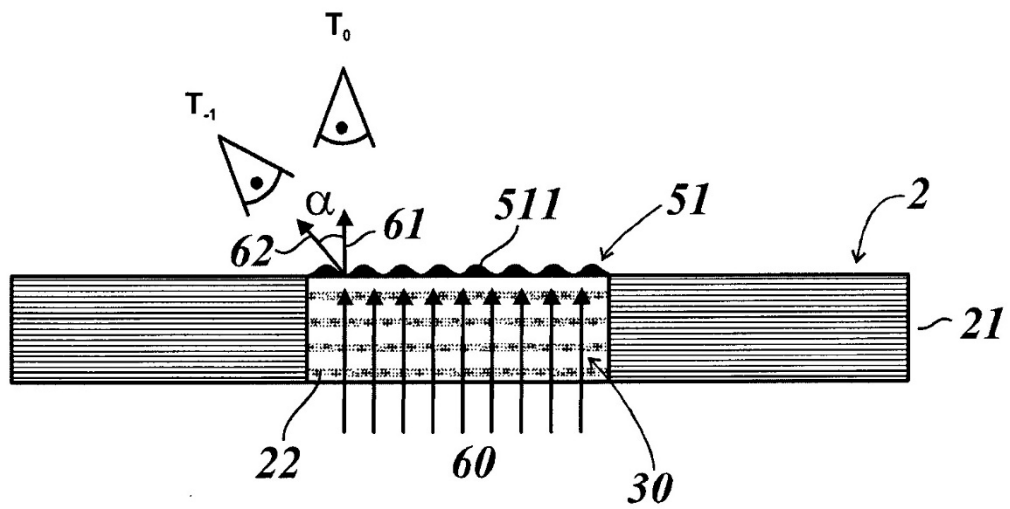


Fig. 2

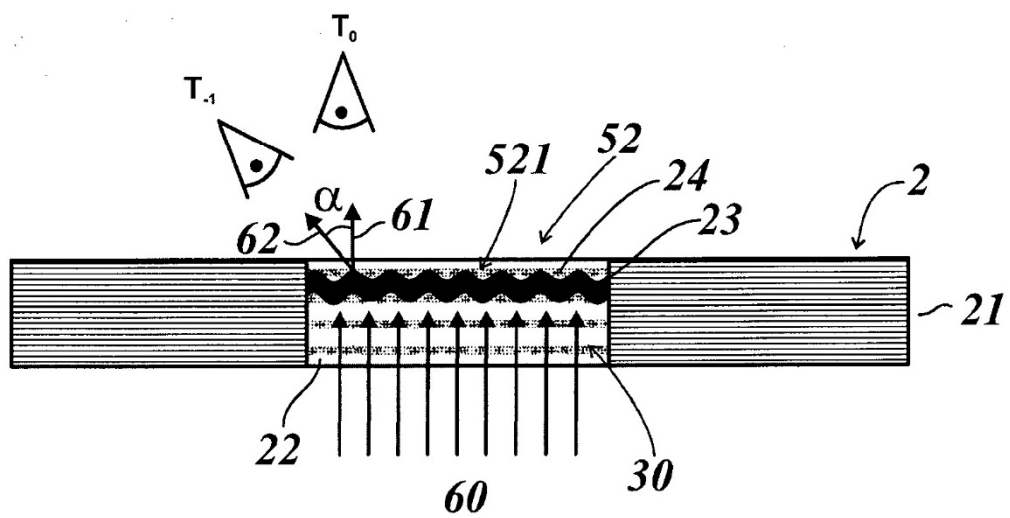


Fig. 3

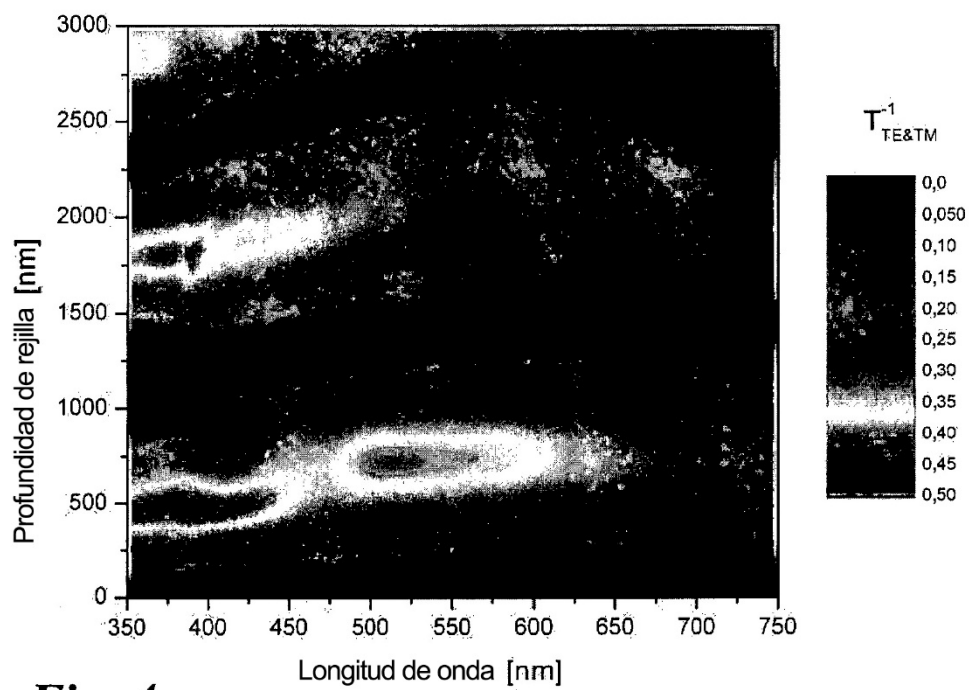


Fig. 4a

