

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 787 216**

51 Int. Cl.:

B42D 25/364 (2014.01)
B42D 25/378 (2014.01)
B42D 25/324 (2014.01)
B42D 25/328 (2014.01)
B42D 25/351 (2014.01)
B42D 25/405 (2014.01)
B42D 25/391 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.12.2015 PCT/EP2015/078279**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **09.06.2016 WO16087485**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2015 E 15813711 (7)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 3227122**

54 Título: **Elemento de seguridad**

30 Prioridad:

04.12.2014 DE 102014117877

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.10.2020

73 Titular/es:

LEONHARD KURZ STIFTUNG & CO. KG (50.0%)
Schwabacher Strasse 482
90763 Fürth, DE y
OVD KINEGRAM AG (50.0%)

72 Inventor/es:

TOMPKIN, WAYNE ROBERT;
WALTER, HARALD;
STAHL, RAINER;
SPIESS, ROUVEN y
STAUB, RENÉ

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 787 216 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

- 5 **[0001]** La invención se refiere a un elemento de seguridad, un documento de seguridad con al menos un elemento de seguridad, un film de transferencia con al menos un elemento de seguridad, así como un procedimiento para la fabricación de un elemento de seguridad.
- 10 **[0002]** Los elementos de seguridad ópticamente efectivos se usan en particular en documentos de seguridad, como por ejemplo billetes de banco, pasaportes, carnés, tarjetas de cheques, tarjetas de crédito, visados o certificados, tanto con fines informativos como también decorativos. Los elementos de seguridad de este tipo aumentan, por un lado, la protección frente a falsificaciones, por ejemplo, frente a modernas fotocopias a color y otros sistemas de reproducción y, por otro lado, se pueden reconocer de forma sencilla y unívoca por los legos, de modo que el lego puede determinar de forma unívoca la autenticidad de un documento de seguridad dotado con un elemento de seguridad de este tipo y, por consiguiente, puede reconocer las falsificaciones o manipulaciones.
- 15 **[0003]** Con este fin, los elementos de seguridad pueden presentar estructuras difractivas, que difractan la luz, como por ejemplo hologramas. Estos elementos de seguridad le ofrecen al observador, por ejemplo, efectos ópticamente variables y fáciles de retener al inclinar el elemento de seguridad. Como elementos de seguridad también se usan elementos con capa de film delgada ópticamente variables, que desde diferentes ángulos de observación le proporcionan al observador, por ejemplo, una impresión de color diferente. No obstante, los elementos de seguridad de este tipo se encuentran actualmente en una pluralidad de documentos de seguridad, como por ejemplo billetes de banco, de modo que el lego apenas los observa en el uso cotidiano, por lo que las falsificaciones o manipulaciones se reconocen con frecuencia poco por parte de los legos.
- 20 **[0004]** Por el documento WO 2008/110316 A1 se conoce, por ejemplo, un dispositivo de seguridad de polarización selectiva, que comprende una matriz impresa, estampada, birrefringente de polímero LCP.
- 25 **[0005]** El documento WO 2013/004541 A1 da a conocer un cuerpo de film multicapa para la caracterización de un documento de seguridad.
- 30 **[0006]** El documento WO 2007/003405 A1 se refiere a un cuerpo multicapa con un sistema de capas ópticamente efectivas, eléctricamente controlables.
- 35 **[0007]** El documento US 2012/0038852 A1 da a conocer un dispositivo de visualización reflectante con una capa de cristal líquido dispersado en polímero (PDLC).
- 40 **[0008]** El documento WO 2008/083921 A1 se refiere a un documento con un emisor óptico. El documento EP 0 803 525 A2 da a conocer una resina termoendurecible anisotrópica quiral. La invención se basa ahora en el planteamiento del objeto de proporcionar un elemento de seguridad ópticamente variable con un aspecto óptico mejorado.
- 45 **[0009]** Este objeto se consigue mediante un elemento de seguridad para la caracterización de un documento de seguridad, en particular un billete de banco o un documento de identidad, según la reivindicación 1.
- 50 **[0010]** Este objeto se consigue además mediante un documento de seguridad definido en la reivindicación 13, en particular un billete de banco o un documento de identidad, con al menos un elemento de seguridad según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12. Este objeto se consigue también mediante un film de transferencia definido en la reivindicación 14, con al menos un elemento de seguridad según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, donde el al menos un elemento de seguridad está dispuesto de forma desprendible sobre un film de soporte del film de transferencia. También es posible que el elemento de seguridad esté integrado en un film laminado. Además, este objeto se consigue mediante un procedimiento para la fabricación de un elemento de seguridad según la reivindicación 15.
- 55 **[0011]** En este caso se muestra que el contraste entre un estado más opaco y/o a color de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico y un estado más transparente y/o de color más débil de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico se mejora, en particular bajo condiciones de luz desfavorables, por un elemento de seguridad de seguridad. De este modo es posible aumentar la protección frente a falsificaciones o la tasa de reconocimiento, en particular para legos de un documento de seguridad dotado con un elemento de seguridad de este tipo. Gracias a esta mejora de contraste se aumenta la tasa de reconocimiento para legos, en particular bajo condiciones de luz desfavorables. Una mejora de contraste de este tipo se consigue sin aumentar el espesor de capa de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico. De este modo se puede usar un elemento de seguridad de este tipo sobre documentos de seguridad con pequeño espesor, como por ejemplo billetes de banco, sin que se influya esencialmente en la impresión global, la utilizabilidad o durabilidad del documento de seguridad mediante el elemento de seguridad. Además, un elemento de seguridad de este tipo se puede configurar de forma flexible, de modo que el
- 60
- 65

elemento de seguridad se puede fabricar, por ejemplo, de forma económica como cuerpo de film en un proceso de rodillo a rodillo. La mejora de contraste se consigue mediante las moléculas de cristal líquido en combinación con las moléculas de colorante en forma de barritas o mediante los cristales líquidos, que actúan simultáneamente como moléculas de colorante, donde las moléculas de colorante en forma de barritas o los cristales líquidos que actúan
5 simultáneamente como moléculas de colorante presentan diferentes coeficientes de absorción para la radiación electromagnética, en particular en el rango de longitudes de onda de 380 nm a 780 nm y preferentemente entre 430 nm y 690 nm, para diferentes ejes de molécula.

[0012] Preferentemente la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico presenta
10 diferentes moléculas de colorante en forma de barritas, así como diferentes cristales líquidos que actúan simultáneamente como moléculas de colorante, que presentan diferentes espectros de absorción y en particular tienen su máximo de absorción en distintas longitudes de onda. Estas se diferencian por consiguiente en la coloración que generan para el ojo humano.

[0013] Dado que los ejes longitudinales de las moléculas de colorante en forma de barritas se pueden modificar en función de las orientaciones de los ejes longitudinales de cristales líquidos adyacentes espacialmente, orientables en el campo eléctrico, la luz incidente se absorbe por las moléculas de colorante en forma de barritas según la orientación de las moléculas de cristal líquido y por consiguiente en función de la orientación de las moléculas de colorante en forma de barritas. Las moléculas de colorante en forma de barritas pueden absorber así la luz incidente
20 adicionalmente a los efectos que se provocan por los cristales líquidos. Gracias a las moléculas de colorante en forma de barritas se consigue junto a la mejora del contraste, que tenga lugar un cambio entre un estado más opaco, en color de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico y un estado más transparente de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico.

[0014] Los cristales líquidos que actúan como moléculas de colorante se pueden orientar como cristales líquidos en un campo eléctrico y actúan simultáneamente como moléculas de colorante, de modo que según la orientación de los cristales líquidos, que actúan simultáneamente como moléculas de colorante, en el campo eléctrico se absorben longitudes de onda determinadas de la luz incidente con diferente intensidad, dado que los cristales líquidos, que actúan simultáneamente como moléculas de colorante, presentan diferentes coeficientes de absorción
30 para diferentes ejes de molécula. Gracias a los cristales líquidos, que actúan simultáneamente como moléculas de colorante, tiene lugar un cambio entre un estado más opaco, en color de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico y un estado más transparente de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico.

