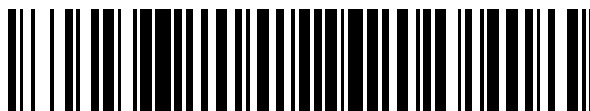


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 829 232**

51 Int. Cl.:

B42D 25/36 (2014.01)
B42D 25/324 (2014.01)
B42D 25/328 (2014.01)
B42D 25/346 (2014.01)
B42D 25/373 (2014.01)
B42D 25/435 (2014.01)
B42D 25/445 (2014.01)
B42D 25/342 (2014.01)
B41M 3/14 (2006.01)
G02B 5/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.07.2016 PCT/EP2016/001191**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **26.01.2017 WO17012699**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2016 E 16741535 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2020 EP 3325279**

54 Título: **Elemento de seguridad y procedimiento para su producción**

30 Prioridad:

23.07.2015 DE 102015009584

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.05.2021

73 Titular/es:

**GIESECKE+DEVRIENT CURRENCY
TECHNOLOGY GMBH (100.0%)
Prinzregentenstraße 159
81677 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:

**LOCHBIHLER, HANS;
LICHTENEGGER, FRIEDERIKE y
THIERAUF, KLAUS**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 829 232 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 procedimiento para su producción

- 5 La invención se refiere a un elemento de seguridad para la producción de documentos de valor, como billetes de banco, cheques o similares, que presenta una estructura de rejilla no reconocible a simple vista que está formada por una capa metálica.

La invención se refiere además a un procedimiento para la producción de un elemento de seguridad para la producción de documentos de valor, como billetes de banco, cheques o similares, donde sobre un soporte transparente a la radiación de THz se dispone una capa metálica y en esta se configura una estructura de rejilla no reconocible sin más a simple vista.

- 15 Además, la invención se refiere finalmente a un documento de valor con un elemento de seguridad para la producción de documentos de valor, como billetes de banco, cheques o similares, que presenta una estructura de rejilla no reconocible a simple vista que está formada por una capa metálica.

Los elementos de seguridad se usan para la protección de documentos de valor, como billetes de banco, cheques o similares, contra falsificación. En este caso, en principio se deben diferenciar dos tipos de elementos de seguridad, elementos de seguridad ocultos, que no se pueden reconocer sin más por un usuario del documento de valor y se someten en general a un examen de autenticidad a máquina, y elementos de seguridad abiertos, que se pueden reconocer por un usuario. Por ejemplo, los hologramas son un ejemplo para elementos de seguridad abiertos. Pero también se conoce configurar una característica de seguridad, de modo que presente tanto una característica de seguridad abierta, es decir, una característica de seguridad reconocible por un usuario, como también una característica de seguridad oculta, que a simple vista en general solo se puede verificar con una máquina y eventualmente no llama la atención de un usuario. Junto a los hologramas se conocen, por ejemplo, características de seguridad abiertas en base a estructuras de dientes de tierra metalizadas o marcados con variación cromática o estructuras estampadas, que están revestidas con una capa metálica delgada.

- 30 Un enfoque para la verificación a máquina de elementos de seguridad es analizar elementos de seguridad metálicos en un rango espectral electromagnético determinado. Aquí para las características de seguridad ocultas se ofrece el rango espectral de THz, en el que los sustratos de billetes de banco, como papel o polímeros, aparecen de forma transparente, así como allí las zonas metalizadas aparecen de forma opaca. El rango espectral de THz también se denomina rango de ondas submilimétricas, de infrarrojo lejano o *far-IR* y detecta por consiguiente el rango espectral del espectro electromagnético entre la radiación infrarroja y las microondas. En el caso de una longitud de onda por debajo de 1 mm y por encima de 100 μm , el rango de frecuencias se sitúa correspondientemente en 0,3 THz a 5 THz. La radiación de THz se sitúa en el rango límite que casi ya no pueden cubrir los receptores de superposición, pero todavía no pueden cubrir los sensores ópticos. Se conoce su uso en el estado de la técnica, por ejemplo, a partir del documento WO 2004/081545 A1, así como el documento EP 1792283 B1, que dan a conocer ambos elementos de seguridad que se evalúan con radiación de THz.

El documento 2004/081545 A1 da a conocer una estructura de relieve metálica, que muestra una interacción en el rango de THz y sirve para la autenticación de un documento de valor. La estructura de relieve se compone de rejillas de dientes de sierra metalizadas o rejillas multipaso y suministra una información de imagen o de motivo durante el funcionamiento de reflexión. Las estructuras tienen la desventaja de que la profundidad de estampado se sitúa entre 40 μm y 100 μm . No obstante, para muchos documentos de valor, por ejemplo, billetes de banco, son indeseables estructuras gruesas, dado que aumentan fuertemente el espesor total del documento de valor, lo que menoscabaría, por ejemplo, la capacidad de circulación de un billete de banco.

- 50 El documento EP 1792283 B1 de la solicitante patenta estructuras con una simetría de dos a seis dígitos, que muestra una interacción en el rango de THz. Los elementos conductores de la estructura están dispuestos sobre una superficie en una retícula que se repite de forma periódica. A este respecto, la estructura metálica se puede reconocer con la vista, por lo que está prevista una capa cobertora para el camuflaje.

- 55 El documento WO 2014/206977 A1 describe materiales metálicos para elementos de seguridad en los billetes de banco, que usan radiación de THz. Se describen estructuras perforadas que tienen una gran fracción de superficie desmetalizada y por ello se pueden reconocer claramente a simple vista.

J. W. Lee et al., "Terahertz Electromagnetic Wave Transmission through Random Arrays of Single Rectangular Holes and Slits in Thin Metallic Sheets", Physical Review Letters, 99, pág. 137401-1 -137401-4, 2007, trata de las

propiedades de transmisión de agujeros rectangulares, dispuestos de forma estadística y patrones de hendiduras para la radiación de THz. M. Shalabyetal., "Concurrent field enhancement and high transmission of Thz radiation in nanoslit arrays", Applied Physics Letters, 99, 041110, 2011 analiza un factor de amplificación de campo para la radiación de THz en las hendiduras longitudinales en disposición regular. El objetivo es equiparar un factor de amplificación de campo que actúa dentro de las hendiduras longitudinales respecto a un grado de transmisión total y compensar lo más posibles una acción contraria a la optimización.

En general, los elementos de seguridad para documentos de valor deben satisfacer varios requisitos. Por un lado, con medios sencillos deben ser difíciles de imitar o incluso no imitables, es decir, el coste para una producción única se debería situar lo más alto posible. Por otro lado, la fabricación en la producción en serie debería causar por el contrario el menos coste posible.

Además, una característica de seguridad, que interacciona con la radiación de THz, no se tendría que poder percibir visualmente a ser posible, a fin de no dar un indicio de la presencia del elemento de seguridad a un potencial falsificador.

Las características de seguridad abiertas tienen la ventaja de que tiene lugar o puede tener lugar una verificación casi con cada uso por parte de un usuario, mientras que los elementos de seguridad ocultos, es decir, solo legibles a máquina en general solo se verifican en el caso de eventos determinados, por ejemplo, cuando un billete de banco durante su circulación entra en un banco o banco central. Una característica de seguridad abierta semejante con escotaduras visibles en una capa metálica se conoce por el documento DE 102008028187 A1.

Por lo tanto, la invención tiene el objetivo de crear un elemento de seguridad detectable con radiación de THz y por consiguiente oculto que, por un lado, se pueda producir de forma especialmente sencilla y, por otro lado, se pueda combinar de forma especialmente ventajosa con características de seguridad abiertas.

La invención está definida en las reivindicaciones 1 y 4.

El objetivo se consigue con un elemento de seguridad para la producción de elementos de valor, como billetes de banco, cheques o similares, que presenta una estructura de rejilla no reconocible a simple vista, que está formada por una capa opaca a la radiación de THz, preferiblemente una capa metálica, donde la capa presenta un espesor de capa entre 6 nm y 1 μ m, en la capa están configuradas hendiduras longitudinales yuxtapuestas transparentes a la radiación de THz, la capa está embebida en un dieléctrico transparente a la radiación de THz, las hendiduras longitudinales están dispuestas unas junto a otras de forma periódica o casi periódica con un período de 8 μ m y 200 μ m, y la anchura de las hendiduras no es mayor de 1/5, preferiblemente 1/10, del período, y además las hendiduras son al menos 5 veces tan largas como el período.

Casi periódica significa que el período de rejilla oscila alrededor de un valor medio. Preferiblemente, esta oscilación puede ser hasta la mitad de un período, de forma especialmente preferida hasta el 1/10 del período. Con disposición casi periódica están cubiertas en particular las estructuras periódicas, en las que el período oscila de forma condicionada por la elaboración. Tales disposiciones casi periódicas de las estructuras de hendiduras también presentan una transmisión TM elevada en el rango de THz.

El objetivo se consigue además con un procedimiento para la producción de un elemento de seguridad para la producción de documentos de valor, como billetes de banco, cheques o similares, donde sobre un soporte transparente a la radiación de THz se dispone una capa opaca a la radiación de THz y en esta se configura una estructura de rejilla no reconocible a simple vista, donde la capa presenta un espesor de capa entre 6 nm y 1 μ m, en la capa se configuran hendiduras longitudinales transparentes a la radiación de THz, las hendiduras longitudinales se disponen de forma periódica o casi periódica con un periodo entre 8 μ m y 200 μ m, la anchura de las hendiduras longitudinales no es mayor de 1/5, preferiblemente 1/10, del período, las hendidura son al menos 5 veces tan largas como el período y la capa se cubre con un dieléctrico transparente a la radiación de THz.

El objetivo se consigue finalmente igualmente con un documento de valor con un elemento de seguridad según la invención.