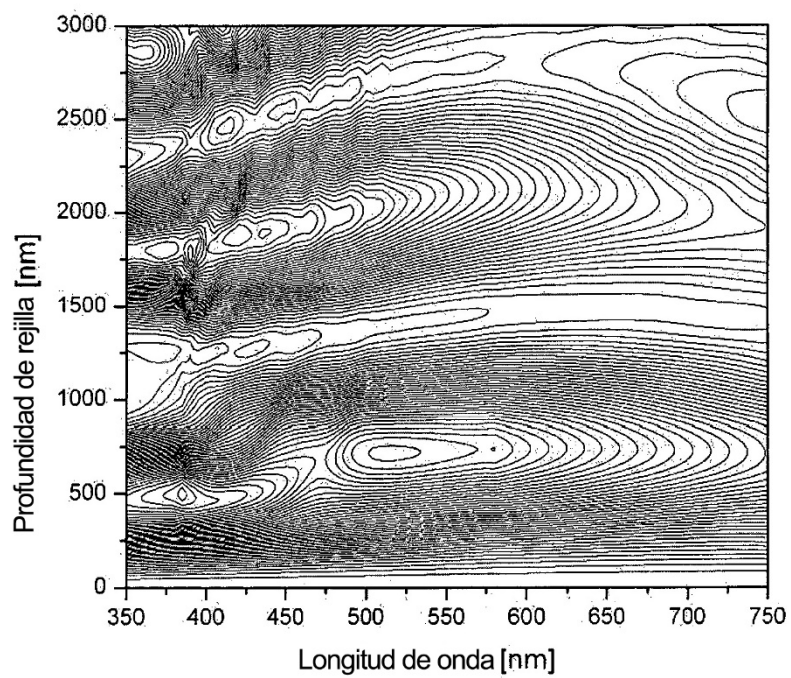


Fig. 4b

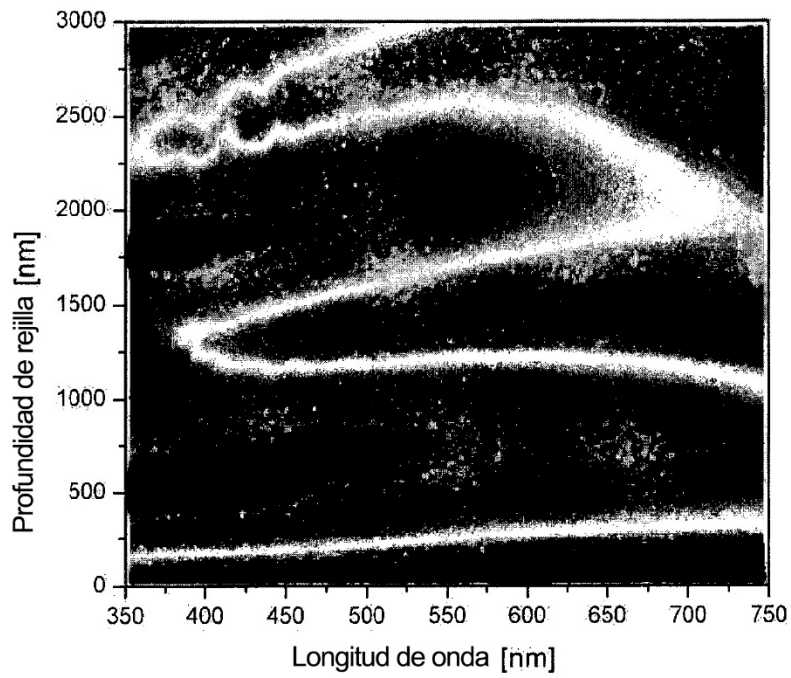


Fig. 4c

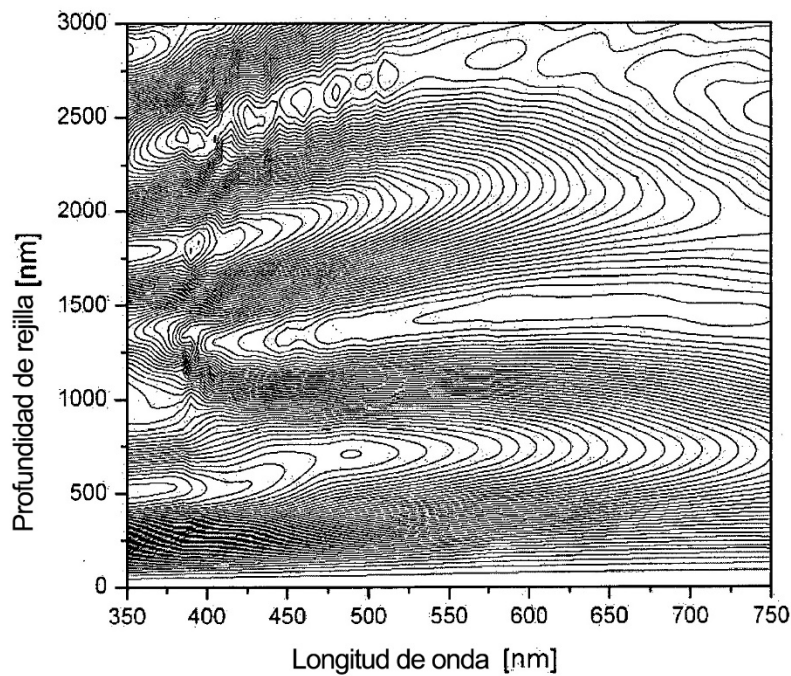
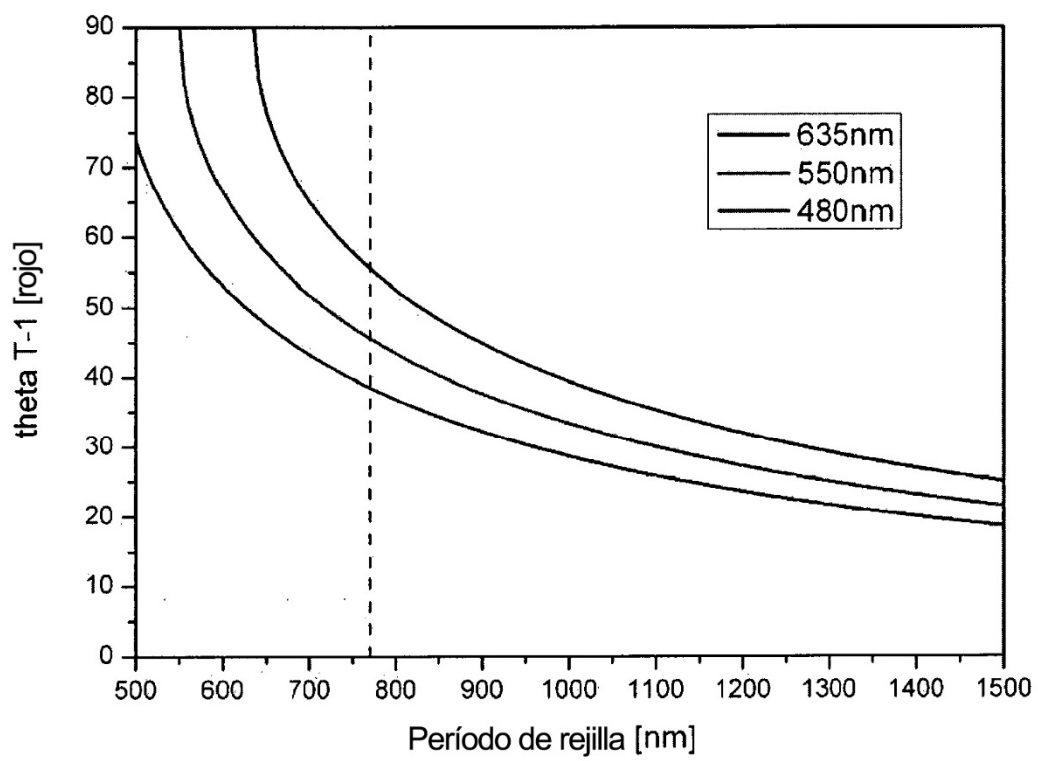