[0015] El cambio en la intensidad del color se produce en este caso debido a los diferentes coeficientes de absorción para diferentes ejes de molécula de las moléculas de colorante en forma de barritas y/o de los cristales líquidos, que actúan simultáneamente como moléculas de colorante, dado que según las moléculas de colorante en forma de barritas usadas y/o los cristales líquidos, que actúan simultáneamente como moléculas de colorante, y su orientación respecto a la luz incidente se pueden absorber más fuertemente determinadas longitudes de onda. De este modo se aumenta la seguridad frente a falsificaciones, en particular frente legos, dado que los cambios de este tipo entre un estado más opaco, en color y un estado más transparente son muy fáciles de retener por los legos y por
40 ello tienen un valor de reconocimiento elevado. Este cambio entre un estado más opaco, en color y un estado más transparente, más debilitado en color se consigue mediante los cristales líquidos y las moléculas de colorante en forma de barritas y/o los cristales líquidos, que actúan simultáneamente como moléculas de colorante, de modo que no son necesarias otras capas para este cambio. De este modo se obtienen espesores de capa pequeños de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico con cambio simultáneo entre un estado más opaco, en color y un estado más transparente, más debilitado en color.

[0016] Además, también es posible mezclar distintas moléculas de colorante en forma de barritas, en particular con absorción máxima en diferentes longitudes de onda entre sí. De este modo, mediante adaptación de la relación de mezcla respectiva también se puede ajustar otra coloración que la de las moléculas de colorante en forma de barritas puras.
50

[0017] Además, también es posible mezclar uno o varios tipos de moléculas de colorante en forma de barritas con uno o varios colorantes convencionales, que no se orientan en los ejes de molécula de los cristales líquidos. De este modo se puede ajustar, por ejemplo, en el estado opaco de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico un color secundario A, que se produce a partir de los espectros de absorción de las respectivas moléculas de colorante en forma de barritas, así como las convencionales. En la conmutación al estado más transparente de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico solo se modifica la orientación de las moléculas de colorante en forma de barritas y por consiguiente su coeficiente de absorción en una longitud de onda determinada. A este respecto, no
60 se influye en el espectro de absorción de las moléculas de colorante convencionales, de modo que por ello se produce un nuevo color B distinto del color A. Este color B se domina por la coloración de las moléculas de colorante convencionales.

[0018] En el estado más opaco, en color de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico, esta es relativamente impermeable a la luz, al menos para un rango parcial del espectro visible, en el caso del estado más

transparente, más débil en color, la luz puede pasar mejor a través de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico que en el estado más opaco. El estado más opaco de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico también se designa como estado opaco, cerrado, desconectado, en color o sin tensión. El estado más transparente de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico también se designa como estado transparente, abierto, más debilitado en color o desconectado. El efecto óptico de la capa eléctricamente modificable se refiere aquí, por ejemplo, al grado de transmisión, la coloración, la densidad óptica, la polarización de la luz o la dispersión de la luz. Bajo coloración se entiende cada color que se puede designar en un modelo de color como p. ej. el modelo de color RGB (R = rojo; G = verde, B = azul) o el modelo de color CMYK (C = cian; M = magenta; Y = amarillo; K = negro) como punto de color dentro del espacio cromático. La capa eléctricamente modificable en su efecto óptico puede modificar por consiguiente la coloración bajo la acción de un campo eléctrico de un primer punto de color a un segundo punto de color dentro de un espacio cromático. Una modificación de la coloración también puede provocar una modificación del contraste, por ejemplo, de negro a blanco o de verde oscuro a verde claro. Una modificación de la coloración también puede provocar una modificación del grado de transmisión de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico o a la inversa.

[0019] El grado de transmisión, la coloración, la densidad óptica, la polarización de la luz o la dispersión de la luz de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico se puede modificar en función de la tensión aplicada sin escalones entre dos valores extremos, p. ej. entre un estado permeable a la luz mínimo y por consiguiente opaco máximo sin aplicar tensión y un estado permeable a la luz máximo y por consiguiente transparente máximo con un valor de tensión determinado diferente de cero.

[0020] Las moléculas de colorante en forma de barritas se orientan debido a su forma de barritas con sus ejes longitudinales en los ejes longitudinales de los cristales líquidos adyacentes espacialmente, orientables en el campo eléctrico. Si, por ejemplo, se modifica la orientación de los ejes longitudinales de los cristales líquidos orientables en el campo eléctrico por parte de un campo eléctrico, los ejes longitudinales de las moléculas de colorante en forma de barritas se orientan conforme a los ejes longitudinales orientados modificadamente de los cristales líquidos orientables en el campo eléctrico. Las moléculas de colorante en forma de barritas se orientan en este caso en particular según los cristales líquidos adyacentes espacialmente. Bajo adyacente espacialmente se entienden en este caso aquellos cristales líquidos que rodean directamente las moléculas de colorante en forma de barritas correspondientes. Dado que la extensión espacial de las moléculas de colorante en forma de barritas a lo largo de su eje longitudinal es claramente mayor que la extensión de las moléculas de colorante en forma de barritas a lo largo de su eje transversal y por consiguiente su longitud es claramente mayor que su anchura, las moléculas de colorante en forma de barritas presentan una relación entre longitud y anchura que es diferente de 1. Preferentemente, esta relación es mayor o igual a 2, preferentemente mayor o igual a 3 y más preferentemente mayor o igual a 5.

[0021] Bajo el término de ángulo de observación se entiende a este respecto tanto el ángulo con el que se observa la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico del elemento de seguridad por un observador, como también el ángulo con el que se ilumina la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico del elemento de seguridad por un dispositivo de iluminación. Se entiende como ángulo de observación el ángulo encerrado entre la normal a la superficie del plano fijado por el lado inferior del elemento de seguridad y la dirección de observación de un observador. Asimismo, se entiende como ángulo de observación el ángulo encerrado entre la normal a la superficie del plano fijado por el lado inferior del elemento de seguridad y la dirección de iluminación de un dispositivo de iluminación. Así, por ejemplo, un observador mira bajo el ángulo de observación de 0° perpendicularmente a la superficie del elemento de seguridad y, en el caso de un ángulo de observación de 70°, un observador mira bajo un ángulo plano sobre el elemento de seguridad. Si la dirección de observación del observador o la dirección de iluminación del dispositivo de iluminación cambia, el ángulo de observación cambia de forma consecuente.

[0022] Otras configuraciones ventajosas de la invención están designadas en las reivindicaciones dependientes.

[0023] Preferentemente la eficiencia de orientación de los ejes longitudinales de las moléculas de colorante en forma de barritas referido a los ejes longitudinales de los cristales líquidos orientables en el campo eléctrico está entre el 50% y 100%, preferentemente entre el 70% y 100%. Cuanto más elevada es la eficiencia de orientación de los ejes longitudinales de las moléculas de colorante en forma de barritas referido a los ejes longitudinales de los cristales líquidos orientables en el campo eléctrico, tanto mejor será el contraste entre el estado más opaco, en color y el estado más transparente, más débil en color de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico. Bajo eficiencia de orientación de los ejes longitudinales de las moléculas de colorante en forma de barritas referido a los ejes longitudinales de los cristales orientables en el campo eléctrico se entiende a este respecto aquel porcentaje de moléculas de colorante en forma de barritas que presenta la misma orientación que los cristales líquidos orientables en el campo eléctrico. Una eficiencia de orientación del 30% significa que, por ejemplo, los ejes longitudinales de 300 moléculas de colorante en forma de barritas de en conjunto 1000 moléculas de colorante en forma de barritas presentan la misma orientación que los cristales líquidos orientables en el campo eléctrico.

[0024] Además, es ventajoso que las moléculas de colorante en forma de barritas sean moléculas de colorante

en forma de barritas solubles, no iónicas, químicamente, fotoquímicamente y/o electroquímicamente estables. De este modo es posible aumentar la duración de uso del elemento de seguridad, dado que se empeoran, por ejemplo, las propiedades ópticas de las moléculas de colorante estables a lo largo de un período de uso prolongado y bajo las distintas influencias ambientales.

5

[0025] Además, es posible que las moléculas de colorante en forma de barritas sean moléculas de colorante conjugadas, preferentemente moléculas de colorante conjugadas, aromáticas. Además, es posible que las moléculas de colorante en forma de barritas sean moléculas de colorante lineales, policíclicas, aromáticas, conjugadas. Las moléculas de colorante de este tipo presentan propiedades de absorción apropiadas para la luz en un rango de longitudes de onda visibles para el ojo humano, en particular en el rango de longitudes de onda de 380 nm a 780 nm.

10

[0026] Además, es ventajoso que las moléculas de colorante en forma de barritas, conjugadas presenten uno o varios heteroátomos, en particular uno o varios átomos de nitrógeno o uno o varios átomos de oxígeno. De este modo se puede influir aún más en las propiedades de absorción de las moléculas de colorante en forma de barritas.