El elemento de seguridad según la invención se puede verificar en el rango de THz, dado que la estructura de hendiduras es transparente a la radiación de THz con polarización TM, por el contrario, opaca a la polarización TE o a la inversa. La característica de seguridad actúa debido a la estructura de hendiduras como polarizador, que deja pasar la radiación de THz con una polarización. Si la radiación de THz incidente está polarizada correspondiente, una gran parte de esta componente de polarización pasa a través del elemento de seguridad. El elemento de seguridad

se puede someter por consiguiente de forma muy sencilla a una verificación de autenticidad a máquina. Para ello se usa una fuente de radiación de THz y un detector de THz. Idealmente, la radiación de THz está polarizada, donde el elemento de seguridad también se puede reconocer con radiación de THz no polarizada. En este caso, entonces forzosamente antes del detector está dispuesto un polarizador que actúa como analizador. La verificación de autenticidad se puede realizar tanto con una medición en transmisión, como también en reflexión. En el caso a modo de ejemplo de la transmisión, el elemento de seguridad actúa como polarizador, que deja pasar la radiación de THz con polarización TM. Si la radiación de THz está polarizada correspondientemente linealmente, entonces esta componente pasa en gran parte a través del elemento de seguridad y se detecta completamente con misma polarización del analizador. Si las direcciones de polarización de la fuente de radiación y detector están perpendicularmente entre sí, entonces se puede excluir el caso trivial de un agujero en el elemento de seguridad. Esto también se podría verificar ópticamente. En el caso de una disposición girada de la característica de seguridad se gira una radiación de THz polarizada perpendicularmente al pasar a través del elemento de seguridad y el analizador con polarización horizontal puede recibir la señal de THz. Mediante la recepción en dos o varias direcciones de polarización diferentes se puede aumentar el contraste. La verificación de autenticidad a máquina se puede realizar por consiguiente tanto en el caso de la orientación paralela de la polarización de la fuente de radiación y detector, como también en el caso de orientación cruzada. El giro de la característica de seguridad es una rotación de la característica de seguridad en el plano que se define por las hendiduras longitudinales yuxtapuestas de forma periódica o casi periódica.

La estructura de hendiduras no se puede reconocer a simple vista al menos para un observador sin experiencia y/o a simple vista en planta, dado que la anchura de las hendiduras longitudinales no es mayor de $1/5$ del período. Si se baja este límite superior, la estructura de hendiduras también se vuelve muy difícilmente reconocible o incluso ya no reconocible por un observador experimentado, que busca la estructura de hendiduras y/o en el caso de la aplicación de técnicas de observación especiales (por ejemplo, inclinación y giro determinado del elemento de seguridad). Se prefiere especialmente que la anchura de las

hendiduras longitudinales no sea mayor de $1/10$ del período, dado que entonces la estructura de hendiduras genera una característica de seguridad especialmente bien oculta.

En un perfeccionamiento, el elemento de seguridad está configurado de modo que la capa está construida por varios campos, en los que se diferencian las direcciones longitudinales de las hendiduras longitudinales. Las direcciones de las hendiduras longitudinales de los campos tienen así diferentes orientaciones angulares entre sí. Tales campos individuales aparecen con diferente claridad en función de la orientación respecto al detector de THz.

La configuración según la invención de la estructura de rejilla en la capa es casi imperceptible a simple vista. Por consiguiente, un potencial falsificador no recibe ningún indicio de la presencia de una característica de seguridad semejante. La capa casi no se diferencia en reflexión ni en transmisión de una capa que está configurada sin las hendiduras longitudinales. En particular es posible superponer el elemento de seguridad con una estructura transparente visualmente y no es posible una cobertura ocultadora según está prevista en el documento EP 1792283 B1.

Preferiblemente, la capa opaca a la radiación de THz es una capa metálica.

Las zonas de la capa situadas entre las hendiduras longitudinales están provistas adicionalmente de otro elemento de seguridad que es perceptible a simple vista. De esta manera, el elemento de seguridad tiene propiedades ocultas, que se pueden reconocer con radiación de THz, y propiedades de seguridad adicionales, reconocibles a simple vista, es decir, abiertas. La otra característica de seguridad perceptible a simple vista puede ser en particular un holograma metalizado, una rejilla de sublongitudes de onda con períodos de 200 nm a 500 nm, una estructura de dientes de sierra y/o un revestimiento con variación cromática.

El procedimiento de fabricación según la invención se puede configurar de modo que se produzcan las configuraciones y formas de realización preferidas descritas del elemento de seguridad.

Se entiende que las características mencionadas anteriormente y aquellas que se explicarán a continuación se pueden utilizar no solo en las combinaciones especificadas, sino también en otras combinaciones o individualmente, sin abandonar el alcance de la presente invención.

La invención se explica con más detalle a continuación a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, que también describen características esenciales para la invención. Muestran:

Fig. 1a y fig. 1b una representación de una primera forma de realización de un elemento de seguridad, donde la fig. 1a muestra una representación en sección y la fig. 1b una vista en planta,
 Fig. 2a a 2c el comportamiento de transmisión de una primera forma de realización del elemento de seguridad de la fig. 1 para ángulo de incidencia perpendicular y radiación de THz polarizada para distintas geometrías y propiedades de polarización,
 Fig. 3a a 3c y 4a a 4c representaciones similares de la fig. 2 para otras geometrías del elemento de seguridad,
 Fig. 5a a 5c el comportamiento de transmisión de una forma de realización del elemento de seguridad de la fig. 1 para distintos ángulos de incidencia,
 Fig. 6 a 9 representaciones en sección de otras formas de realización del elemento de seguridad, donde una capa opaca está realizada cada vez de forma diferente,
 Fig. 10a y 10b vistas en planta del elemento de seguridad de la fig. 9, donde la fig. 10a muestra el aspecto visual del elemento de seguridad y la fig. 10b es una representación esquemática de la geometría de la estructura del elemento de seguridad,
 Fig. 11a a 11c distintas etapas para la producción de un elemento de seguridad, en el que están formadas hendiduras longitudinales a través de microcavidades,
 Fig. 12a a 12c distintas etapas de otro procedimiento de producción, aquí a modo de ejemplo para la forma de realización de la fig. 6,
 Fig. 13 y 14 distintas disposiciones para la verificación de autenticidad del elemento de seguridad, y
 Fig. 15a a 15c y 16a a 16c respectivamente distintas etapas de otro procedimiento de producción.

La fig. 1a muestra una representación en sección a través de un elemento de seguridad 1; la fig. 1b muestra una vista en planta correspondiente. Los elementos correspondientes están provistos en las dos figuras con las mismas referencias. El elemento de seguridad 1 está construido sobre una lámina de soporte 2 y está cubierto con una capa cobradora 3 con el mismo índice de refracción. Entre la lámina de soporte 2 y la capa cobradora 3 se sitúa una capa 4 opaca a la radiación de THz, que puede estar configurada, por ejemplo, como capa metálica. La capa opaca 4 tiene un espesor de capa t . En la capa 4 están formadas hendiduras longitudinales 5 de una anchura de hendidura s , donde las hendiduras longitudinales 5 están dispuestas unas junto a otras de forma periódica con un período d . Una radiación de THz incidente E con un ángulo θ se devuelve por el elemento de seguridad parcialmente como radiación de THz reflejada R o se transmite al otro lado como radiación de THz transmitida T . Entre las hendiduras longitudinales 5 se sitúan espacios intermedios opacos 6. El elemento de seguridad está dispuesto en un campo 7 de la capa opaca 4 en la forma de realización según la fig. 1b. Dado que, según se explicará todavía a continuación, el comportamiento de transmisión con vistas a distintas direcciones de polarización depende de la dirección longitudinal de las hendiduras longitudinales 5, en un perfeccionamiento (no representado) está previsto prever varios campos 7 con distintas orientaciones de la dirección de las hendiduras longitudinales 5 en el elemento de seguridad 1, por ejemplo, unos junto a otros.

Las fig. 2a a 2c muestran el comportamiento de transmisión del elemento de seguridad de la fig. 1a y 1b en el caso de una implementación de la capa opaca 4 en forma de una capa metálica, en el ejemplo concreto en forma de una capa de aluminio. A este respecto, en las figuras están trazadas varias líneas con diferentes tipos de trazos que se refieren a diferentes anchuras de hendidura s , según se puede deducir de la leyenda de las figuras. En todas las fig. 2a a 2c está trazada la frecuencia de THz en el eje transversal. Las fig. 2a y 2b muestran en el eje vertical el grado de transmisión para polarización TM (fig. 2A) o polarización TE (fig. 2b). La fig. 2c muestra en el eje vertical un grado de polarización, dado por la fórmula (grado de transmisión en TM - grado de transmisión en TE) / (grado de transmisión en TM + grado de transmisión en TE). Cuanto más diferente de 0 es este grado de polarización, tanto más fuerte es el efecto de polarización del elemento de seguridad para la radiación de THz.

El período de la disposición de la hendidura longitudinal 5 es de $50 \mu\text{m}$ para el elemento de seguridad mostrado en las fig. 2a a 2c, el espesor de capa de 50 nm . La anchura de hendidura s se varía.

Para la frecuencia de 1 THz , la transmisión en la polarización TM con una anchura de hendidura de $10 \mu\text{m}$ es de aproximadamente el 79 %. En el caso de una anchura de hendidura de $1 \mu\text{m}$ de aproximadamente el 34 %.