Fig. 4d

**Fig. 4e**

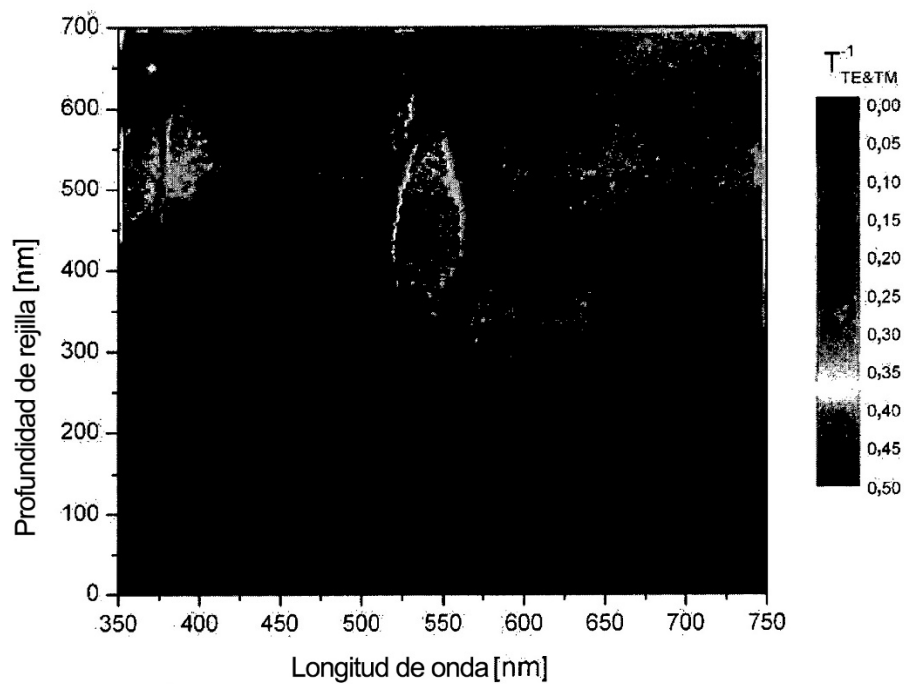


Fig. 4f

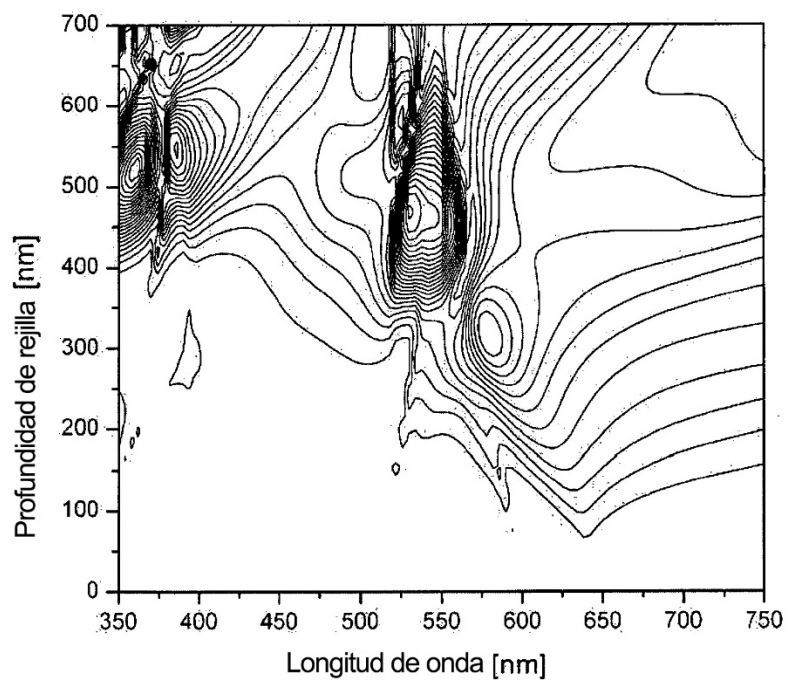


Fig. 4g

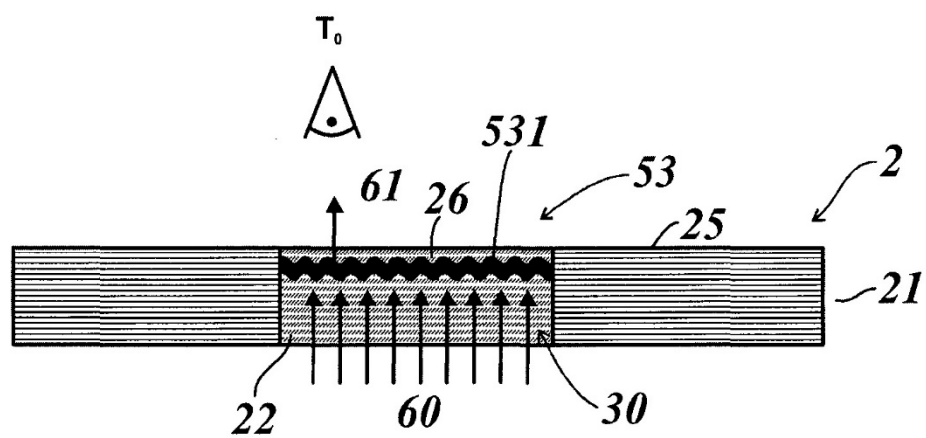


Fig. 5

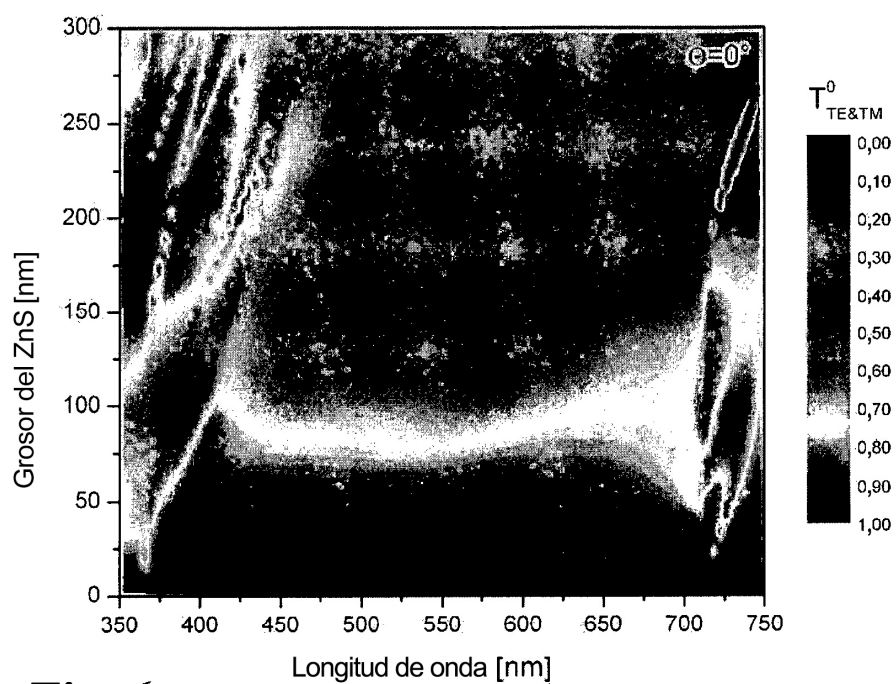


Fig. 6a

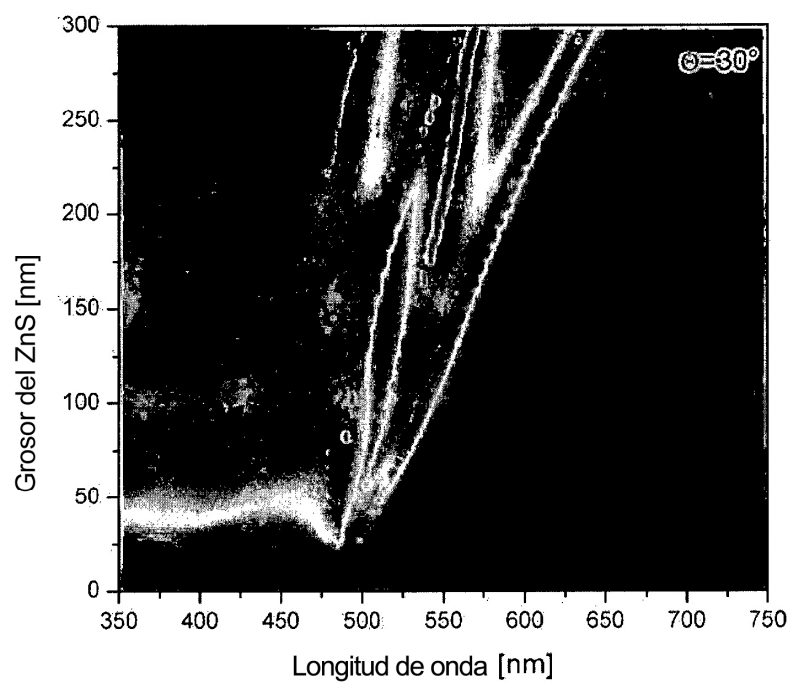


Fig. 6b

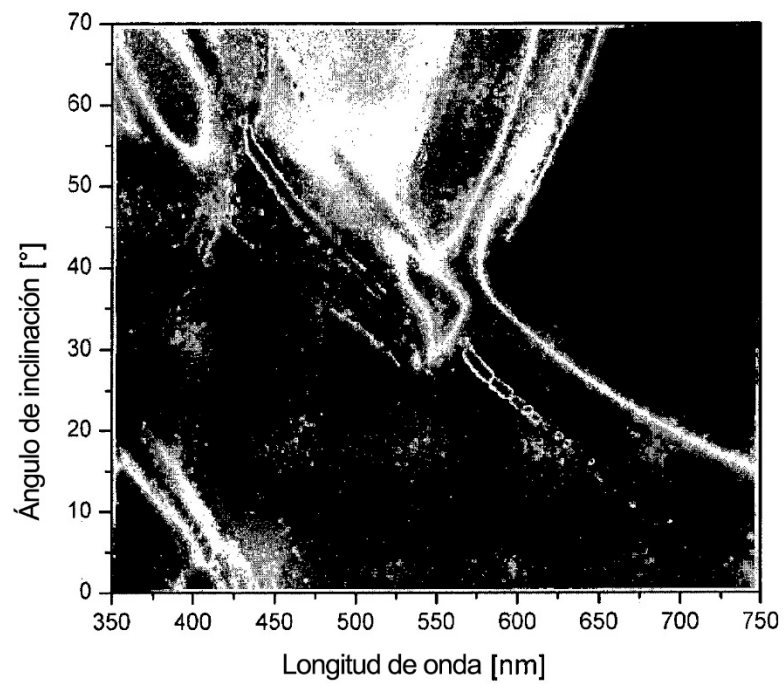


Fig. 6c

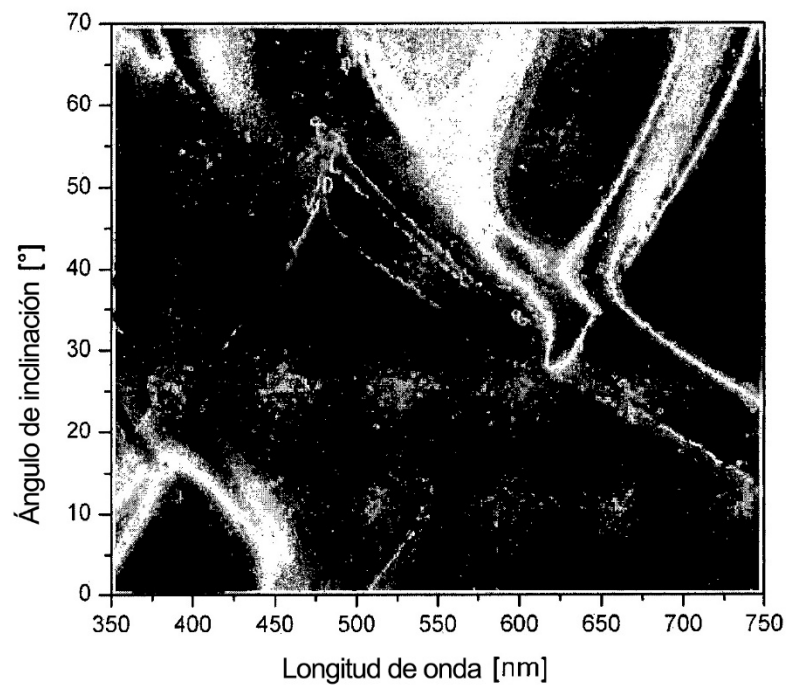