15

[0027] Además, también es posible que las moléculas de colorante en forma de barritas presenten al menos una molécula en base a un colorante de antraquinona y/o colorante azo.

[0028] Además, es ventajoso que los cristales líquidos orientables en el campo eléctrico, que están configurados de manera que los cristales líquidos orientables en el campo eléctrico actúan simultáneamente como moléculas de colorante, sean moléculas del grupo de oligo (p-fenileno-vinileno) (OPV), en particular oligómeros de OPV. En este caso es ventajoso que los oligómeros estén hechos de al menos tres, preferentemente tres componentes fenileno-vinileno (dímeros o trímeros). Esto permite una relación entre longitud y anchura suficiente para la propiedad como cristal líquido con absorción dependiente de la orientación. Además, es preferible que los cristales líquidos, que actúan simultáneamente como moléculas de colorante, presenten como máximo diez componentes de fenileno-vinileno y en particular solo cinco componentes de fenileno-vinileno (pentámeros). Esto da como resultado una temperatura de transición de fase suficientemente baja entre las fases del cristal líquido, que es compatible con procesos de impresión de rodillo a rodillo.

20

25

[0029] Según otro ejemplo de realización preferido de la invención, la concentración de las moléculas de colorante en forma de barritas en la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico está entre el 0,15% en peso y el 2,0% en peso, y de forma especialmente preferida entre el 0,5% en peso y el 2,0% en peso.

30

[0030] Preferentemente, las moléculas de colorante en forma de barritas absorben la luz en un rango de longitudes de onda visibles para el ojo humano, preferentemente en el rango de longitudes de onda de 380 nm a 780 nm, más preferentemente en el rango de longitudes de onda de 430 nm a 690 nm, la cual incide perpendicularmente sobre el eje longitudinal de las moléculas de colorante en forma de barritas, más intensamente que la luz que incide en paralelo al eje longitudinal de las moléculas de colorante en forma de barritas. Debido a su forma en forma de barritas, las moléculas de colorante presentan una absorción anisotrópica, de manera que la luz, cuyo vector de campo eléctrico discurre perpendicularmente al eje longitudinal de las moléculas de colorante en forma de barritas, experimenta una menor absorción para una determinada longitud de onda de la luz incidente que la luz cuyo vector de campo eléctrico no discurre perpendicularmente al eje longitudinal de las moléculas de colorante en forma de barritas. Así, por ejemplo, la luz que se extiende en paralelo al eje longitudinal de las moléculas de colorante en forma de barritas experimenta una menor absorción que la luz que se extiende perpendicularmente al eje longitudinal de las moléculas de colorante en forma de barritas. Bajo absorción más intensa o más débil a lo largo de una dirección de extensión de la luz perpendicularmente/en paralelo al eje longitudinal de las moléculas de colorante en forma de barritas o referido a la incidencia perpendicular/paralela al eje longitudinal de las moléculas de colorante en forma de barritas se entiende en este caso una diferencia de la absorción de las moléculas de colorante en forma de barritas respecto a la dirección de extensión perpendicular/paralela de la luz o la incidencia perpendicular/paralela de la luz en al menos el factor 2, preferentemente 4, más preferentemente 10 y de forma especialmente preferible 20. Este factor está referido a la longitud de onda con la absorción más intensa en el rango de longitudes de onda de 380 nm a 780 nm.

35

40

45

50

[0031] Además, es posible que la relación de luz absorbida por las moléculas de colorante en forma de barritas, que está polarizada perpendicularmente al eje longitudinal de las moléculas de colorante en forma de barritas, respecto a la luz que está polarizada en paralelo al eje longitudinal de las moléculas de colorante en forma de barritas, es al menos 2, preferentemente al menos 4, más preferentemente al menos 10 y de forma especialmente preferible 20. Debido a esta absorción anisotrópica, las moléculas de colorante en forma de barritas pueden generar una coloración conmutable. Las moléculas de colorante en forma de barritas pueden determinar por consiguiente la coloración de al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico, en particular en el estado más opaco, en color.

55

60

[0032] Las moléculas de colorante en forma de barritas pueden generar así, por ejemplo, los colores de rojo, verde, magenta, negro, cian, amarillo, azul como punto de color dentro de un espacio cromático, por ejemplo del modelo de color CMYK.

65

[0033] Según otro ejemplo de realización de la invención, el elemento de seguridad presenta una capa de apoyo.

[0034] Además, es ventajoso que la capa de apoyo forme, visto perpendicularmente al plano fijado por el lado inferior del elemento de seguridad, al menos parcialmente un marco alrededor de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico, que refuerza mecánicamente la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico. Una capa de apoyo de este tipo contribuye, por un lado, a la estabilización mecánica de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico y, por otro lado, a la unificación de la distancia entre las otras capas que presenta el elemento de seguridad. En este caso, tienen importancia en particular una primera y segunda capa de electrodo, entre las que está dispuesta la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico. Gracias a la unificación de la distancia, el campo eléctrico se puede mantener lo más uniforme posible sobre la región de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico y el efecto óptico de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico se puede conmutar de forma homogénea.

[0035] Además, es ventajoso que la capa de apoyo esté configurada de forma aislada eléctricamente. De este modo se evita un cortocircuito eléctrico, por ejemplo, entre la primera capa de electrodo y la segunda capa de electrodo.

[0036] Además, es posible que gracias a la capa de apoyo se pueda conseguir un sellado o limitación óptica de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico y/o una optimización de la adherencia de otras capas.

[0037] Es posible que la capa de apoyo forme un marco alrededor de una o varias regiones parciales de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico. De este modo es posible estabilizar aún más mecánicamente la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico.

[0038] Preferentemente el marco forma un elemento de diseño visualmente reconocible. Un elemento de diseño visualmente reconocible puede ser un contorno diseñado gráficamente, una representación figurativa, una imagen, un motivo, un símbolo, un logotipo, un retrato, un modelo, un símbolo alfanumérico, un texto y similares.

[0039] Además, es ventajoso que la capa de apoyo esté configurada en color, en particular cuando la capa de apoyo presente uno o varios colorantes y/o pigmentos. En este caso es posible que la capa de apoyo esté tintada por regiones. Así, la capa de apoyo puede existir por regiones como capa de apoyo opaca, tintada y/o como capa de apoyo transparente por regiones.

[0040] Según otro ejemplo de realización de la invención, la capa de apoyo está presente en una o varias primeras zonas y no está presente en una o varias segundas zonas, donde la capa de apoyo presenta en la una o varias primeras zonas una altura entre 1 μm y 50 μm , preferentemente entre 2 μm y 30 μm , más preferentemente entre 3 μm y 20 μm . Se ha mostrado sorprendentemente que mediante una capa de apoyo configurada de este tipo se puede mejorar aún más la estabilidad mecánica de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico.

[0041] Además, es ventajoso que la distancia entre la una o varias primeras zonas esté entre 5 μm y 500 μm , preferentemente entre 10 μm y 300 μm , más preferentemente entre 20 μm y 150 μm y que el elemento de seguridad presente en la una o varias segundas zonas la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico. De este modo es posible que la distancia en particular entre una primera y una segunda capa de electrodo, entre las que está dispuesta al menos una parte de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico, se mantenga constante debido a la estabilidad mecánica adicional y de este modo se mejore el efecto óptico de la al menos una capa eléctricamente modificable, por ejemplo, a consecuencia de un campo eléctrico homogéneo. Para obtener un contraste elevado entre un estado más opaco de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico y un estado más transparente de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico, la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico presenta típicamente una fracción elevada de cristales líquidos, en particular una fracción entre el 50% y 99% de cristales líquidos. Estos cristales líquidos están preferentemente no reticulados o solo ligeramente reticulados, a fin de garantizar la movilidad necesaria para la conmutación de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico. De este modo el elemento de seguridad se vuelve blando y por consiguiente propenso a daños mecánicos, como por ejemplo incisiones. Mediante la una o varias primeras zonas, en las que está presente la capa de apoyo, y la una o varias segundas zonas, en la que el elemento de seguridad presenta la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico, se eleva la estabilidad del elemento de seguridad y por consiguiente se reduce su propensión respecto a los daños mecánicos.

[0042] Además, es posible que la distancia entre la una o varias primeras zonas sea constante.

[0043] Además, también es posible que varíe la distancia entre la una o varias primeras zonas, por ejemplo varíe en una trama uniforme o también al azar o pseudo-azar.

[0044] Ventajosamente, la una o varias primeras zonas están dispuestas según una trama unidimensional o

bidimensional.