En el rango visible, el grado de reflexión o la transmisión y por consiguiente la reconocibilidad a simple vista se puede estimar a través de la relación de superficie entre la anchura de hendidura s y anchura de los espacios intermedios 6. En el primer caso, así, estaría presente una transmisión en el visible de aprox. el 20 % y en el segundo caso de sobre el 2 %. En el último caso cambiaría entonces el grado de reflexión en aprox. el 2 % respecto a la reflexión de una superficie lisa metalizada. Junto con una pequeña anchura de las hendiduras longitudinales, una estructura semejante es casi imperceptible a simple vista. De ello resulta que las curvas representadas en las fig. 2a a 2c para las anchuras de hendidura, que están sobre $1/5$, preferiblemente sobre $1/10$, del período d , apenas entran en consideración para un elemento de seguridad, sino que representan ejemplos de comparación. El modo constructivo según las curvas

para 10 μm y 6 μm es apropiado para el elemento de seguridad. Cuando, por ejemplo, un holograma está completamente revestido con la estructura de hendiduras correspondiente en esta anchura de hendidura, se produce una brillantez del holograma reducida en la fracción de superficie de las hendiduras, pero un observador no percibirá esto en general, dado que no tiene una comparación con una estructura de holograma sin hendiduras. Además, la estructura de holograma contiene la mayoría de las veces efectos, como una estructura mate o efectos de marcha, que disminuyen la reconocibilidad de la estructura de hendiduras, es decir, así casi también ocultan adecuadamente las hendiduras longitudinales más anchas.

En el caso de polarización TE se suprime fuertemente la transmisión para frecuencias < 2 THz. Este también es el caso para una rejilla con $s = 10$ μm . Para frecuencias más altas aparece una transmisión en el rango de porcentaje de una cifra. La rejilla con $s = 10$ μm solo muestra un máximo de aprox. el 11 % con una frecuencia de 8,5 THz.

El contraste de la transmisión entre polarización TM y TE está representado en la fig. 2c. Aquí, según la relación arriba mencionada del grado de polarización calculado está trazado respectivamente como función de la frecuencia de THz. Cuanto más distintos son estos valores de cero, tanto más fuerte es el efecto de polarización de la rejilla. Se muestra que estas rejillas presentan propiedades de polarización marcadas para frecuencias < 4 THz. Sin embargo, para frecuencias más altas es aplicable esto también todavía para rejillas con anchuras de intersticio $s < 2$ μm (a excepción de en rangos de frecuencia resonantes con 4,3 THz u 8,3 THz).

Las fig. 3a y 3c muestran la influencia del espesor de capa t de la capa opaca 4, por ejemplo, una capa metálica. Las fig. 3a a 3c muestran una aplicación, como las fig. 2a a 2c, no obstante, aquí se varía el espesor de capa t y la anchura de capa s de las hendiduras longitudinales 5 es constante de 2 μm . Según es de esperar, la transmisión T disminuye con espesor de capa t creciente. No obstante, el efecto de polarización del elemento de seguridad 1 se refuerza con espesor de capa t creciente. Se destaca que, para capas relativamente gruesas, como p. ej. 20 μm o 60 μm , aparecen resonancias marcadas en la polarización TM, que conducen a una transmisión elevada.

La fig. 4a a 4c muestran trazados similares a los de la fig. 2 y 3, no obstante, aquí se vería el período d . La relación de la anchura de hendidura s respecto al período d es constante a este respecto y es del 4 %.

El índice de refracción de la lámina de soporte 2 y de la capa cobertura 3 es idéntico y es de 1,4. El espesor de capa es (como en la fig. 2) de 50 nm. Por las fig. 4a y 4b se ve que la característica espectral de la transmisión para períodos crecientes se desplaza hacia frecuencias más bajas. La fig. 4c muestra que se mejora el efecto de polarización del elemento de seguridad 1 para períodos más pequeños. De ello resulta que la característica de transmisión se puede adaptar mediante elección correspondiente del período d sobre una banda de frecuencia deseada en el rango de THz, por ejemplo, en un dispositivo correspondiente para la verificación de autenticidad.

La fig. 5a a 5c muestran la dependencia del ángulo de la transmisión en el rango THz. Aquí, el elemento de seguridad 1 tiene un período d de 50 μm , una anchura de hendidura s de 2 μm y un espesor de capa t de la capa opaca de 50 nm. La transmisión espectral está trazada para diferentes ángulos de ataque. Se ve que la transmisión o el grado de polarización solo se modifica poco mediante una inclinación respecto al ángulo de incidencia perpendicular. Esto hace muy sencilla la verificación del elemento de seguridad 1, dado que no se debe atender de forma meticulosa a una dirección de incidencia perpendicular, es decir, a una orientación precisa del elemento de seguridad en un dispositivo de verificación de autenticidad. En el caso de un control a máquina, por ejemplo, la autenticidad de los billetes de banco, siempre existe una variación determinada en el ángulo de incidencia respecto a una unidad de detección.

Además, los exámenes muestran que el elemento de seguridad apenas se modifica con vistas a sus propiedades de transmisión o polarización para la radiación de THz, cuando el perfil de la capa opaca o de las hendiduras longitudinales se desvía de la forma rectangular representada en la fig. 1a. Esto reduce la exigencia de precisión en la producción del elemento de seguridad 1 y, por consiguiente, hace más sencilla la producción en serie, sin menoscabar los efectos de transmisión o polarización deseados en el rango de THz.

El elemento de seguridad 1 se produce preferiblemente sobre una lámina de soporte 2 y se puede aplicar, por ejemplo, sobre billetes de banco. No obstante, en particular allí es poco atractiva una superficie reflectante metálica para un observador y por ello no se prefiere en el diseño de un elemento de seguridad. Una mejora posible ofrece un recubrimiento del elemento de seguridad. A este respecto, es ventajoso que los colores de impresión convencionales casi no repercutan sobre la radiación en el rango de THz. En la impresión no se debe prestar atención a imprimir solo sobre los espacios intermedios 6. Mejor dicho, la capa opaca 4 se puede sobreimprimir tanto longitudinalmente a las hendiduras longitudinales 5, como también con vistas a los espacios intermedios 6.

Se prefiere especialmente superponer el elemento de seguridad 1 en la zona de los espacios intermedios 6 con otras

características de seguridad en base a elementos de lámina. En este caso entran en consideración características de seguridad metálicas conocidas, como hologramas, disposiciones de microespejos, rejillas de sublongitudes de onda, etc., donde se prefieren características de seguridad que son perceptibles por un observador a simple vista. Se prefieren muy especialmente características de seguridad que son perceptibles, por un lado, por un observador, por el contrario, solo se pueden verificar con dificultades, por otro lado, a máquina respecto a la autenticidad. Una combinación semejante con una característica de seguridad adicional crea un elemento de seguridad que es característico tanto para un observador (debido a la otra característica de seguridad), como también se puede verificar de forma sencilla a máquina (con vistas a sus propiedades de THz) (debido a la estructura de hendiduras).

- 10 Las fig. 6 a 11 muestran perfeccionamientos correspondientes del elemento de seguridad 1, en el que la capa opaca 4 está configurada de modo que implementa una característica de seguridad perceptible por un observador.

La fig. 6 muestra una representación en sección a través de un elemento de seguridad 1, en el que la capa opaca 4 está implementada a través de una estructura multicapa que tiene un efecto de variación cromática. Tales estructuras multicapa se conocen y se componen, por ejemplo, de una capa de aluminio 9 con dieléctrico 10 superpuesto y una capa de cromo superior 11. En una forma de realización de este tipo de la capa opaca 4, las hendiduras longitudinales 5 están incorporadas entonces de modo que el efecto de variación cromática es perceptible para un usuario y al mismo tiempo es posible una verificación en el rango espectral de THz de forma sencilla. Dado que la fracción de superficie de las hendiduras longitudinales 5 respecto a la superficie de la capa opaca 4 se sitúa en el rango de porcentaje, la parte verificable a máquina del elemento de seguridad 1 casi no menoscaba la impresión visual del elemento de seguridad 1.

En la fig. 6 se muestra a modo de ejemplo el embebido de la capa opaca 4 en el dieléctrico 8, es decir, no la estructura en dos partes con lámina de soporte 2 y capa cobertora 3. Esta variación es posible básicamente para el elemento de seguridad 1.

La fig. 7 muestra una configuración del elemento de seguridad 1, en el que la capa opaca 4 está configurada como holograma estampado, en el que están incorporadas entonces las hendiduras longitudinales 5. Aquí, en otra modificación, la lámina de soporte 2 está realizada en dos partes en forma de una lámina de soporte inferior 2a y una lámina de soporte superior 2b.

La fig. 8 muestra otra forma de realización del elemento de seguridad 1, en la que ahora la capa opaca 4 está realizada como estructura de dientes de sierra. Disposiciones de dientes de sierra conocidas tienen una extensión lateral entre $1\text{ }\mu\text{m}$ y $10\text{ }\mu\text{m}$ con una altura entre aprox. $0,3\text{ }\mu\text{m}$ y $4\text{ }\mu\text{m}$. Tales disposiciones se usan para generar efectos espaciales y de movimiento en reflexión. Están revestidas con una capa metálica sencilla o vaporizadas con una así denominada estructura con variación cromática. La estructura metalizada está interrumpida por una disposición periódica de intersticios estrechos. En el rango de THz, la última sobre-estructura solo repercute en la transmisión, dado que es pequeña la interacción con la estructura de dientes de sierra misma.

La fig. 9 muestra otra forma de realización del elemento de seguridad 1. Aquí, la capa opaca 4 se configura ahora por una rejilla de sublongitudes de onda, según se describe, por ejemplo, en el documento DE 102014006527. El contenido de revelación de este documento se incluye al respecto en toda la extensión. Estas estructuras de sublongitudes de onda son rejillas periódicas unidimensionales o bidimensionales con estructuras esencialmente rectangulares en sección, que están vaporizadas metálicamente. El período de rejilla se sitúa entre 200 nm y 500 nm. La fig. 9 muestra una estructura de rejilla para la capa opaca 4. Dado que las estructuras rectangulares están vaporizadas metálicamente, tales estructuras de sublongitudes de onda son opacas para la radiación de THz, implementan así la capa opaca 4. Las estructuras de sublongitudes de onda son perceptibles ópticamente, las hendiduras longitudinales 5 implementan la capacidad de verificación mecánica en el rango espectral de THz. Gracias a una variación de la geometría de las estructuras de sublongitudes de onda se puede generar un motivo en la vista en planta, según describe el documento arriba mencionado.