Fig. 6d

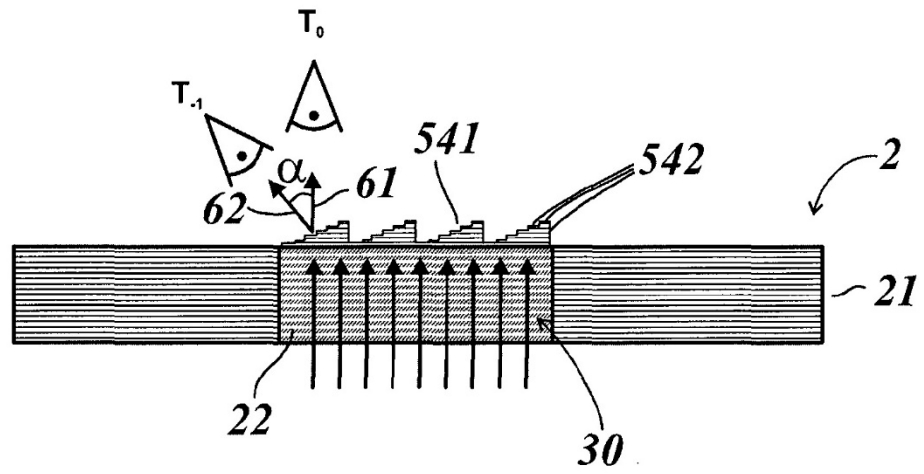


Fig. 7a

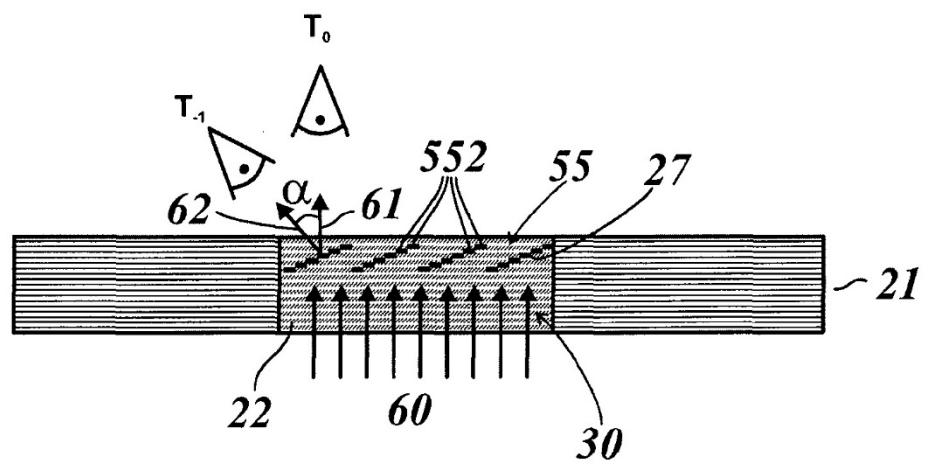


Fig. 8a

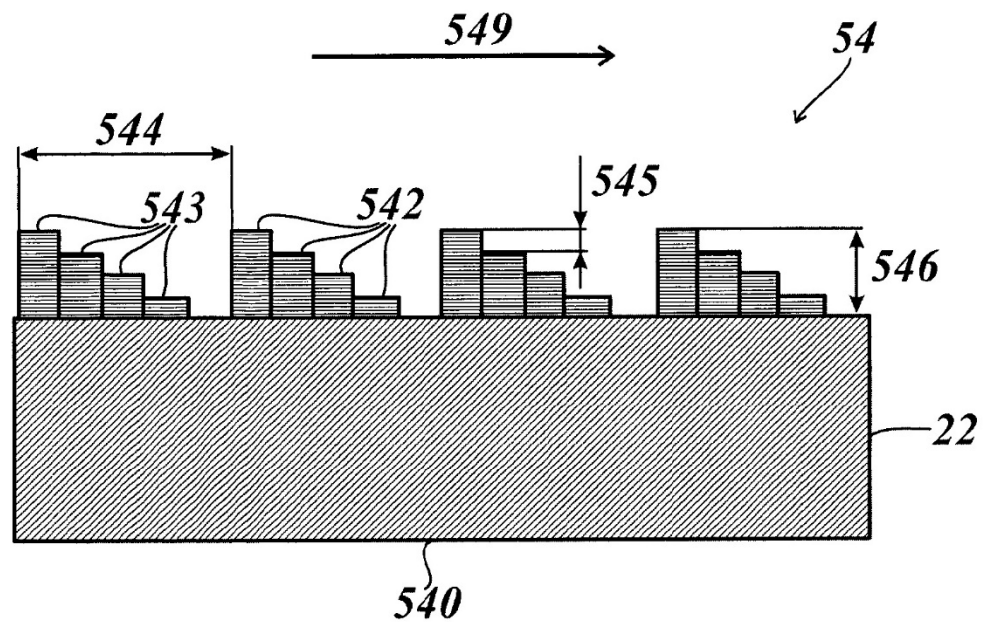


Fig. 7b

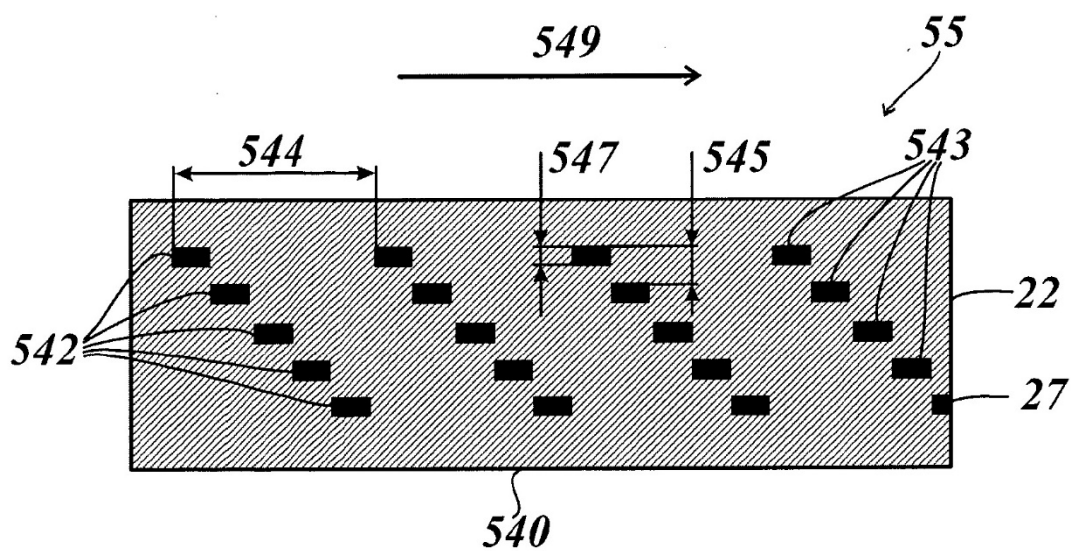


Fig. 8b

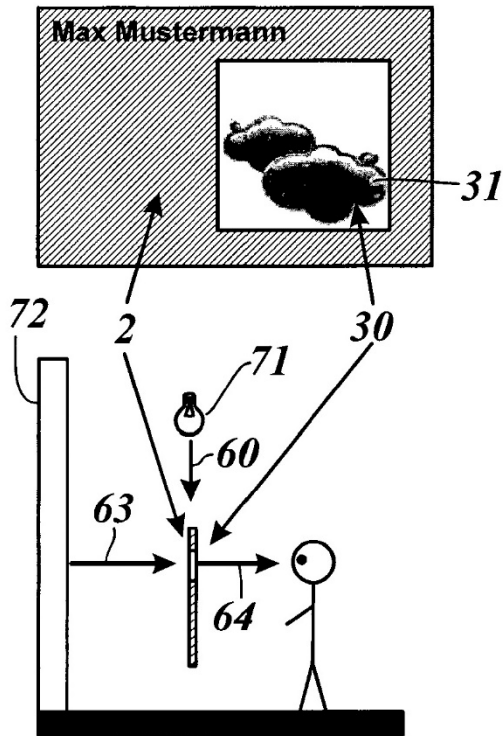


Fig. 9a

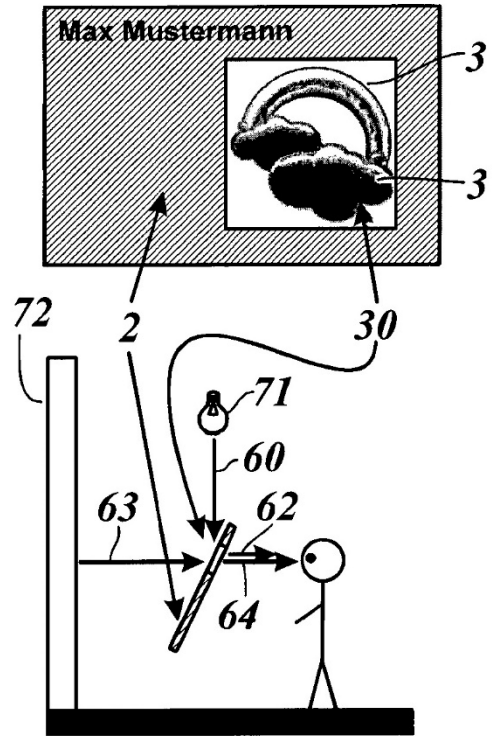


Fig. 9b

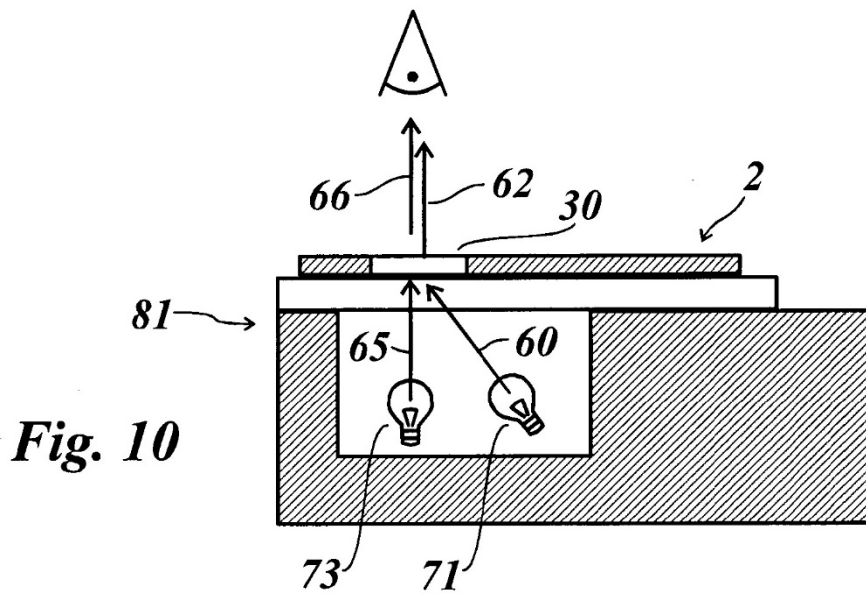