[0045] Además, es ventajoso que la una o varias primeras zonas estén configuradas en forma de modelo, en particular para la representación de una primera información. Un modelo puede ser un contorno diseñado
5 gráficamente, una representación figurativa, una imagen, un motivo, un símbolo, un logotipo, un retrato, un símbolo alfanumérico, un texto y similares.

[0046] Según un ejemplo de realización preferido de la invención, el elemento de seguridad presenta una primera capa de electrodo y una segunda capa de electrodo, entre las que está dispuesta al menos una parte de la al
10 menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico.

[0047] Es especialmente preferible que la primera capa de electrodo y la segunda capa de electrodo estén configuradas como una capa de electrodo superior e inferior, que están dispuestas por encima o por debajo de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico. Bajo las designaciones de posición arriba/por encima
15 y abajo/por debajo se entiende en este caso la ubicación relativa en referencia a un observador del elemento de seguridad, en particular aplicada sobre un sustrato, como por ejemplo un documento de seguridad. Una capa de electrodo superior está dispuesta así, por ejemplo, más cerca en referencia a un observador que una capa de electrodo inferior. En un caso semejante, la primera capa de electrodo se corresponde con la capa de electrodo inferior y la segunda capa de electrodo con la segunda capa de electrodo superior. Ahora es posible que la primera capa de
20 electrodo y la segunda capa de electrodo estén configuradas perpendicularmente al plano fijado por el lado inferior del elemento de seguridad y entre la primera capa de electrodo y la segunda capa de electrodo esté dispuesta al menos una parte de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico. Al aplicar una tensión eléctrica en la primera capa de electrodo y la segunda capa de electrodo, en el espacio entre los dos electrodos se genera un campo eléctrico que modifica la orientación de los cristales líquidos orientables en un campo eléctrico. Los ejes
25 longitudinales de las moléculas de colorante en forma de barritas se modifican en función de las orientaciones de los ejes longitudinales de los cristales líquidos adyacentes espacialmente, orientables en el campo eléctrico. Por consiguiente, se modifica el efecto óptico de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico.

[0048] Los electrodos pueden estar conectados para ello con una fuente de energía, que genera la tensión eléctrica. El efecto óptico de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico se puede producir
30 por un acto intencionado de un usuario, p. ej. mediante flexión de una fuente de energía piezoeléctrica o accionamiento de un pulsador u otro elemento de conmutación con una aplicación desencadenada por ello de una tensión eléctrica en los electrodos y/o de un campo eléctrico o electromagnético en la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico, o se puede desencadenar sin intervención intencionada de un usuario por influencias del entorno,
35 p. ej. al atravesar inconscientemente un campo RF (del inglés, *radio frequency* - RF) o por incidencia de la luz sobre una célula solar con una aplicación desencadenada por ello de una tensión eléctrica en los electrodos y/o de un campo eléctrico o electromagnético en la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico. La célula solar puede ser, por ejemplo, una célula solar orgánica, en particular flexible, fabricable por medio de tecnologías de impresión. Otras fuentes de energía posibles son, por ejemplo, baterías, condensadores o uno o varios elementos de
40 antena, que pueden generar señales eléctricas debido a campos electromagnéticos exteriores, en particular campos RF, que actúan sobre el uno o varios elementos de antena. Estas señales eléctricas presentan los valores de corriente y/o tensión necesarios para la conmutación de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico.

[0049] Preferentemente, el campo eléctrico entre la primera capa de electrodo y la segunda capa de electrodo
45 presenta intensidades de campo en el rango de $0,25 \cdot 10^4$ V/cm a $5,0 \cdot 10^4$ V/cm, preferentemente en el rango de $0,75 \cdot 10^4$ V/cm a $3,5 \cdot 10^4$ V/cm y de forma especialmente preferida en el rango de $0,75 \cdot 10^4$ V/cm a $2,5 \cdot 10^4$ V/cm.

[0050] Las capas de electrodo están hechas preferentemente de materiales con buena conductividad eléctrica de más de 10^{-3} S/cm y preferentemente más de 1 S/cm. En este caso es posible que la primera capa de electrodo y/o
50 la segunda capa de electrodo sea una capa de polietilendioxitiofeno (PEDOT)/PSS o PANI.

[0051] Además, también es posible que la primera capa de electrodo y/o la segunda capa de electrodo sea una capa de óxido de indio y estaño (ITO). Las capas de este tipo son capas transparentes, eléctricamente conductoras.

[0052] Además, es ventajoso que la primera capa de electrodo y/o la segunda capa de electrodo sea(n)
55 transparente(s) o semitransparente(s).

[0053] Además, también es posible que la primera capa de electrodo y/o la segunda capa de electrodo sea una capa metálica delgada de oro, plata, cromo, cobre o aluminio, en particular con un espesor de capa entre 0,5 nm y 50
60 nm, o hilos finos o líneas de filigranas de los metales arriba mencionados, en particular con un diámetro o anchura entre 1 μ m y 100 μ m.

[0054] Según otro ejemplo de configuración preferido, la primera capa de electrodo y/o la segunda capa de electrodo se compone de una pila de capas con al menos dos capas, preferentemente de los materiales mencionados
65 anteriormente con buena conductividad eléctrica. Por ejemplo, la primera capa de electrodo y/o la segunda capa de

electrodo se puede componer de una capa doble, donde la primera capa de esta capa doble se compone de líneas de filigrana de plata o aluminio con una anchura de p. ej. 5 μm y un espesor de líneas de filigrana de p. ej. 30 nm, así como una distancia promedio entre las líneas de filigrana de p. ej. 200 nm y la segunda capa de esta capa doble es una capa en toda la superficie de polietilendioxitiofeno (PEDOT)/PSS con un espesor de p. ej. 100 nm. La segunda
5 capa puede estar hecha alternativamente de ITO (óxido de indio y estaño).

[0055] Ventajosamente la primera capa de electrodo y/o la segunda capa de electrodo está prevista en una primera región y no está prevista en una segunda región, donde la primera región está configurada en forma de modelo, en particular está configurada para la representación de una segunda información. Un modelo puede ser un
10 contorno diseñado gráficamente, una representación figurativa, una imagen, un motivo, un símbolo, un logotipo, un retrato, un símbolo alfanumérico, un texto y similares. Así, por ejemplo, es posible que la capa de electrodo superior esté configurada de forma reflectante, metalizada. En este caso es ventajoso prever la metalización solo por regiones, p. ej. como líneas de filigrana u otros elementos gráficos con ocupación de superficie baja, para no limitar la visibilidad de las capas situadas por debajo.

15 **[0056]** Según otro ejemplo de realización preferido de la invención, la primera capa de electrodo presenta primeras microestructuras en al menos una tercera región.

[0057] Así es posible que la primera capa de electrodo y/o la segunda capa de electrodo se componga(n) de
20 varias capas, donde no todas las capas deben presentar una buena conductividad. Así, por ejemplo, la primera capa de electrodo se puede componer de una capa de laca de replicación, en la que se da forma en al menos una tercera región a primeras microestructuras, y una capa metálica, que está aplicada directamente al menos por regiones en forma de una metalización sobre la capa de laca de replicación. La capa metálica forma aquí la capa conductora de la primera capa de electrodo y permite adicionalmente destacar claramente los efectos ópticos generados por las
25 primeras microestructuras.

[0058] Preferentemente, la al menos una tercera región presenta una o varias regiones parciales, en la que se dan forma a al menos dos primeras microestructuras diferentes, en particular dos primeras microestructuras que generan efectos de color diferentes. De este modo se posibilita aumentar aún más la seguridad frente a falsificación
30 del elemento de seguridad, dado que se generan, por ejemplo, varios efectos de color diferentes y fáciles de retener para un observador en las regiones parciales. En este caso es posible, que la ocupación de superficie de las regiones parciales individuales sea tal que estas se puedan distinguir a simple vista humana y no se puedan distinguir a simple vista humana. En particular para el caso de que las regiones parciales no se puedan distinguir a simple vista humana, es posible que los efectos de color de las regiones individuales se superpongan para un observador humano, de
35 manera que estos generen un color secundario, por ejemplo, según el modelo de color RGB.

[0059] Además, es posible que la primera capa de electrodo presenta las primeras microestructuras en la una o varias segundas zonas, en las que no está presente la capa de apoyo, y no las presente en la una o varias primeras zonas en las que está presente la capa de apoyo.
40

[0060] Así es posible que la capa de apoyo o la una o varias primeras zonas de la capa de apoyo configuren una capa parcial de la primera capa de electrodo. Así, por ejemplo, se puede dar forma a la una o varias primeras zonas de la capa de apoyo en la capa de laca de replicación de la primera capa de electrodo y en los espacios intermedios entre la una o varias primeras zonas se puede dar forma a las primeras microestructuras. Además, es
45 posible que la primera capa de electrodo presente una capa metálica, que está aplicada al menos por regiones en forma de una metalización sobre la capa de laca de replicación y forme la capa eléctricamente conductora de la primera capa de electrodo.