La fig. 10a muestra la vista en planta de una estructura semejante, que se varía correspondientemente lateralmente, de modo que en la vista en planta hace visible una mariposa y en dos puntos el número 12. La fig. 10b muestra la disposición geométrica correspondiente esquemáticamente y aquí en particular las hendiduras longitudinales 5, que posibilitan una verificación a máquina en el rango espectral de THz.

La producción del elemento de seguridad es posible sin problemas en grandes cantidades. Las etapas esenciales son una vaporización en toda la superficie de la capa opaca 4, la estructuración de la capa opaca 4 con vistas a las hendiduras longitudinales 5, así como la inclusión de la capa opaca 4 en un dieléctrico, por ejemplo, la aplicación de la capa opaca 4 sobre una lámina de soporte y la cobertura con una capa cobertora 3.

La configuración del elemento de seguridad 1 con una característica de seguridad perceptible visualmente adicionalmente comprende el estampado de la estructura requerida sobre una lámina, por ejemplo, en una laca de estampado allí dispuesta antes de la aplicación de la capa opaca 4.

5

Las fig. 11a a 11c muestran a modo de ejemplo distintas etapas en la producción de una forma de realización del elemento de seguridad, en el que las zonas de las hendiduras longitudinales 5 están rellenas por una estructura de microcavidades o estructura de ojo de polilla. El metal en la zona de las microcavidades o de la estructura de ojo de polilla se retira ahora mediante radiación láser, las superficies metálicas lisas permanecen de forma invariable en base a la absorción de luz esencialmente menor (véase la fig. 11b). Finalmente, esta estructura se cubre con un dieléctrico y se forra con una lámina cobertora (véase la fig. 11c).

10

Para la producción de este elemento de seguridad, sobre la lámina de soporte 2a se aplica una laca de estampado y se estampa de forma apropiada. A continuación, la capa opaca 4 se aplica en toda la superficie, que es fuertemente absorbente en la zona de los espacios intermedios 6 para las longitudes de onda láser disponibles. La estructura de microcavidades estampadas está configurada a modo de ejemplo como estructura de ojo de polilla. Adoptan las hendiduras longitudinales 5. Allí la capa opaca 4 se retira de nuevo, por ejemplo, en una etapa de desmetalización mediante la radiación láser. A continuación, se aplican la capa cobertora 3 y la lámina de soporte superior 2b.

15

La eliminación de la capa 4 opaca en el rango THz también se puede realizar con la ayuda de rejillas especiales, según se describe, por ejemplo, en el documento DE 10201115589 A1. Esta publicación se incluye aquí al respecto en toda la extensión. Las zonas de las hendiduras longitudinales 5 se llenan con una rejilla resonante. La superficie obtenida de esta manera se vaporiza en toda la superficie con metal. Si entonces se irradia la radiación láser, en la zona de la rejilla resonante se ajusta una absorción de resonancia, que elimina allí el metal. La superficie metálica restante, es decir, las zonas de los espacios intermedios 6 permanecen de forma no menoscabada e invariable. De esta manera, las hendiduras longitudinales 5 se configuran en la capa opaca 4.

20

Otra posibilidad de formar las hendiduras longitudinales 5 es el uso de un proceso de corrosión según las fig. 15a a 15c. Para ello, en el dieléctrico 8 se genera una estructura de estampado con zonas elevadas 20 en los puntos en los que más tarde deben llegar a tenderse las hendiduras longitudinales 5. Estas zonas elevadas 20 se imprimen con una fotorresistencia 21 (fig. 15a). A continuación, la capa opaca 4 se metaliza al vacío p. ej. como film metálico perpendicularmente desde arriba, y la fotorresistencia 21 y las zonas elevadas 20 se eliminan por grabado. Esta etapa de grabado disminuye igualmente la capa opaca 4, p. ej. la metalización (fig. 15b) y forma de este modo las hendiduras longitudinales 5. A continuación, se aplica un dieléctrico y, por ejemplo, se forra una capa cobertora o lámina de soporte 2b (fig. 15c).

30

Otra posibilidad de producir las hendiduras longitudinales 5 es el uso de un proceso de impresión según las fig. 16a a 16c. De nuevo, en el dieléctrico 8 se genera una estructura de estampado, que ahora presenta zonas hundidas 22 en los puntos en los que llegan a descansar posteriormente las hendiduras longitudinales 5. Ahora se imprime la capa opaca 4 p. ej. como film metálico (fig. 16b). A este respecto, debido al procedimiento de impresión no se deposita ninguna capa (metalización) en las zonas hundidas 22. A continuación, se aplica de nuevo un dieléctrico y, por ejemplo, se forra una capa cobertora, de modo que la capa opaca 4 con las hendiduras longitudinales 5 está embebida de nuevo por todos los lados (fig. 16c).

40

Otra posibilidad para la generación de las hendiduras longitudinales 5 representa un procedimiento de transferencia de metal, según se describe, por ejemplo, en el documento DE 102012018774 A1 igualmente completamente incluido al respecto. Para ello, igualmente se genera en primer lugar una estructura estampada con zonas elevadas en los puntos en los que deben estar posteriormente las hendiduras longitudinales 5. No obstante, la superficie se modifica de modo que el metal tiene una adherencia más baja en esta zona. A continuación, se metaliza toda la superficie de la estructura estampada. A continuación, la estructura estampada se pone en contacto con una lámina de transferencia, donde debido a la estructura estampada se pone en contacto predominantemente el metal en las zonas elevadas con la lámina y/o debido a la adherencia más baja se elimina allí en las zonas elevadas, cuando se despega la lámina de transferencia.

50

Otro procedimiento de fabricación se muestra en las fig. 12a a 12c. A este respecto, la representación muestra a modo de ejemplo una configuración de la capa 4 como estructura multicapa, que tiene en el visible un efecto de variación cromática y es opaca en el rango de THz. No obstante, esto es exclusivamente a modo de ejemplo, y el procedimiento descrito a continuación mediante las fig. 12a a 12c también se puede realizar para capas 4 de otro tipo, en tanto que absorben esta radiación láser. La capa 4 se configura en primer lugar en toda la superficie, según muestra la fig. 12a, y las microlentes 12 se disponen, por ejemplo, imprimen sobre la capa 4. A continuación se irradia la radiación de

60

- mecanizado 13. Las microlentes 12 están configuradas como lentes cilíndricas, de modo que la radiación de mecanizado 13 que incide en paralelo se enfoca en un foco lineal 14, que se sitúa lo más cerca posible de la capa 4. El enfoque de la radiación de mecanizado 13 elimina la capa 4 en la zona del foco y configura las hendiduras longitudinales 5. Las microlentes 12 están configuradas por consiguiente conforme a la geometría de las hendiduras longitudinales 5, es decir, las lentes cilíndricas que están dispuestas unas junto a otras conforme al período de las hendiduras longitudinales 5. Las propiedades espectrales de THz del elemento de seguridad 1 no se menoscaban debido a las microlentes 12, que se sitúan en el lado superior del elemento de seguridad 1. Alternativamente es posible eliminar las microlentes 12.
- 10 Según se han explicado ya en la parte general de la descripción, el elemento de seguridad se puede someter de forma sencilla a una verificación de autenticidad, en tanto que se examinan sus propiedades de polarización respecto a la radiación en el rango espectral de THz. La fig. 13 y 14 muestran dispositivos posibles. La característica de seguridad 1 actúa a este respecto como polarizador, que deja pasar la radiación de THz con polarización TM. Si la radiación de THz está polarizada correspondientemente linealmente, entonces esta componente pasa en gran parte a través. El
- 15 dispositivo comprende para ello una fuente de THz 15 y un detector de THz 16. Para dirigir una radiación polarizada linealmente con polarización TM hacia el elemento de seguridad 1, en la forma de realización representada en la fig. 13, después de la fuente de THz 15 está dispuesto un polarizador 17; este se puede suprimir cuando la fuente de THz 15 ya emite la radiación polarizada correspondiente. Después del paso a través del elemento de seguridad 1 está previsto un analizador, que filtra la dirección de polarización correspondientemente para el detector de THz 16.
- 20 Si las polarizaciones de la fuente de radiación y del detector están perpendicularmente entre sí, se produce el dispositivo mostrado en la fig. 14. Por consiguiente, se excluye el caso trivial de un agujero a través del que pasaría igualmente sin trabas la radiación de THz. En un dispositivo girado del elemento de seguridad 1 se gira una radiación de THz polarizada perpendicularmente durante el paso a través y el analizador con polarización horizontal deja pasar
- 25 la radiación de THz, de modo que el detector de THz recibe una señal. Gracias a la recepción de una señal de polarización a partir de dos o varias direcciones de polarización diferentes se puede aumentar el contraste, es decir, el dispositivo está ajustado en primer lugar en la configuración de la fig. 13 y luego la de la fig. 14. Además, el elemento de seguridad 1 puede contener zonas con estructuras de hendiduras diferentemente orientadas. El detector 16 de resolución local mide en este caso diferentes intensidades para las zonas individuales. Esto aumenta la fiabilidad de
- 30 la autenticación de esta característica.