Fig. 10

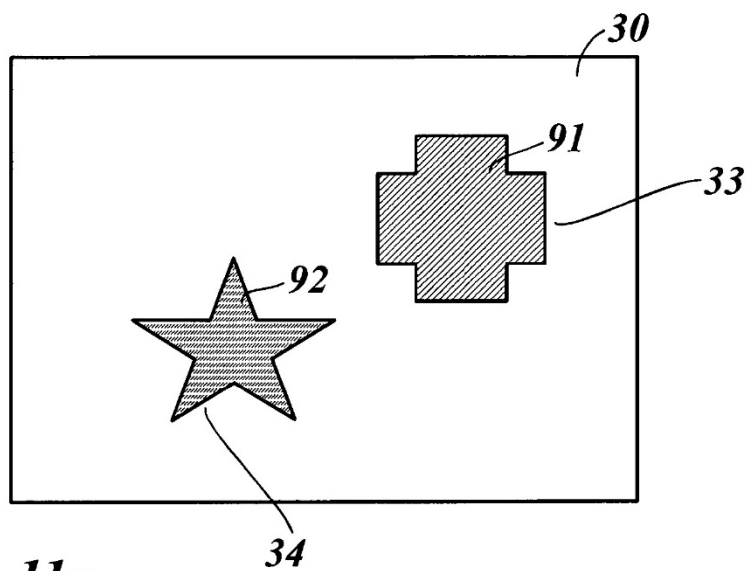


Fig. 11a

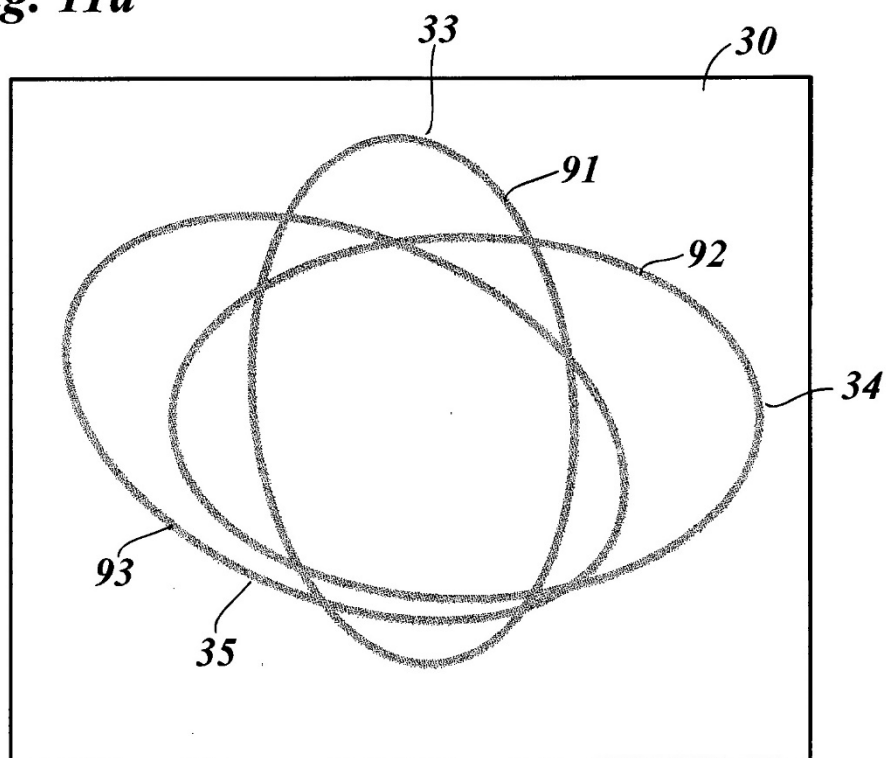


Fig. 11b

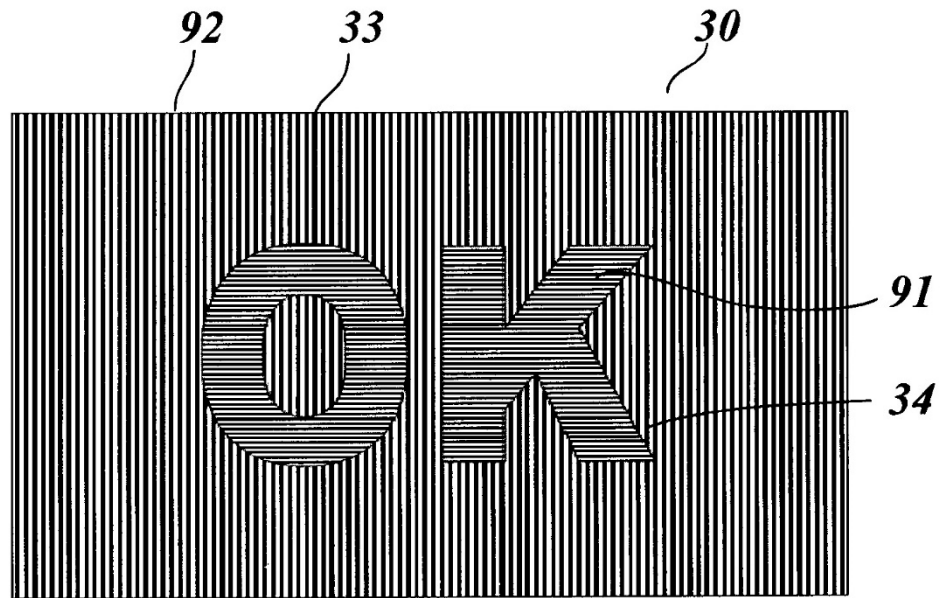


Fig. 11c

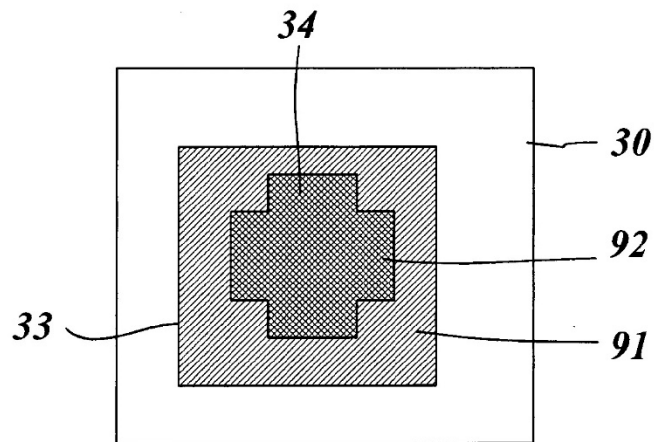


Fig. 12a

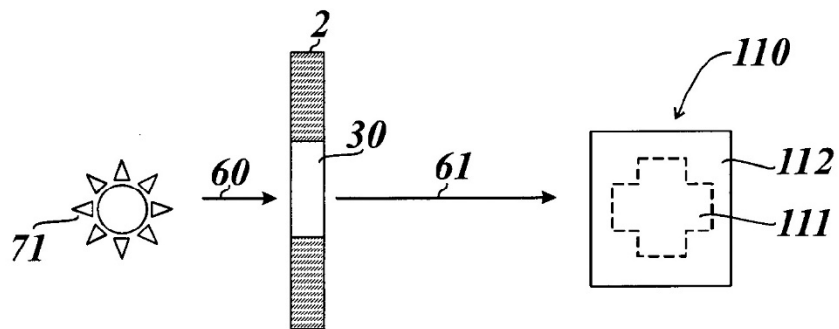


Fig. 12b

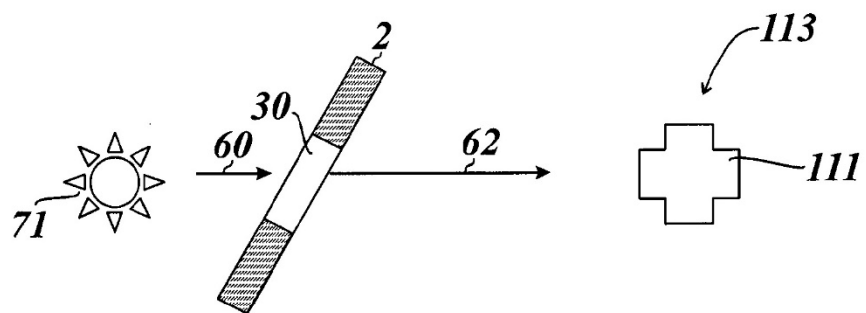


Fig. 12c