[0061] Ventajosamente, las primeras microestructuras generan al menos un efecto de color en el rango de longitudes de onda visibles para el ojo humano, en particular en el rango de longitudes de onda de 380 nm a 780 nm.
50

[0062] Preferentemente, las primeras microestructuras generan el al menos un efecto de color por dispersión de la luz y/o refracción de la luz y/o interferencia.

55 **[0063]** Según otro ejemplo de realización preferido de la invención, las primeras microestructuras son primeras estructuras en relieve difractivas y/o microestructuras binarias y/o microestructuras multiescalón.

[0064] Además, es ventajoso que las primeras estructuras en relieve difractivas estén seleccionadas del grupo Kinogram® u hologramas, estructuras de difracción de orden cero, rejillas blaze, en particular estructuras en relieve de dientes de sierra asimétricas, estructuras de difracción, en particular rejillas de difracción sinusoidales lineales o rejillas de difracción sinusoidales en cruz o rejillas rectangulares en una o varias plantas lineales o rejillas rectangulares en una o varias plantas en cruz, superficies de espejo, estructuras mate, en particular estructuras mate anisotrópicas o isotrópicas, o combinaciones de estas estructuras.
60

65 **[0065]** Además, también es ventajoso que las microestructuras binarias se compongan de una superficie base

paralela al plano fijado por el lado inferior del elemento de seguridad y varios primeros elementos, donde las primeras superficies de elemento de los primeros elementos discurren respectivamente esencialmente en paralelo al plano base y donde las primeras superficies de elemento de los primeros elementos y la superficie base están distanciadas en una dirección, que discurre perpendicularmente al lado inferior del elemento de seguridad, a una primera distancia que está seleccionada de modo que se genera un color en particular por interferencia de la luz reflejada en la superficie base y las primeras superficies de elemento con luz incidente y/o en particular por interferencia de la luz transmitida a través de las primeras superficies de elemento y las superficies base al trasluz. Preferentemente, la primera distancia está entre 150 nm y 1500 nm. Además, es posible que las microestructuras binarias estén configuradas de modo que generen el color en el primer orden de difracción o con luz dispersa. Así, es posible que los primeros elementos estén conformados y dispuestos de modo que al menos el 10% de la luz incidente, en particular entre el 20% de la luz incidente y el 90% de la luz incidente, más preferentemente entre el 30% y 70% de la luz incidente se desvíe del orden cero, en particular se desvíe por dispersión o difracción. Además, es posible que al menos una extensión lateral de la proyección de cada primer elemento en el plano base esté entre 0,25 μm a 50 μm , preferentemente entre 0,75 μm y 10 μm y/o que la distancia mínima entre los primeros elementos adyacentes no sea mayor de 300 μm y en particular está seleccionada entre 0,5 μm y 300 μm , preferentemente entre 0,5 μm y 50 μm . Además, es posible que la conformación y/o posicionamiento de los primeros elementos se varíe pseudo al azar.

[0066] Además, es ventajoso que las estructuras binarias se compongan de una pluralidad de segundos elementos adyacentes entre sí, donde las segundas superficies de elemento de segundos elementos están dispuestas en paralelo entre sí y los segundos elementos presenten un flanco adyacente respectivamente a la respectiva segunda superficie de elemento, donde las segundas superficies de elemento de segundos elementos adyacentes están espaciadas en una dirección perpendicular a las segundas superficies de elemento a una segunda distancia, donde la segunda distancia está entre 150 nm y 1500 nm. Además, es posible que al menos tres segundos elementos estén dispuestos de manera que la altura de las microestructuras binarias se corresponda al menos con tres veces la segunda distancia. Las microestructuras binarias tienen así una configuración en forma de escalera o en forma de pirámide escalonada. Las microestructuras binarias de este tipo también se denominan microestructuras multiescalón. Así es posible que los segundos elementos sigan una curva envolvente, donde la curva envolvente presenta una frecuencia espacial entre 100 líneas/mm y 2000 líneas/mm y una altura de más de 500 nm. Además, es posible que la curva envolvente posea un perfil en relieve asimétrico.

[0067] En este caso se ha mostrado suficientemente que, por medio de primeras estructuras en relieve difractivas, conformadas de este tipo y/o microestructuras binarias se puedan obtener efectos de color o cambios de contraste especialmente fáciles de retener ligado a la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico. Así, en particular, los efectos de color generados por las primeras estructuras en relieve difractivas, conformadas de este tipo y/o microestructuras binarias se recubren u ocultan completamente por el estado más opaco de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico. Al cambiar al estado más transparente de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico se pueden reconocer claramente los efectos de color de las primeras estructuras en relieve difractivas, conformadas de este tipo y/o microestructuras binarias. De este modo se pueden obtener por consiguiente cambios ricos en contraste. Así, por ejemplo, la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico se puede percibir como una capa opaca, en color, homogénea, en tanto que los cristales líquidos y las moléculas de colorante en forma de barritas no están orientadas en un campo eléctrico. Se recubren los efectos de las primeras estructuras en relieve difractivas y/o las microestructuras binarias. Si los cristales líquidos y las moléculas de colorante en forma de barritas orientables en los cristales líquidos se orientan por medio de un campo eléctrico, entonces se vuelve transparente la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico y en consecuencia se puede reconocer, por ejemplo, el efecto de color de una microestructura binaria para un observador.

[0068] Además, está previsto que segunda capa de electrodo presente en al menos una cuarta región segundas microestructuras, en particular segundas estructuras en relieve difractivas seleccionadas del grupo Kinegram® u hologramas, estructuras de difracción de orden cero, rejillas blaze, en particular estructuras en relieve de dientes de sierra asimétricas, estructuras de difracción, en particular rejillas de difracción sinusoidales lineales o rejillas de difracción sinusoidales en cruz o rejillas rectangulares en una o varias plantas lineales o rejillas rectangulares en una o varias plantas en cruz, microestructuras o nanoestructuras de difracción de la luz y/o de refracción de la luz y/o de concentración de la luz, lentes de Fresnel binarias o continuas, superficies de forma libre de Fresnel binarias o continuas, macroestructuras difractivas o refractivas, en particular estructuras de lentes o estructuras de microprimas, superficies de espejo, estructuras mate, en particular estructuras mate anisotrópicas o isotrópicas o combinaciones de estas estructuras.

[0069] Según otro ejemplo de realización preferido de la invención, la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico presenta una pluralidad de esferas, que contienen los cristales líquidos y las moléculas de colorante en forma de barritas. Preferentemente, las esferas presentan un diámetro de 0,1 μm a 40 μm . Además, es ventajoso que el espesor de capa de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico con la pluralidad de esferas sea de como máximo 90 μm , preferentemente como máximo 45 μm , de forma especialmente preferida como máximo 15 μm . Cuanto más grueso es el espesor de capa, la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico tanto más efectivamente dispersa o absorbe la luz incidente en el estado más opaco y tanto menos se pueden ver, por ejemplo, las primeras microestructuras de la primera capa de electrodo inferior para un observador.

Las esferas están fijadas, por ejemplo, en una matriz polimérica de monómeros, donde los monómeros se polimerizan por medio de luz ultravioleta (UV). En este caso, preferentemente los cristales líquidos permanecen de forma móvil en las esferas.

5 **[0070]** Según otro ejemplo de realización preferido de la invención, la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico está dispuesta entre una primera capa de orientación con una primera dirección de preferencia y una segunda capa de orientación con una segunda dirección de preferencia. Los ejes longitudinales de los cristales líquidos se orientan en este caso según la primera dirección de preferencia de la primera capa de orientación o la segunda dirección de preferencia de la segunda capa de orientación. Para mejorar esta orientación es posible usar sustancias activas superficialmente, como por ejemplo agentes tensoactivos, en particular lecitinas, silanos o poliamidas. Si, por ejemplo, la segunda dirección de preferencia de la segunda capa de orientación está girada 90° respecto a la primera dirección de preferencia de la primera capa de orientación, los ejes longitudinales de los cristales líquidos se ordenan cerca de la primera capa de orientación según la primera dirección de preferencia y cerca de la segunda capa de orientación según la segunda dirección de preferencia. En la región situada en medio, las orientaciones de los ejes longitudinales de los cristales líquidos se giran preferentemente de forma continua de la primera dirección de preferencia a la segunda dirección de preferencia. Dado que la orientación de los ejes longitudinales de las moléculas de colorante en forma de barritas se modifica con la orientación de los ejes longitudinales de los cristales líquidos, las moléculas de colorante en forma de barritas siguen el giro de los cristales líquidos entre la primera capa de orientación y la segunda capa de orientación.