Lista de referencias

1	Elemento de seguridad	17	Polarizador
2a	Lámina de soporte	18	Analizador
2b	Lámina de soporte superior		Zona elevada
3	Capa cobertora	20	
4	Capa opaca	21	Fotorresistencia
5	Hendidura longitudinal	22	Zona ahondada
	Espacio intermedio	Θ	Ángulo de incidencia
6		E	Radiación de THz incidente
7	Campo Dieléctrico	T	Radiación de THz transmitida
8		R	Radiación de THz reflejada
9	Capa de aluminio	t	Espesor de capa
10	Dieléctrico	s	Anchura de hendidura
11	Capa de cromo	d	Período
12	Microlentes		
13	Radiación de mecanizado		
14	Foco		
15	Fuente de THz		
16	Detector de THz		

REIVINDICACIONES

1. Elemento de seguridad para la producción de documentos de valor, como billetes de banco, cheques o similares, que presenta una estructura de rejilla no reconocible a simple vista, que está formada por una capa (4) opaca a la radiación de THz, donde
 - la capa (4) opaca a la radiación de THz presenta un espesor de capa entre 6 nm y 1 μ m,
 - en la capa (4) opaca a la radiación de THz están configuradas hendiduras longitudinales (5) yuxtapuestas, transparentes a la radiación de THz,
 - 10 - la capa (4) opaca a la radiación de THz está embebida en un dieléctrico (8) transparente a la radiación de THz,
 - las hendiduras longitudinales (5) están dispuestas unas junto a otras de forma periódica o casi periódica con un período entre 8 μ m y 200 μ m, preferiblemente entre 10 μ m y 100 μ m,
 - la anchura de las hendiduras longitudinales (5) no es mayor de 1/5 del período, preferiblemente no mayor de 1/10 del período, y
 - 15 - la capa (4) opaca a la radiación de THz presenta una capa metálica,
caracterizado porque las zonas (6) de la capa (4) opaca a la radiación de THz situadas entre las hendiduras longitudinales (5) están provistas con una característica de seguridad perceptible a simple vista.
2. Elemento de seguridad según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la característica de seguridad perceptible a simple vista comprende al menos una de las estructuras siguientes: holograma, rejilla de sublongitudes de onda con períodos de 200 nm a 500 nm, estructura de dientes de sierra y sistema multicapa con variación cromática.
3. Elemento de seguridad según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** la capa (4) opaca a la radiación de THz está subdividida en varios campos (7), que se diferencian con vistas a una dirección, a lo largo de la que se extienden las hendiduras longitudinales (5), con vistas al período y/o con vistas a la anchura de hendidura.
4. Procedimiento para la producción de un elemento de seguridad para la producción de documentos de valor, como billetes de banco, cheques o similares, donde sobre un soporte transparente a la radiación de THz se dispone una capa (4) opaca a la radiación de THz y en esta se configura una estructura de rejilla no reconocible a simple vista, donde
 - la capa (4) opaca a la radiación de THz presenta un espesor de capa entre 6 nm y 1 μ m,
 - las hendiduras longitudinales transparentes a la radiación de THz se configuran en la capa (4) opaca a la radiación de THz,
 - 35 - las hendiduras longitudinales (5) se disponen de forma periódica o casi periódica con un período entre 8 μ m y 200 μ m,
 - la anchura de las hendiduras longitudinales (5) no es mayor de 1/5 del período,
 - la capa (4) opaca a la radiación de THz se cubre con un dieléctrico (8) transparente a la radiación de THz, y
 - 40 - la capa (4) opaca a la radiación de THz presenta una capa metálica,
caracterizado porque las zonas (6) de la capa (4) opaca a la radiación de THz situadas entre las hendiduras longitudinales (5) se proveen con una característica de seguridad perceptible a simple vista.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** la característica de seguridad perceptible a simple vista comprende al menos una de las estructuras siguientes: holograma, rejilla de sublongitudes de onda con períodos de 200 nm a 500 nm, estructura de dientes de sierra y sistema multicapa con variación cromática.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 4 o 5, **caracterizado porque** la capa metálica se compone de varios campos, que se diferencian con vistas a una dirección, a lo largo de la que se extienden las hendiduras longitudinales, con vistas al período y/o con vistas a la anchura de hendidura.
7. Documento de valor con un elemento de seguridad según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.