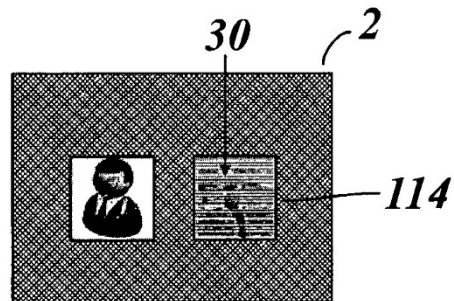


Fig. 13a

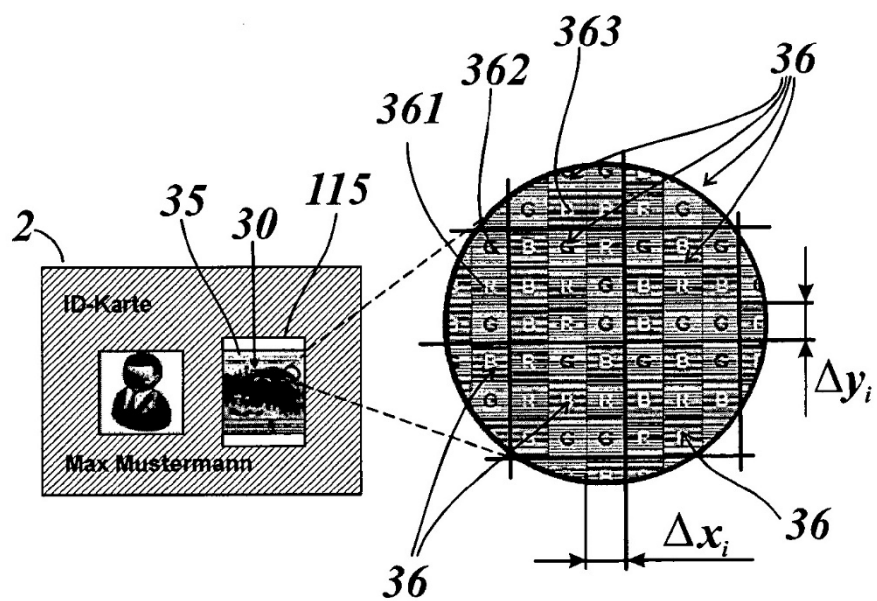


Fig. 13b

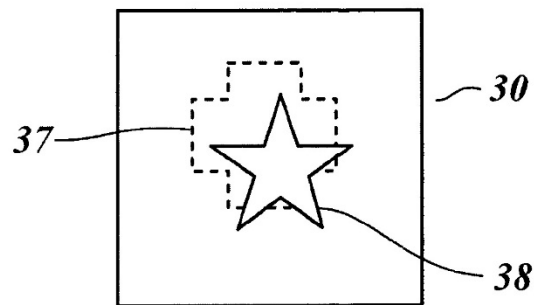


Fig. 14a

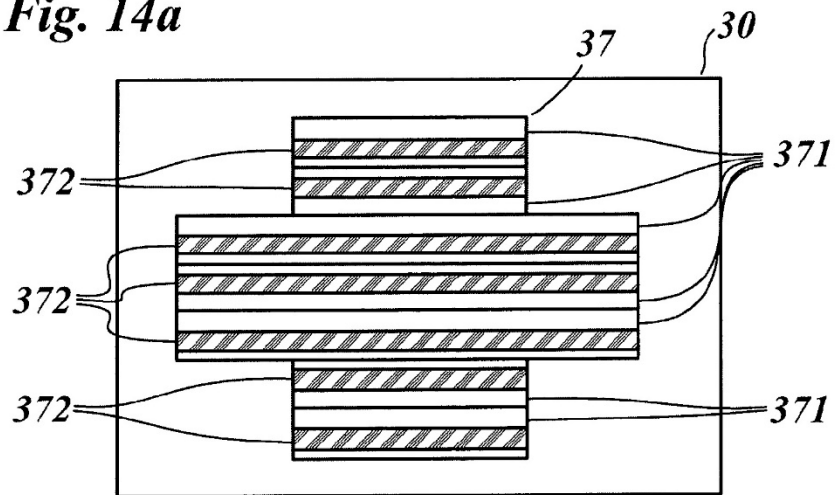


Fig. 14b

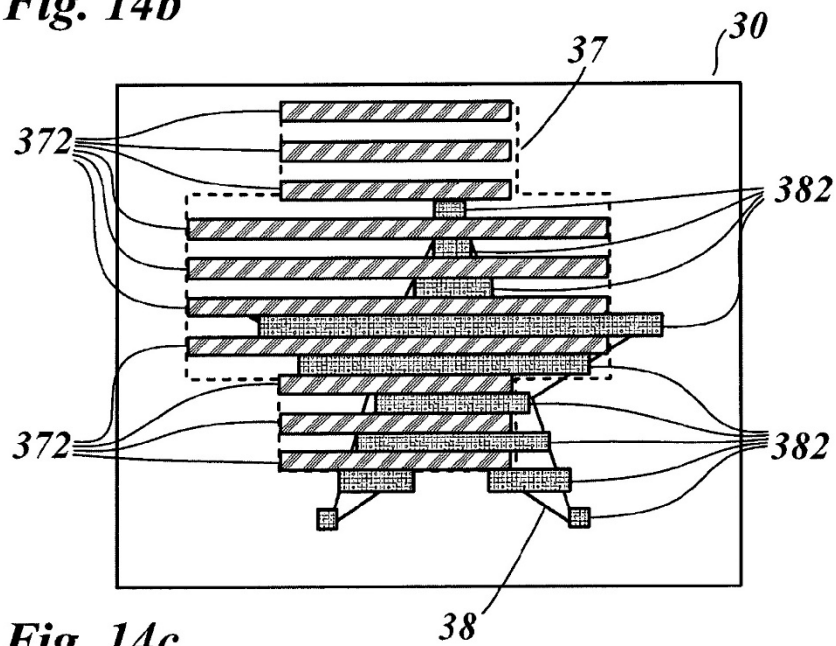


Fig. 14c

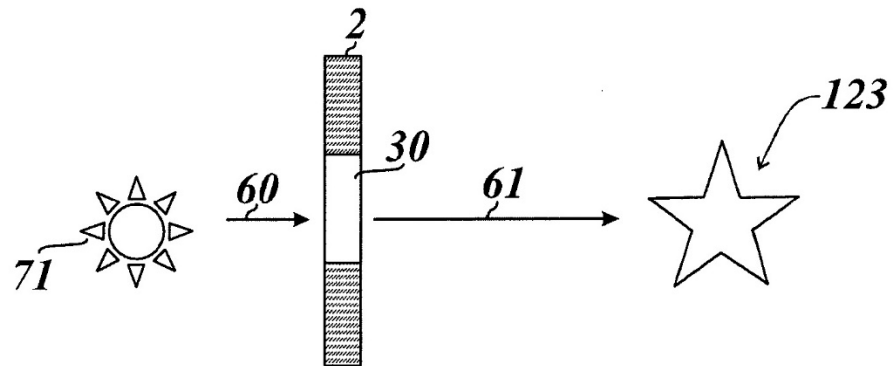


Fig. 15a

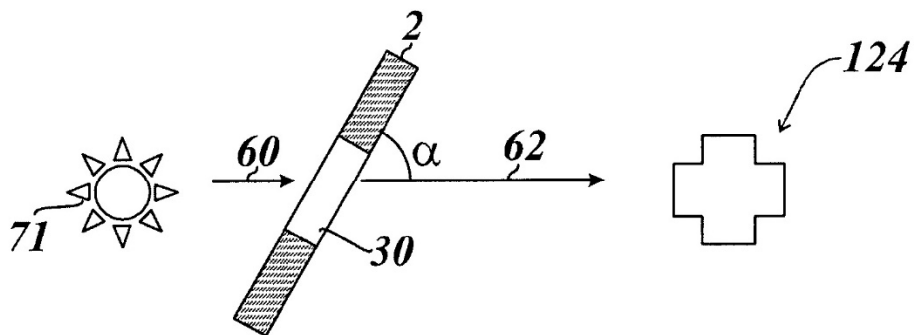


Fig. 15b