20 **[0071]** Además, puede estar previsto que los cristales líquidos orientables en el campo eléctrico sean cristales líquidos colestéricos.

[0072] Además, es posible que la primera capa de orientación y/o la segunda capa de orientación esté(n) configurada(s) transparente(s) o semitransparente(s).

[0073] Además, es posible que la segunda capa de orientación esté configurada transparente y la primera capa de orientación reflectante.

30 **[0074]** Además, puede estar previsto que la segunda dirección de preferencia de la segunda capa de orientación esté girada respecto a la primera dirección de preferencia de la primera capa de orientación, preferentemente esté girada en 45° o 90°.

[0075] Además, también puede estar previsto que la segunda dirección de preferencia de la segunda capa de orientación y la primera dirección de preferencia de la primera capa de orientación presenten la misma orientación.

[0076] Preferentemente, la primera capa de orientación y/o la segunda capa de orientación presentan una tercera estructura en relieve difractiva, en particular una estructura de difracción de orden cero. Así, es posible que la tercera estructura de relieve determine la primera dirección de preferencia de la primera capa de orientación y/o la segunda dirección de preferencia de la segunda capa de orientación. Se ha mostrado sorprendentemente que los ejes longitudinales de los cristales líquidos se orientan igualmente en estructuras en relieve difractivas, en particular en estructuras en relieve difractivas de alta frecuencia, como p. ej. estructuras de difracción de orden cero. Dado que la orientación de los ejes longitudinales de las moléculas de colorante en forma de barritas se modifica con la orientación de los ejes longitudinales de los cristales líquidos, las moléculas de colorante en forma de barritas siguen la orientación de los cristales líquidos.

[0077] Además, es ventajoso que la primera capa de orientación y/o la segunda capa de orientación presenta en al menos una quinta región la tercera estructura en relieve difractiva y en al menos una sexta región una cuarta estructura en relieve difractiva, donde la tercera estructura en relieve difractiva y la cuarta estructura en relieve difractiva se diferencian en al menos uno de los parámetros de ángulo acimutal, período de rejilla o profundidad de rejilla. De este modo se pueden obtener efectos ópticos interesantes, que aumentan aún más la seguridad frente a falsificación.

[0078] Además, es posible que la al menos una quinta región y/o la al menos una sexta región esté configurada en forma de modelo, en particular esté configurada para la representación de una tercera información. Un modelo puede ser un contorno diseñado gráficamente, una representación figurativa, una imagen, un motivo, un símbolo, un logotipo, un retrato, un símbolo alfanumérico, un texto y similares.

[0079] Ventajosamente, la tercera estructura en relieve difractiva y/o la cuarta estructura en relieve difractiva es una estructura en relieve de alta frecuencia, en particular sinusoidal, con un periodo de rejilla entre 190 nm y 500 nm, preferentemente 300 nm a 420 nm, y una profundidad de rejilla de 50 nm a 500 nm, preferentemente 80 nm a 250 nm. Las estructuras en relieve de alta frecuencia de este tipo también se denominan rejillas de sublongitudes de onda o estructuras de difracción de orden cero.

65 **[0080]** Según un ejemplo de realización preferido de la invención, el elemento de seguridad presenta una capa

de reflexión, en particular una capa HRI o LRI o una capa metálica.

[0081] Además, también es posible que la capa de reflexión se forme por una capa de reflexión transparente, por ejemplo, por una capa metálica delgada o finamente estructurada, p. ej. una capa de hilos finos o líneas de filigranas de metal, o una capa dieléctrica HRI o LRI (del inglés, *high refraction index, HRI; low refraction index, LRI*). Una capa de reflexión dieléctrica de este tipo se compone, por ejemplo, en una capa de un óxido metálico, un sulfuro metálico, p. ej. óxido de titanio, etc. depositada en fase de vapor con un espesor entre 10 nm y 150 nm.

[0082] Según un ejemplo de realización preferido de la invención, el elemento de seguridad presenta al menos una primera capa de polarización. De este modo es posible mejorar aún más el contraste entre un estado más opaco de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico y un estado más transparente de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico.

[0083] Así es posible que la al menos una primera capa de polarización polarice linealmente la luz que pasa a través de la al menos una primera capa de polarización.

[0084] Además, es ventajoso que el elemento de seguridad presente una segunda capa de polarización, donde entre la al menos una primera capa de polarización y la segunda capa de polarización está dispuesta al menos una parte de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico. Dado que a través de la primera capa de polarización y a través de la segunda capa de polarización solo puede pasar la luz que presenta la misma polarización que la primera o segunda capa de polarización, según la orientación de los cristales líquidos y las moléculas de colorante en forma de barritas en la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico, la luz puede pasar a través de esta o se absorbe en la primera capa de polarización y/o la segunda capa de polarización.

[0085] Así es posible que la segunda capa de polarización polarice linealmente la luz que pasa a través de la segunda capa de polarización.

[0086] Además, también es posible que la al menos una primera capa de polarización y/o la una segunda capa de polarización sea una capa de polímero semitransparente.

[0087] Preferentemente, la al menos una primera capa de polarización y/o la al menos una segunda capa de polarización presenta un espesor de capa entre 5 μm y 15 μm , preferentemente entre 7 μm y 10 μm . De este modo se posibilita, por un lado, mediante el uso de una primera capa de polarización y/o una segunda capa de polarización, mejorar el contraste entre un estado más opaco de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico y un estado más transparente de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico para un observador y, por otro lado, se puede usar un elemento de seguridad de este tipo sobre documentos de seguridad con pequeño espesor, como por ejemplo billetes de banco, sin que se influya esencialmente en la impresión global, la utilizabilidad o durabilidad del documento de seguridad por parte del elemento de seguridad.

[0088] Además, también es posible que la al menos una primera capa de polarización y/o la una segunda capa de polarización presente una coloración.

[0089] Además, es posible que la al menos una primera capa de polarización y/o la una segunda capa de polarización presente una transmisión de la luz en el rango de longitudes de onda entre 400 nm a 550 nm de menos del 30%.

[0090] Según otro ejemplo de realización de la invención, el elemento de seguridad presenta al menos una primera capa de filtro de color, donde la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico y la al menos una primera capa de filtro de color se superponen mutuamente al menos parcialmente. De este modo es posible generar otros cambios de color o amplificar los cambios de color existentes. Así, por ejemplo, es posible amplificar una impresión de color roja, opaca del estado más opaco de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico mediante una capa de filtro de color rojo. De este modo se puede aumentar aún más la protección frente a la falsificación del elemento de seguridad.

[0091] Además, es ventajoso que el elemento de seguridad presente una segunda capa de filtro de color, donde entre la al menos una primera capa de filtro de color y la segunda capa de filtro de color esté dispuesta al menos una parte de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico y la al menos una primera capa de filtro de color y la segunda capa de filtro estén coloreadas diferentemente.

[0092] Preferentemente, la al menos una capa de filtro de color y/o la segunda capa de filtro de color configura un modelo con elementos de modelo diferentemente coloreados. Un modelo puede ser un contorno diseñado gráficamente, una representación figurativa, una imagen, un motivo, un símbolo, un logotipo, un retrato, un símbolo alfanumérico, un texto y similares.

[0093] Según otro ejemplo de realización preferido de la invención, el elemento de seguridad presenta al menos una capa de efecto, que influye en el aspecto óptico del elemento de seguridad.

[0094] Ventajosamente, la al menos una capa de efecto es una capa ópticamente invariable, en particular al menos una capa de color impresa.

[0095] Además, es posible que la al menos una capa de efecto sea una capa ópticamente variable, en particular sea al menos una capa de color, que presenta un aglutinante y pigmentos ópticamente variables.

[0096] Bajo pigmentos ópticamente variables se entienden aquí en particular pigmentos que, en particular debido a los efectos de interferencia, generan un efecto de color que depende del ángulo de observación. Para generar un efecto de cambio de color de este tipo con un alto brillo, los pigmentos deben presentar una orientación similar entre sí. Tales pigmentos son, por ejemplo, pigmentos ópticamente variables (en inglés, *optically variable pigment*, OVP).