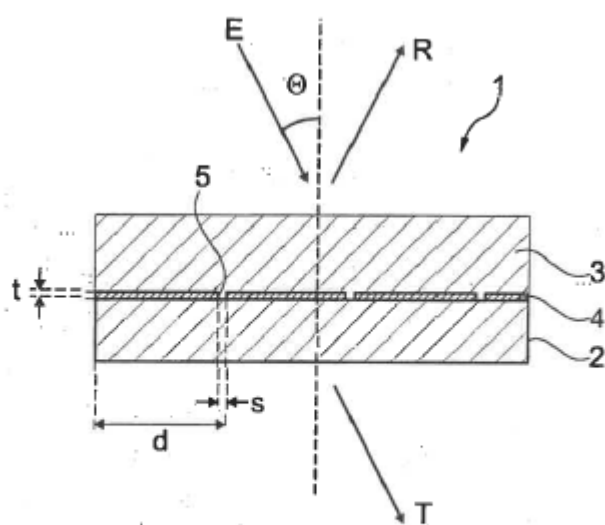


Fig. 1a

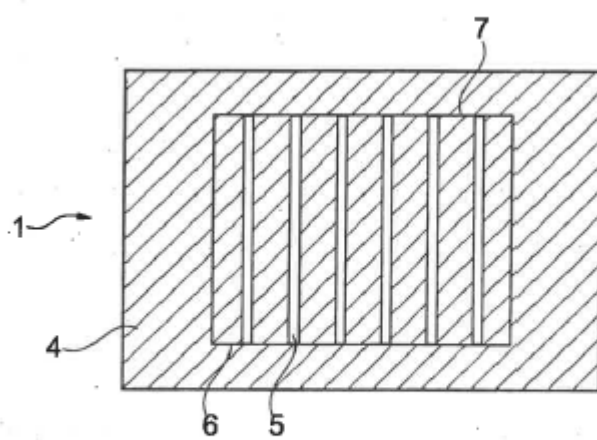


Fig. 1b

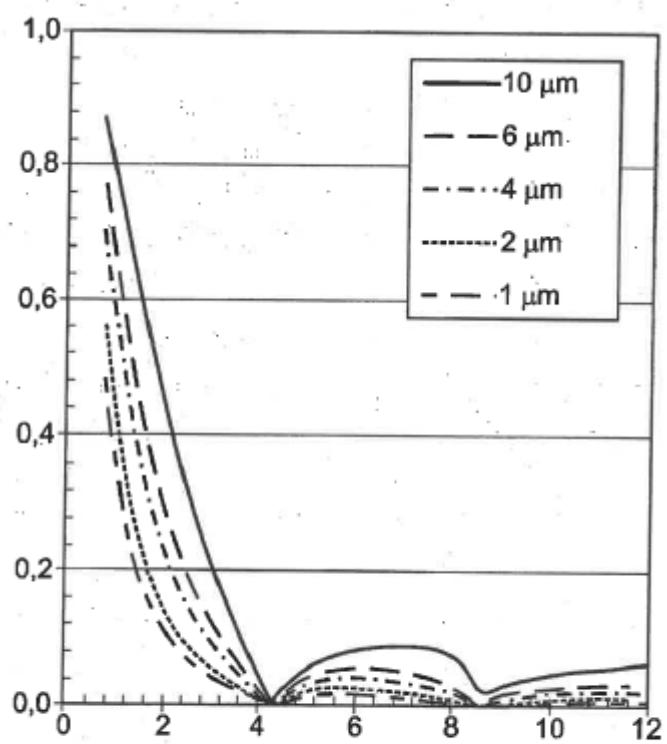


Fig. 2a

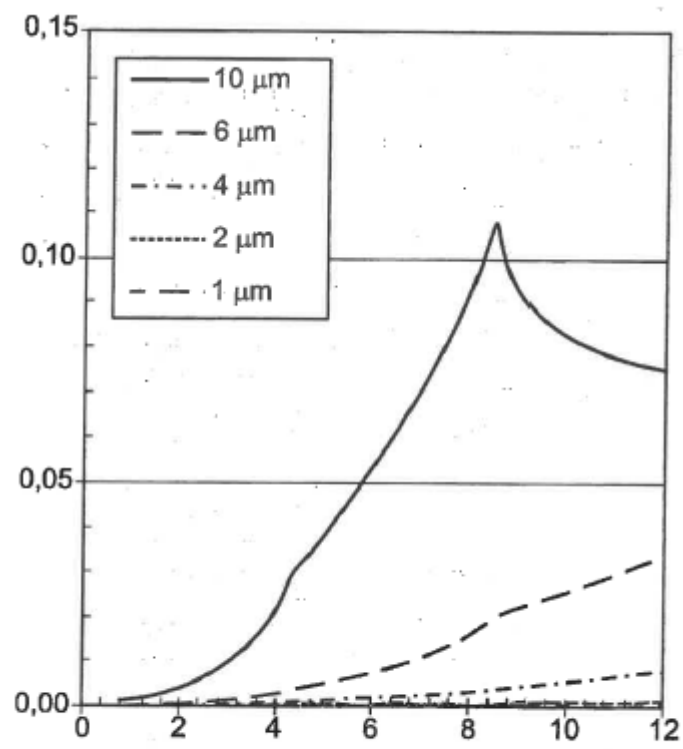


Fig. 2b

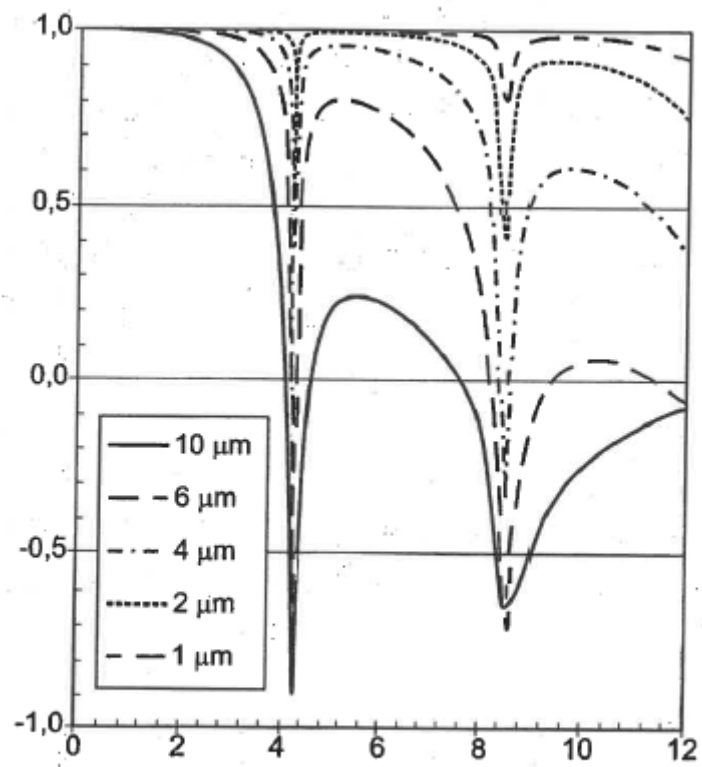


Fig. 2c

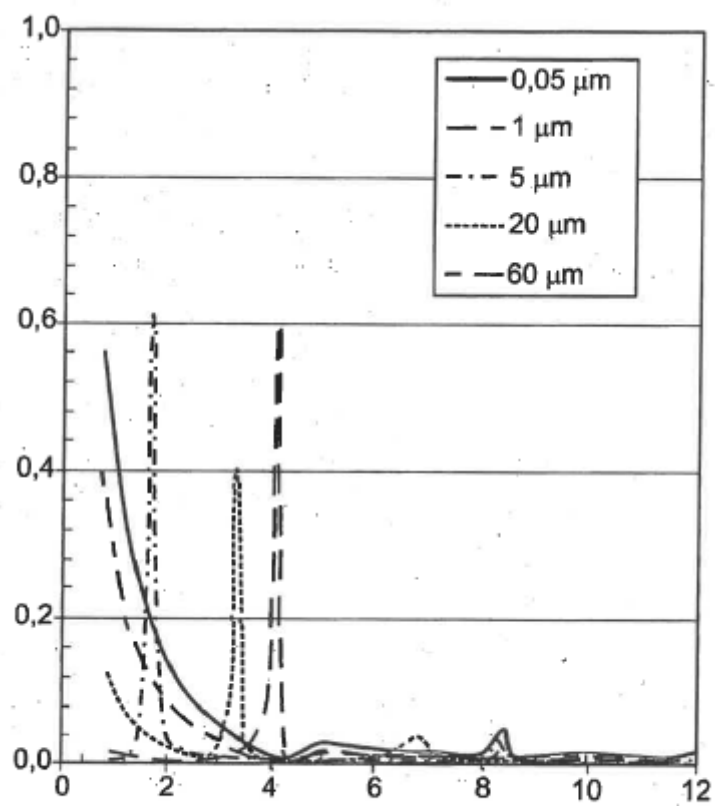


Fig. 3a

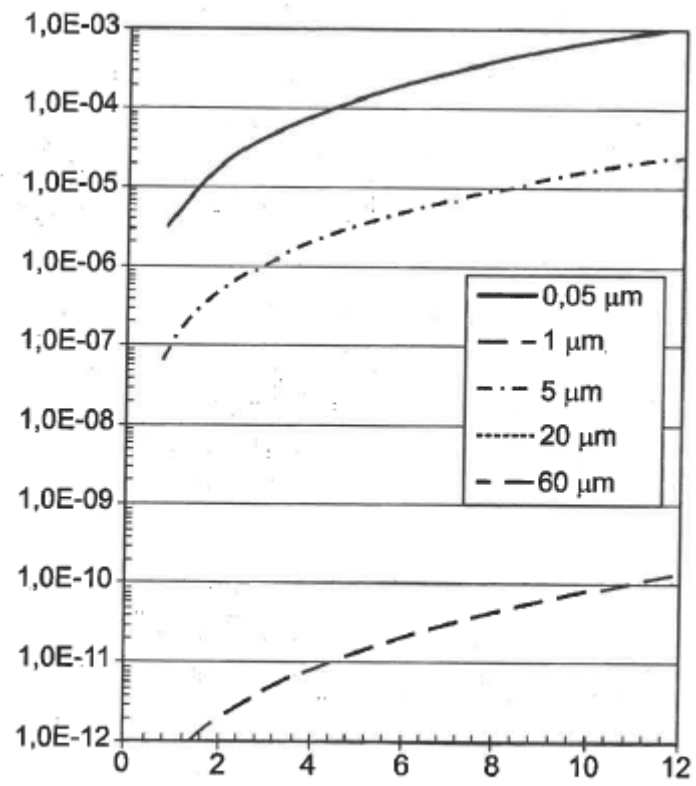


Fig. 3b

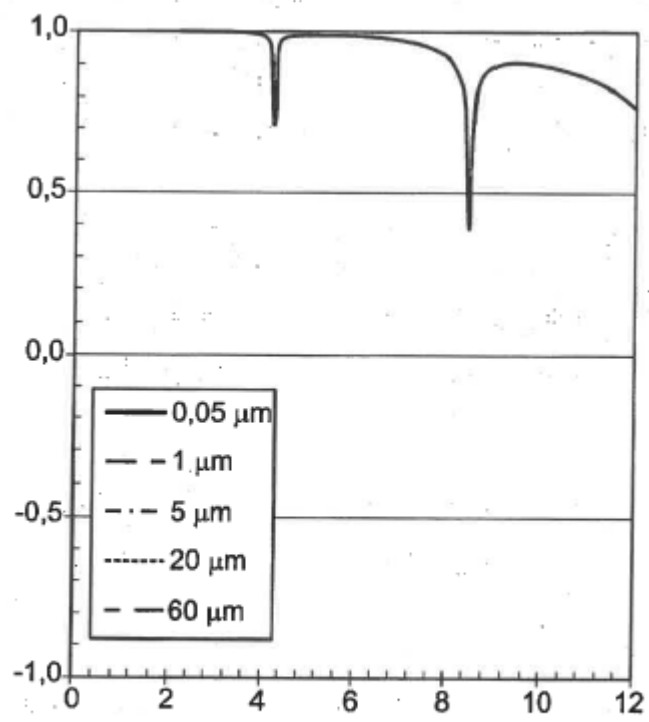


Fig. 3c