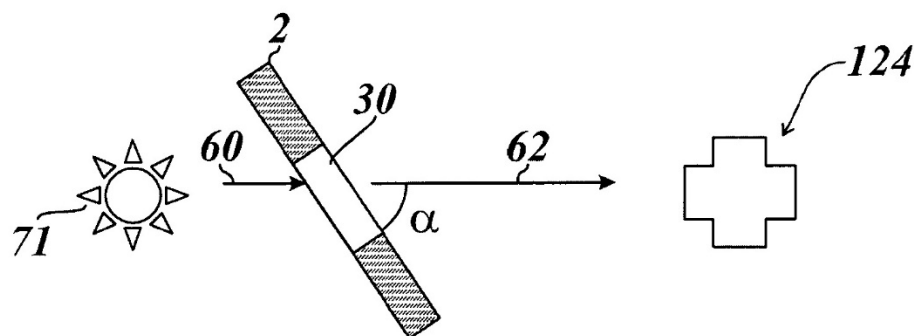


Fig. 15c

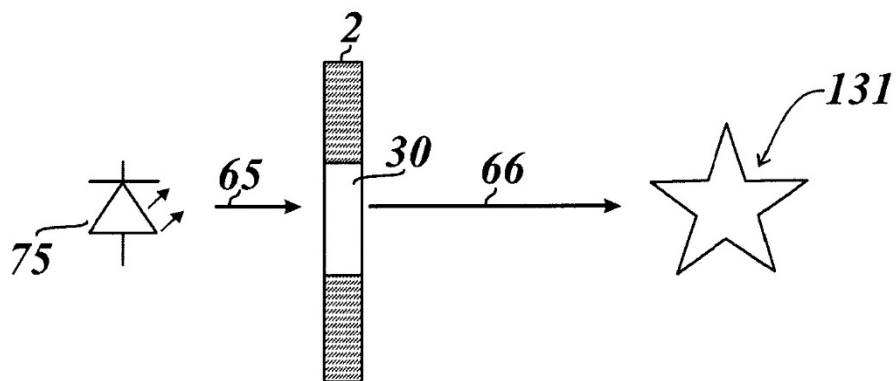


Fig. 16a

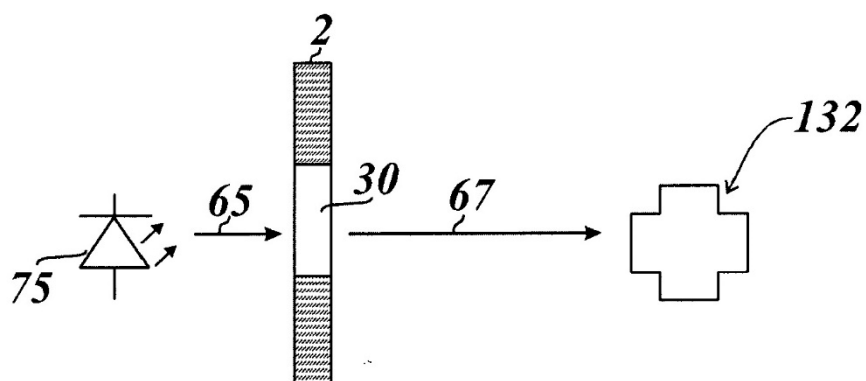


Fig. 16b

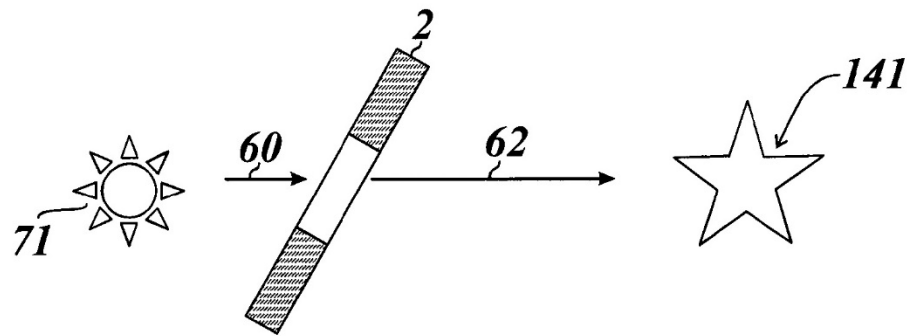


Fig. 17a

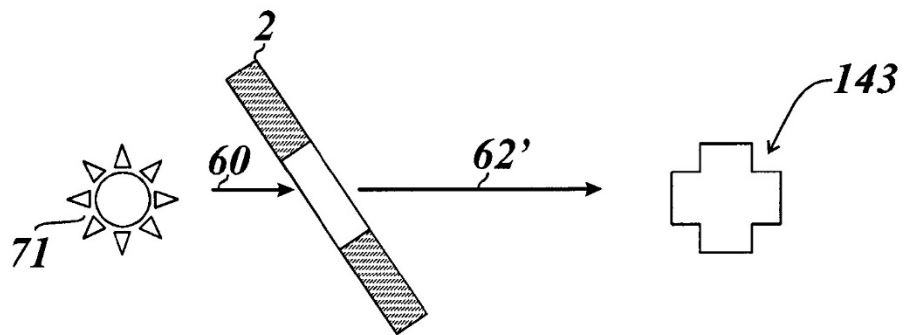


Fig. 17b

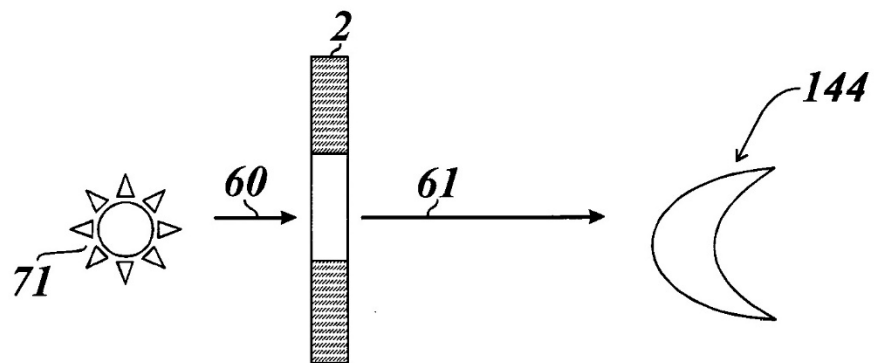


Fig. 17c

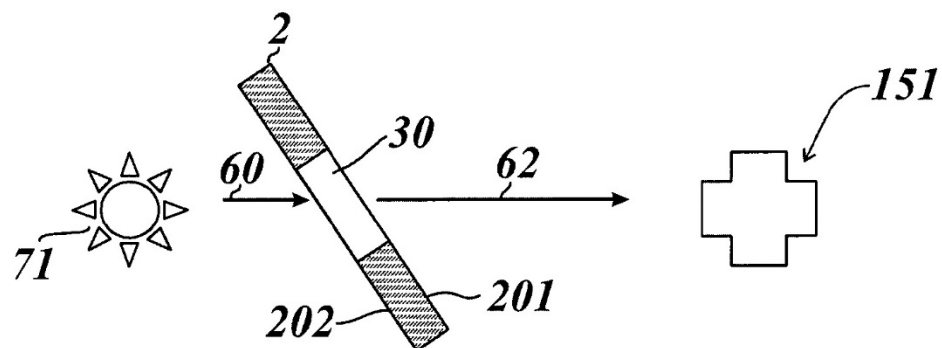


Fig. 18a