[0097] En este caso, por aglutinante se entiende un material líquido que contiene distintos pigmentos y que se puede transferir junto con los pigmentos por medio de un procedimiento de impresión. Tales combinaciones de aglutinantes y pigmentos son, por ejemplo, tintas ópticas variables (en inglés, *optically variable ink*, OVI®), que generan una impresión del color ópticamente variable, en particular debido a los efectos de interferencia. Normalmente, las OVI se deben imprimir utilizando espesores de capa elevados para generar un efecto de cambio de color reconocible muy brillante.

[0098] Además, es posible que la al menos una capa de efecto sea una capa de laca de replicación, en la que se dan forma a quintas estructuras en relieve, en particular Kinigram® u hologramas, estructuras de difracción de orden cero, rejillas blaze, en particular estructuras en relieve de dientes de sierra asimétricas, estructuras de difracción, en particular rejillas de difracción sinusoidales lineales o rejillas de difracción sinusoidales en cruz, microestructuras o nanoestructuras de difracción de la luz y/o de refracción de la luz y/o de concentración de la luz, lentes de Fresnel binarias o continuas, superficies de forma libre de Fresnel binarias o continuas, macroestructuras difractivas o refractivas, en particular estructuras de lentes o estructuras de microprimas, superficies de espejo o estructuras mate, en particular estructuras mate anisotrópicas o isotrópicas o combinaciones de estas estructuras.

[0099] Además, es ventajoso que las quintas estructuras en relieve difractivas de la capa de laca de replicación estén metalizadas al menos por regiones.

[0100] Según otro ejemplo de realización preferido de la invención, el espesor de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico varía de manera predeterminada. Es posible que la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico presente una modificación de espesor de capa que se extiende linealmente a lo largo de la anchura de la capa o una modificación de espesor de capa que parte de un punto. Dado que una región más gruesa de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico necesita un lapso de tiempo más prolongado o un campo eléctrico más elevado para cambiar entre el estado más opaco, en color y el estado más transparente, más débil en color, de esta manera se pueden generar cambios de estado modificables localmente con el tiempo y/o con la tensión aplicada. Por ejemplo, también se pueden obtener efectos ópticos similares a un efecto de movimiento de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico.

[0101] Preferentemente, el elemento de seguridad presenta perpendicularmente el plano fijado por el lado inferior del elemento de seguridad un espesor de como máximo 100 µm, preferentemente como máximo 80 µm, más preferentemente como máximo 60 µm y de forma especialmente preferida como máximo 40 µm. Un elemento de seguridad de este tipo es apropiado, por ejemplo, especialmente para documentos de seguridad delgados y flexibles, como por ejemplo billetes de banco.

[0102] Además, es posible que el efecto óptico de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico se pueda controlar de forma reversible. De este modo, para el lego es posible verificar en particular la autenticidad del elemento de seguridad o documento de seguridad, sobre el que puede estar aplicado el elemento de seguridad, dado que a voluntad se puede cambiar con frecuencia entre el estado más opaco y el estado más transparente de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico.

[0103] Es especialmente preferible que el elemento de seguridad sea en conjunto transparente o al menos semitransparente, siempre y cuando la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico también se conmute en el estado transparente. Bajo semitransparente se entiende aquí una densidad óptica (OD) para una longitud de onda de 550 nm o menos de 1,0, preferentemente menos de 0,6, de forma especialmente preferible menos de 0,4, más preferentemente de menos de 0,3 y en particular preferentemente de menos de 0,2.

[0104] Según otro ejemplo de realización preferido de la invención, el elemento de seguridad presenta al menos una fuente de energía que controla la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico, que puede ser, por ejemplo, una fuente de energía piezoeléctrica con al menos una capa de material piezoeléctrico.

[0105] Preferentemente, la fuente de energía es una fuente de energía configurada de forma flexible mecánicamente. De este modo es posible usar esta fuente de energía también en documentos de seguridad flexibles, como billetes de banco.

5

[0106] Ha probado su eficacia que como material piezoeléctrico se use un polímero, en particular del tipo polifluoruro de vinilideno (PVDF). También se pueden usar otros materiales piezoeléctricos posibles, como poliamidas, poliuretanos, fluoropolímeros y en particular copolímeros derivados de ellos.

10 **[0107]** Según un perfeccionamiento preferido, el elemento de seguridad está dispuesto al menos por regiones en una región transparente del documento de seguridad y/o una ventana del documento de seguridad. Gracias a esta disposición son visibles ambos lados del elemento de seguridad para un observador. De este modo es posible que el elemento de seguridad muestre un aspecto óptico diferente según la dirección de observación (observación desde delante o detrás), incidencia de luz (luz incidente o trasluz) y estado de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico (estado más opaco, en color o estado más transparente, más débil en color).

15 **[0108]** El documento de seguridad puede ser, por ejemplo, un billete de banco, papel de valor, acción, tarjeta de crédito, tarjeta bancaria, tarjeta de pago en efectivo, tarjeta de cliente, entrada o un documento de identidad, como un carné, visado, permiso de conducir, en particular una tarjeta de chip o un pasaporte. A continuación, se explican ejemplos de realización de la invención a modo de ejemplo con ayuda de las figuras adjuntas, no a escala.

Las fig. 1a y fig. 1b muestran representaciones en sección esquemáticas de un elemento de seguridad,

la fig. 1c muestra una representación en sección esquemática de una esfera de un elemento de seguridad,

25

la fig. 1d muestra una representación esquemática, ampliada de la esfera según la fig. 1c,

las fig. 2a y fig. 2c muestran una representación en sección esquemática de un elemento de seguridad,

30

las fig. 2b y 2d muestran una vista en planta esquemática del elemento de seguridad según las fig. 2a y fig. 2c,

las fig. 3a y fig. 3b muestran representaciones en sección esquemáticas de un elemento de seguridad,

35

las fig. 4a a fig. 4f muestran vistas en planta esquemáticas de variantes de configuración de una capa de apoyo de un elemento de seguridad,

las fig. 5a a fig. 5e muestran vistas en planta esquemáticas de variantes de configuración de una capa de apoyo de un elemento de seguridad,

40

las fig. 6a y fig. 6c muestran representaciones en sección esquemáticas de un electrodo de un elemento de seguridad,

las fig. 7a a fig. 7c muestran vistas en planta esquemáticas de variantes de configuración de un electrodo de un elemento de seguridad,

45

la fig. 8 muestra una representación en sección esquemática de un elemento de seguridad,

las fig. 9a y fig. 9c muestran una representación en sección esquemática de un elemento de seguridad,

50

las fig. 9b y 9d muestran una vista en planta esquemática del elemento de seguridad según las fig. 9a y fig. 9c,

la fig. 10 muestra una representación en sección esquemática de un elemento de seguridad,

la fig. 11 muestra una representación en sección esquemática de un elemento de seguridad,

55

las fig. 12a a fig. 12c muestran vistas en planta esquemáticas de variantes de configuración de capas de orientación de un elemento de seguridad,

las fig. 13a y fig. 13b muestran representaciones en sección esquemáticas de un elemento de seguridad,

la fig. 14 muestra una representación en sección esquemática de un elemento de seguridad,

5

las fig. 15a y fig. 15f muestran vistas en planta de elementos de seguridad,

las fig. 16a y fig. 16b muestran una representación en sección esquemática de un documento de seguridad,

10 la fig. 17 muestra una representación en sección esquemática de un documento de seguridad,

la figura 18 muestra una representación en sección esquemática de un film de transferencia.

[0109] Las fig. 1a y 1b muestran un elemento de seguridad 1 con lado superior 10 y un lado inferior 20, que
15 presenta una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11, una primera capa de electrodo 30, una segunda
capa de electrodo 31, una capa auxiliar 23, una capa de apoyo 21 y una capa de reflexión 60.

[0110] El elemento de seguridad puede ser aplicado p. ej. por medio de una capa de adhesivo sobre un
20 sustrato, donde la capa de adhesivo está dispuesta p. ej. entre la capa de reflexión 60 y el sustrato.

[0111] La primera capa de electrodo 30 y la segunda capa de electrodo 31 están realizadas aquí como capa
de electrodo inferior 30 y capa de electrodo superior 31, entre las que está dispuesta al menos una parte de la capa
eléctricamente modificable en su efecto óptico 11. A las capas de electrodo 30, 31 se les puede aplicar un tensión
para la generación de un campo eléctrico entre las capas de electrodo 30, 31. El electrodo superior 31 está configurado
25 preferentemente transparente, translúcido o semitransparente, p. ej. de ITO o (PEDOT)/PSS. También es posible que
las capas de electrodo estén conformadas como capas metálicas delgadas, por ejemplo, de oro, plata, cromo, cobre
o aluminio, en particular con un espesor de capa entre 0,5 nm y 50 nm, o como hilos finos o líneas de filigranas de los
metales arriba mencionados, en particular con un diámetro o anchura entre 1 μm y 100 μm .