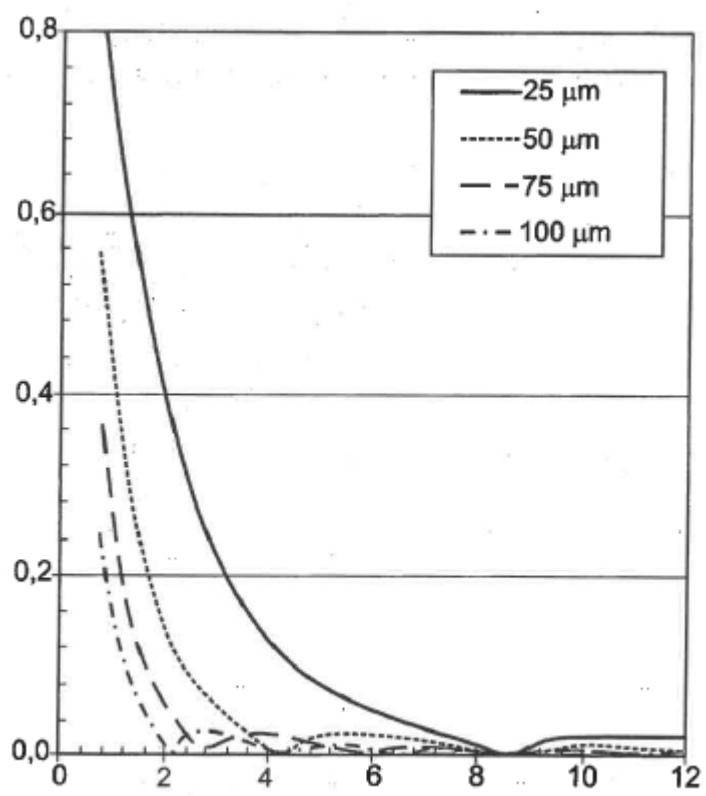


Fig. 4a

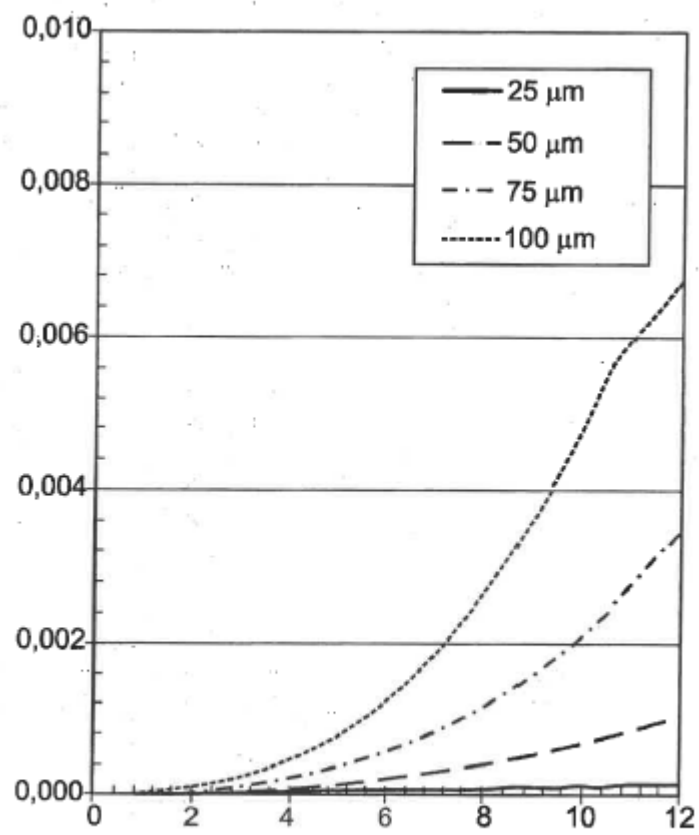


Fig. 4b

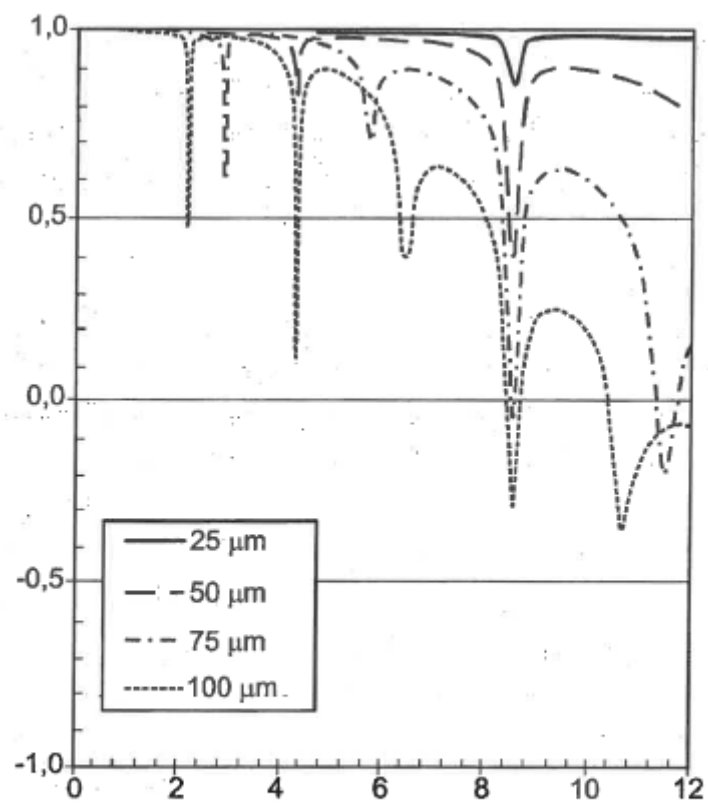


Fig. 4c

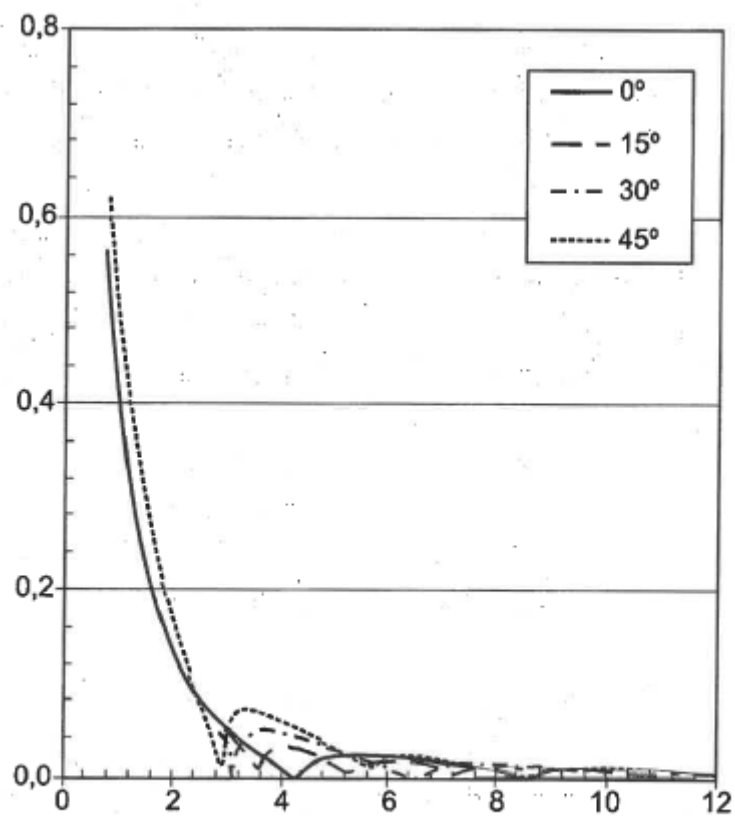


Fig. 5a

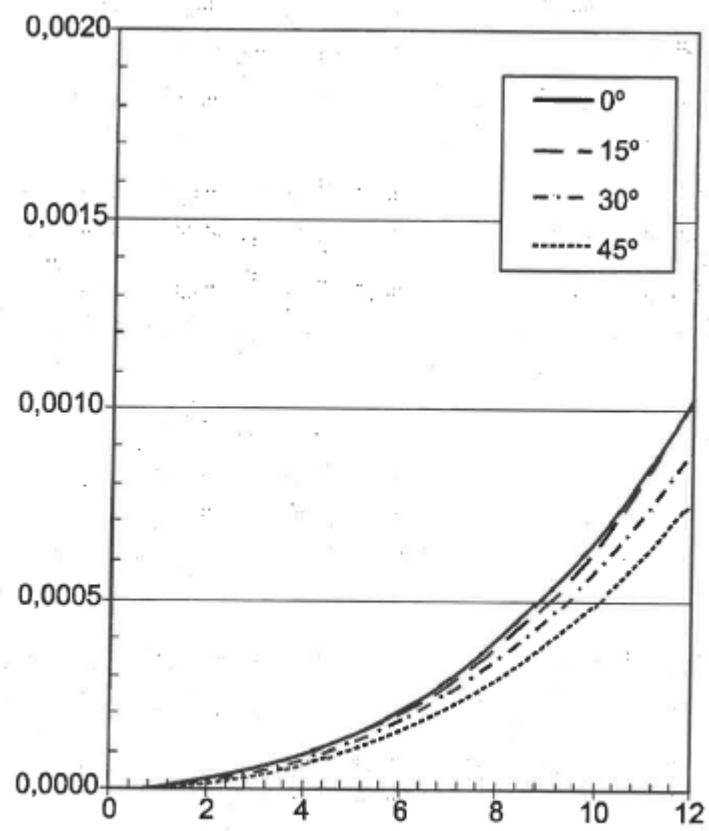


Fig. 5b

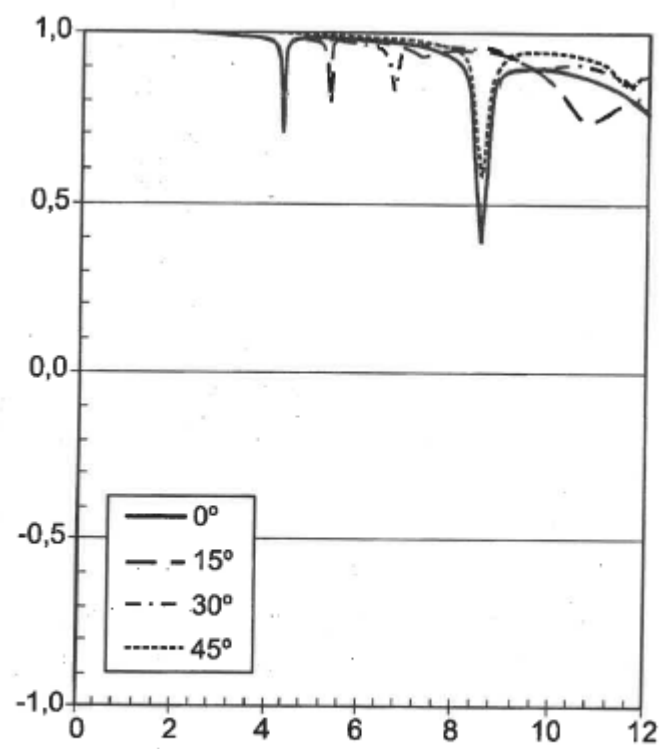
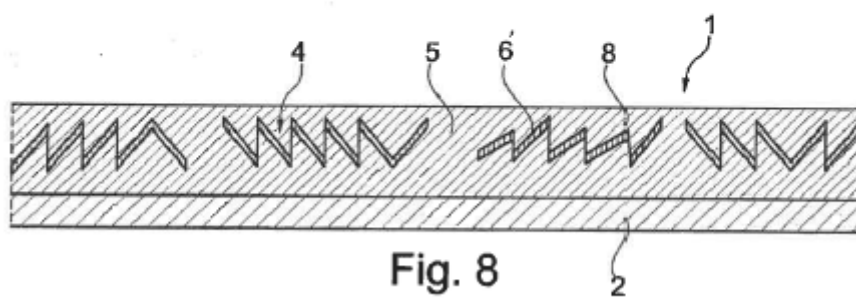
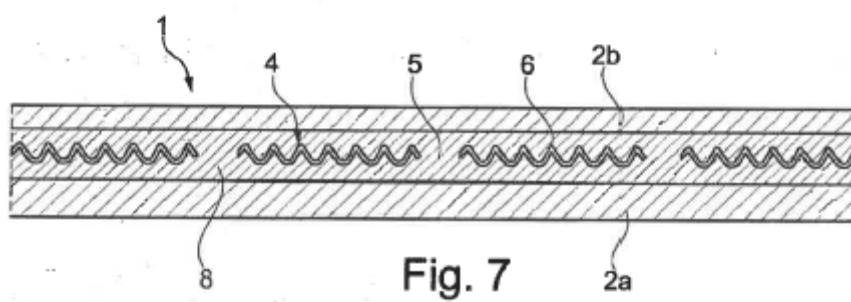
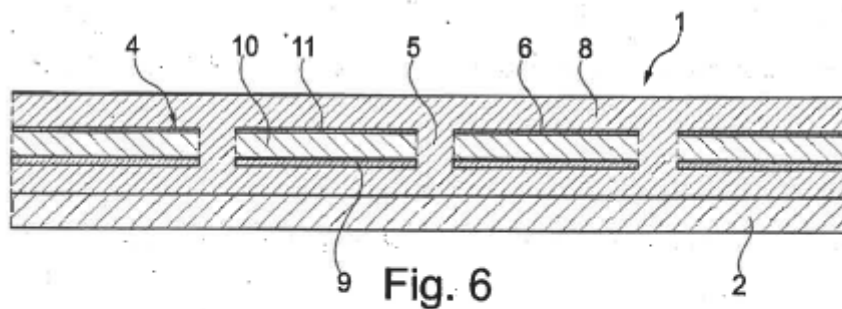