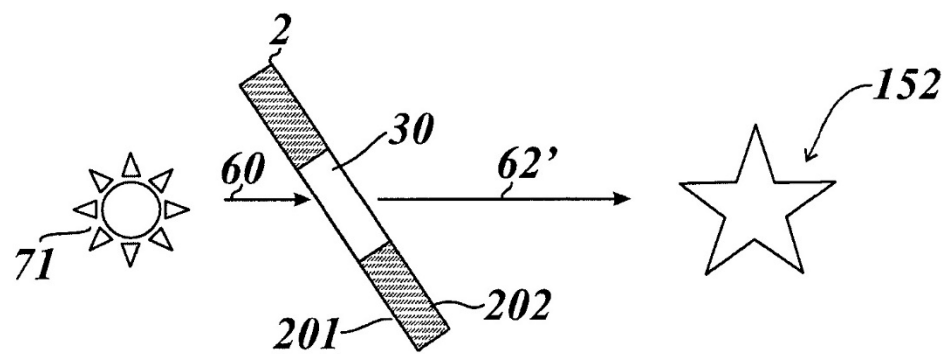


Fig. 18b

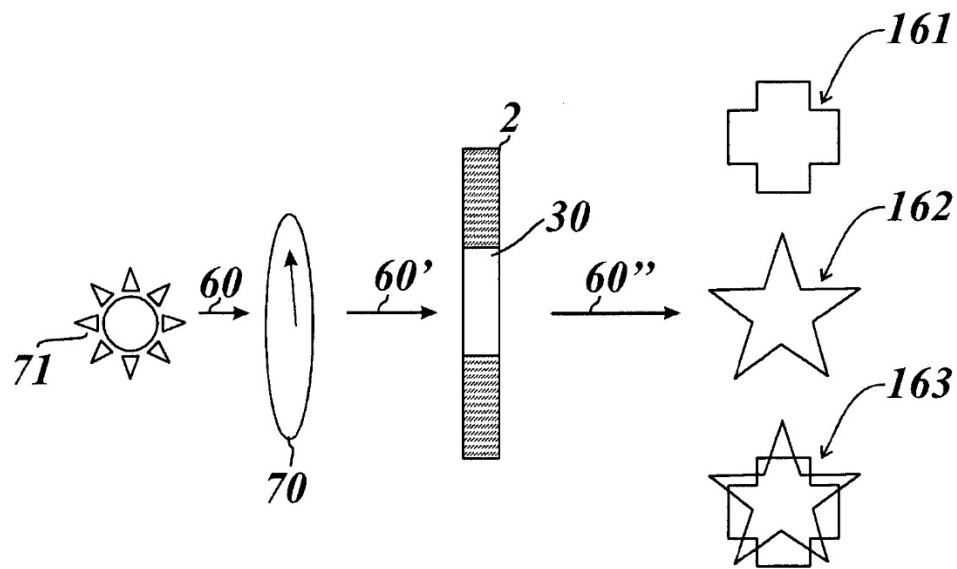


Fig. 19a

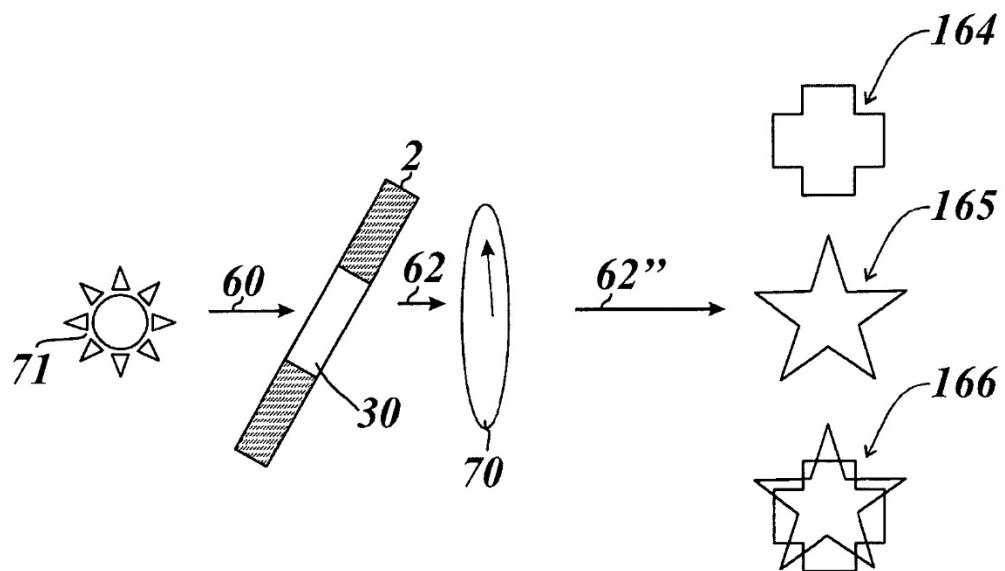


Fig. 19b

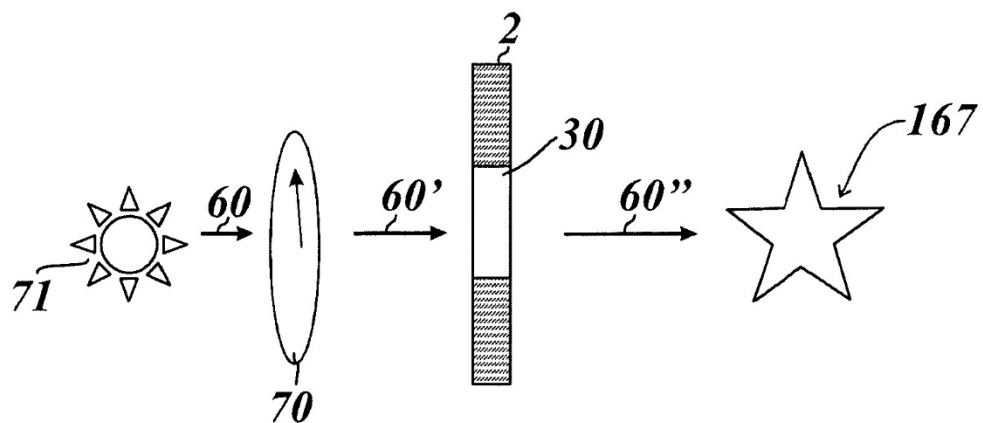


Fig. 19c

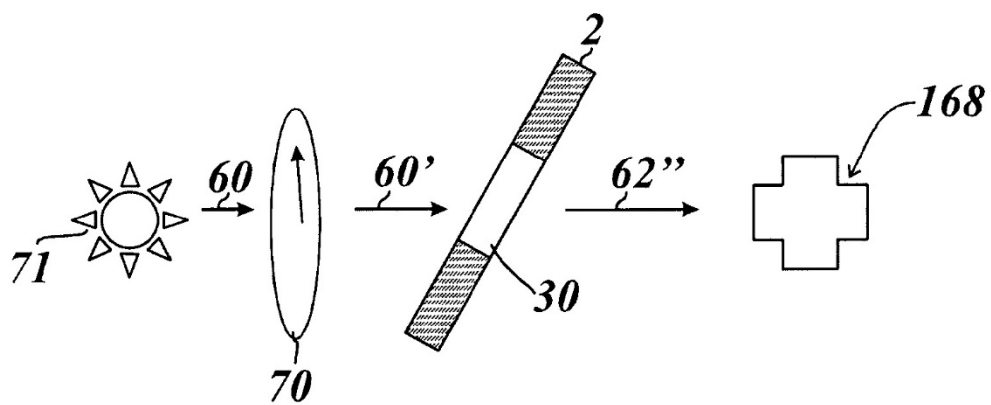


Fig. 19d

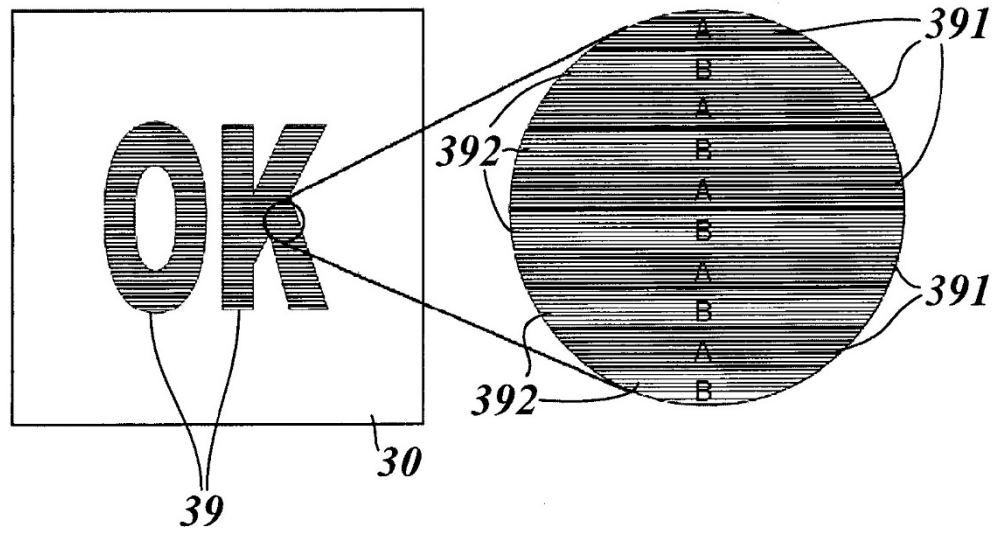


Fig. 20

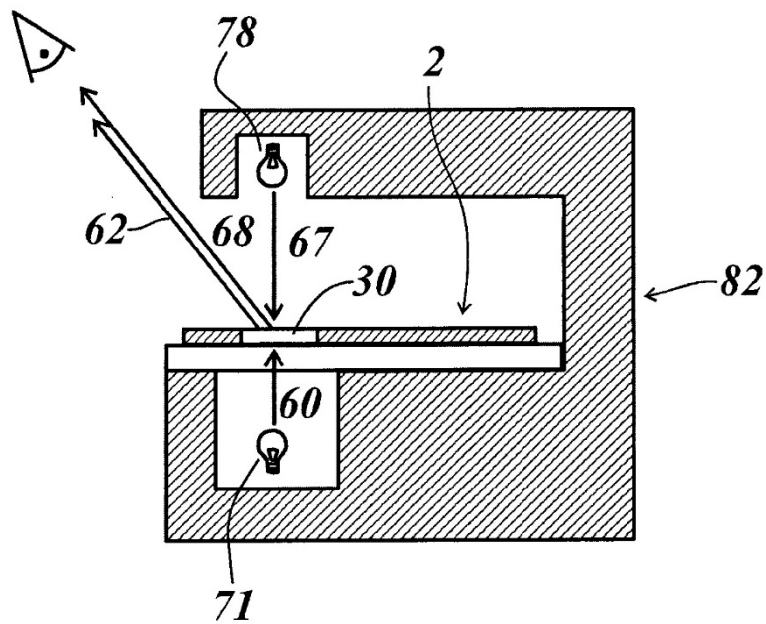


Fig. 21