Fig. 5c



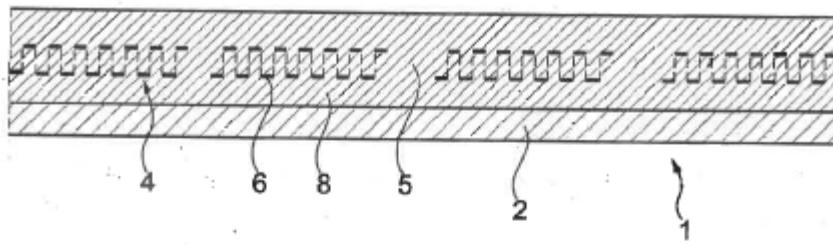


Fig. 9

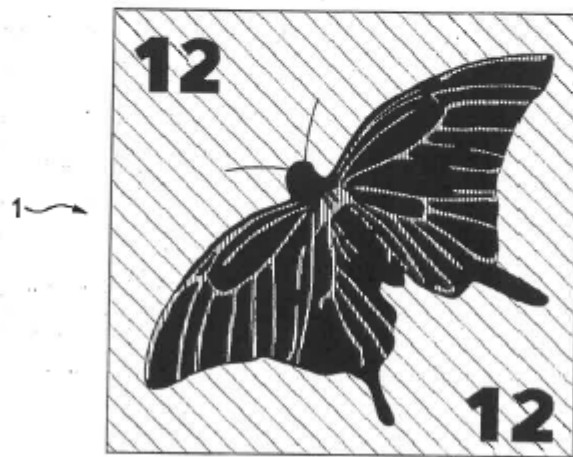


Fig. 10a

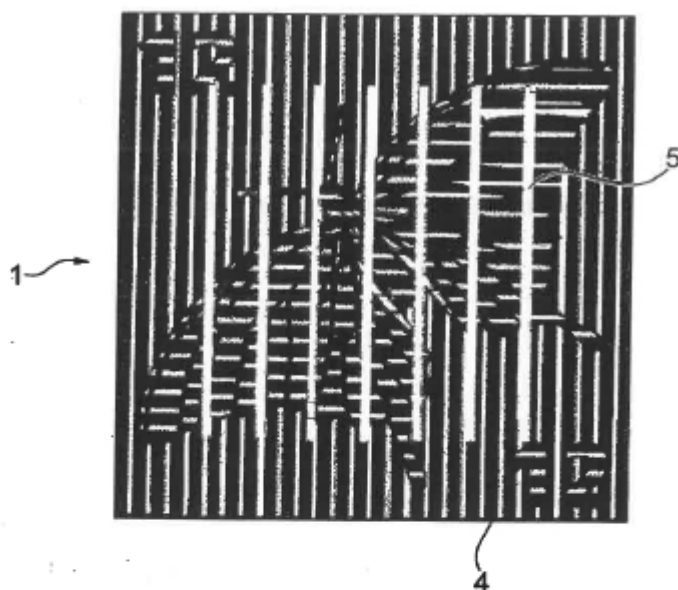


Fig. 10b

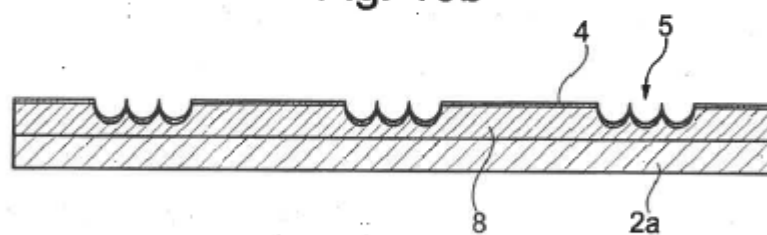


Fig. 11a

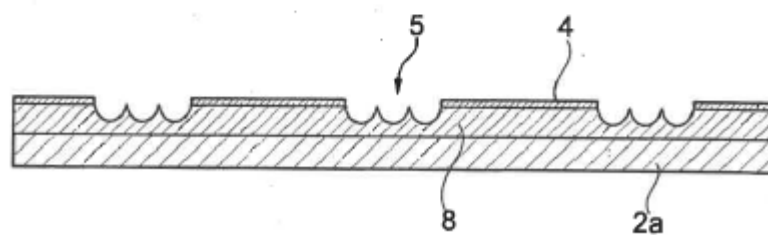


Fig. 11b

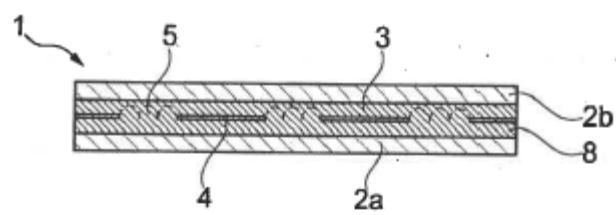


Fig. 11c

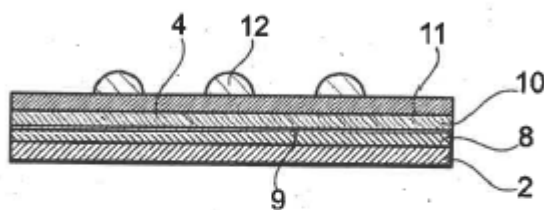


Fig. 12a

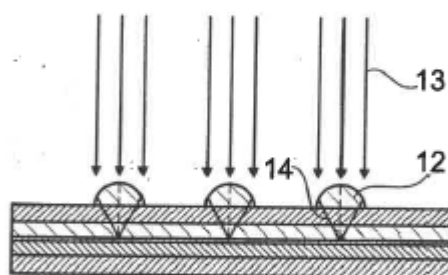


Fig. 12b

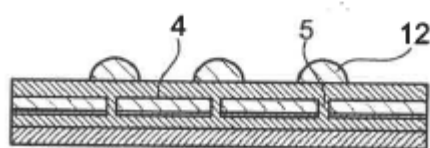


Fig. 12c

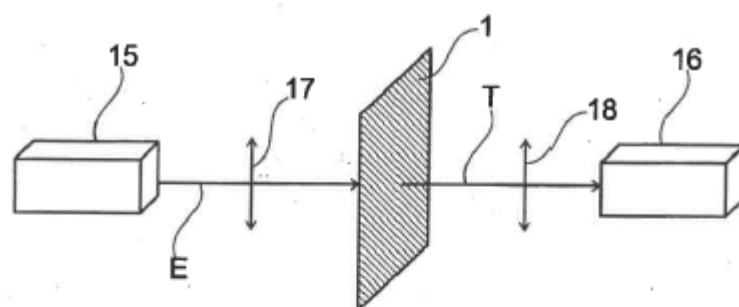


Fig. 13

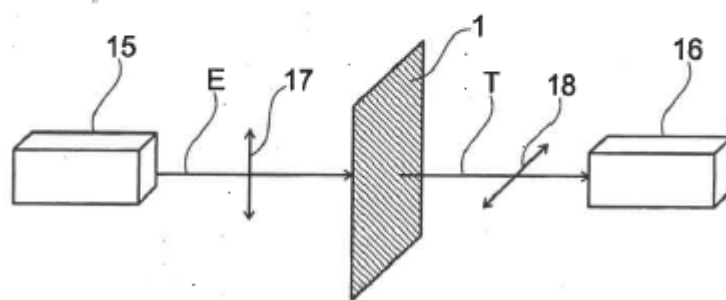


Fig. 14

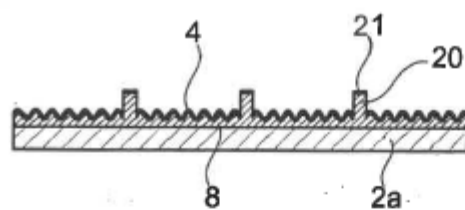


Fig. 15a

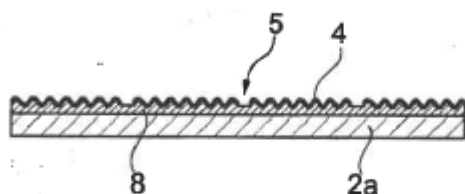


Fig. 15b

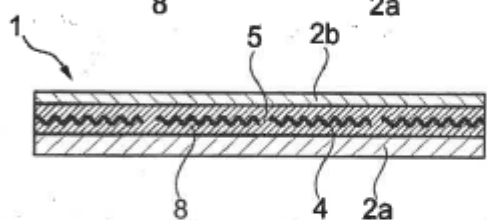


Fig. 15c

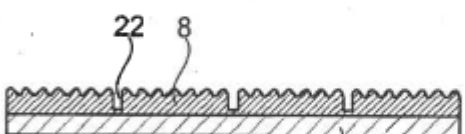


Fig. 16a

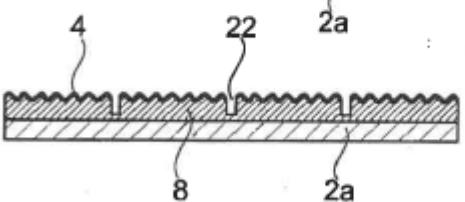


Fig. 16b

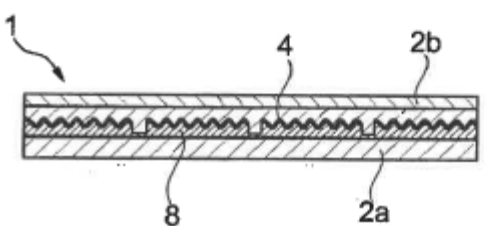


Fig. 16c