[0112] La capa auxiliar opcional 23 puede ser, por ejemplo, una capa de adhesivo, una capa de promotor de
30 adhesión, una capa de estabilización, una capa de protección, una capa de nivelación o una capa base.

[0113] La capa de apoyo 21 que, visto perpendicularmente al plano fijado por el lado inferior 20 del elemento
de seguridad, forma al menos parcialmente un marco alrededor de la capa eléctricamente modificable en su efecto
35 óptico 11, se puede componer por ejemplo de una laca endurecida por UV. Además, la capa de apoyo 21 contribuye
a una unificación de la distancia entre la primera capa de electrodo 30 y la segunda capa de electrodo 31 en la región
de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11, de modo que el campo eléctrico es lo más constante
posible sobre la región de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 y conmuta homogéneamente la
capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11. Además, por medio de la capa de soporte 21 se puede
40 conseguir un sellado o limitación óptica de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 y/o
una optimización de la adherencia de la segunda capa de electrodo 31. La capa de soporte 21 también puede servir
como marco de limitación para la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 a aplicar en estado líquido,
para que la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 se pueda aplicar, en particular imprimir y/o aplicar
con raqueta de forma limitada localmente, con precisión de registro, es decir, con precisión de posición respecto a las
45 otras capas. A este respecto, la capa de apoyo 21 está configurada de forma eléctricamente aislante, a fin de evitar
un cortocircuito eléctrico entre la primera capa de electrodo 30 y la segunda capa de electrodo 31.

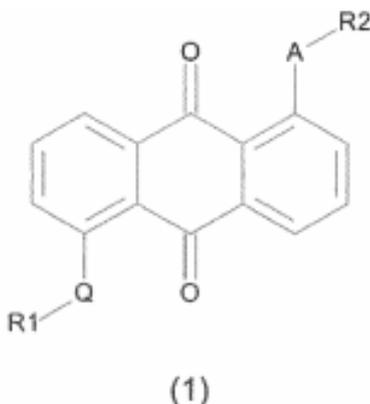
[0114] La capa de reflexión 60 está conformada como capa metálica, por ejemplo, de oro, plata, cromo, cobre
o aluminio. También es posible que la capa de reflexión 60 se forme por una capa de reflexión transparente o
50 semitransparente, por ejemplo, por una capa metálica delgada o finamente estructurada o una capa dieléctrica HRI o
LRI (del inglés, *high refraction index, HRI*; *low refraction index, LRI*). Una capa de reflexión dieléctrica de este tipo se
compone, por ejemplo, en una capa de un óxido metálico, un sulfuro metálico, p. ej. óxido de titanio, etc. depositada
en fase de vapor con un espesor entre 10 nm y 150 nm.

[0115] La capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 presenta en este caso esferas 19, que
55 presentan cristales líquidos 12 y moléculas de colorante en forma de barritas 13. Preferentemente, las esferas
presentan un diámetro de 0,1 μm a 40 μm . El espesor de capa de la capa eléctricamente modificable en su efecto
óptico 11 con la pluralidad de esferas 19 es de como máximo 90 μm , preferentemente como máximo 45 μm , de forma
especialmente preferida como máximo 15 μm . Las esferas 19 están fijadas, por ejemplo, en una matriz polimérica de
60 monómeros, que se polimerizan por medio de luz ultravioleta (UV).

[0116] La fig. 1c muestra una representación ampliada de una esfera 19, que presenta cristales líquidos 12 y
moléculas de colorante en forma de barritas 13.

[0117] La fig. 1d muestra de nuevo una representación ampliada de un fragmento 18 de la fig. 1c, que muestra una molécula de cristal líquido 12 con un eje longitudinal 16 y un eje transversal 17 y una molécula de colorante en forma de barrita 13 con un eje longitudinal 14 y un eje transversal 15. preferentemente el ángulo entre el eje longitudinal 16 de las moléculas de cristal líquido 12 y el eje longitudinal 14 de las moléculas de colorante en forma de barritas 13 es de media menor de 20°, cuando la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 está en el estado transparente.

[0118] Las moléculas de colorante en forma de barritas 13 apropiadas son, por ejemplo, colorantes de la fórmula general (1):



donde A y Q significa independientemente entre sí nitrógeno, oxígeno o azufre, preferentemente oxígeno o azufre, más preferentemente azufre y donde R1 y R2 significa independientemente entre sí un resto arilo sustituido o no sustituido o un resto heteroarilo sustituido o no sustituido,

[0119] preferentemente un resto fenilo sustituido o no sustituido.

[0120] Preferentemente R1 y R2 puede estar sustituidos iguales o diferentes entre sí.

[0121] Un resto arilo apropiado presenta preferentemente al menos 6 átomos de C, más preferentemente 6 átomos de C a 14 átomos de C. Un resto arilo apropiado es, por ejemplo, un resto fenilo, un resto napftilo, un resto antrilo o resto fenatrilo, preferentemente un resto fenilo.

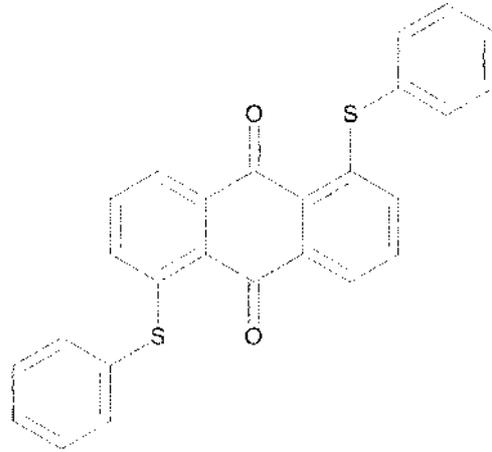
[0122] Un resto heteroarilo apropiado es, por ejemplo, resto piridilo, un resto quinoleína o un resto 3-isoquinoleína.

[0123] Los restos arilo mencionados anteriormente, preferentemente restos fenilo, o restos heteroarilo pueden estar sustituidos con al menos un resto alquilo C1 a C8, con al menos un resto heteroalquilo C1 a C8, con al menos un resto alcoxi C1 a C8, con al menos un resto alquilsulfanilo C1 a C8, con al menos un resto hidroxilo, con al menos un resto sulfanilo o con al menos un átomo de halógenos.

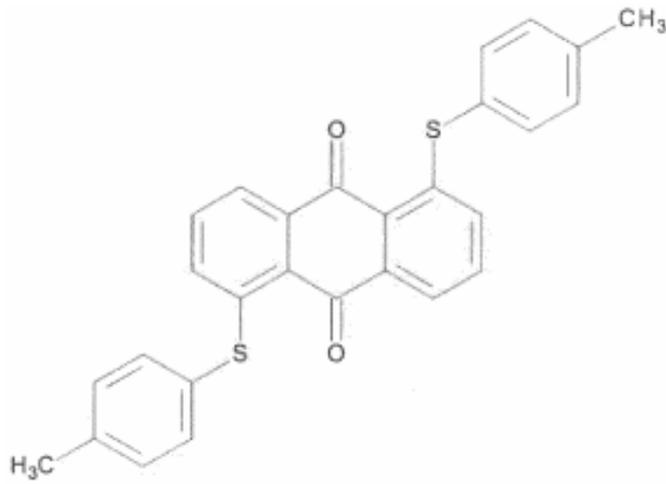
[0124] Un resto alquilo C1 a C8 mencionado anteriormente es, por ejemplo, metilo, etilo, 1-propilo, 2-propilo, n-but-1-ilo, n-but-2-ilo, t-but-1-ilo o t-but-2-ilo. Un resto heteroalquilo C1 a C8 mencionado anteriormente es, por ejemplo, metilamino, dimetilamino, etilamino, dietilamino o trifluorometil. Un resto alcoxi C1 a C8 mencionado anteriormente es, por ejemplo, metoxi, etoxi o propoxi. Un resto alquilsulfanilo C1 a C8 mencionado anteriormente es, por ejemplo, metilsulfanilo, etilsulfanilo o propilsulfanilo.

[0125] Los átomos de halógenos apropiados so, por ejemplo, flúor, cloro, bromo o yodo.

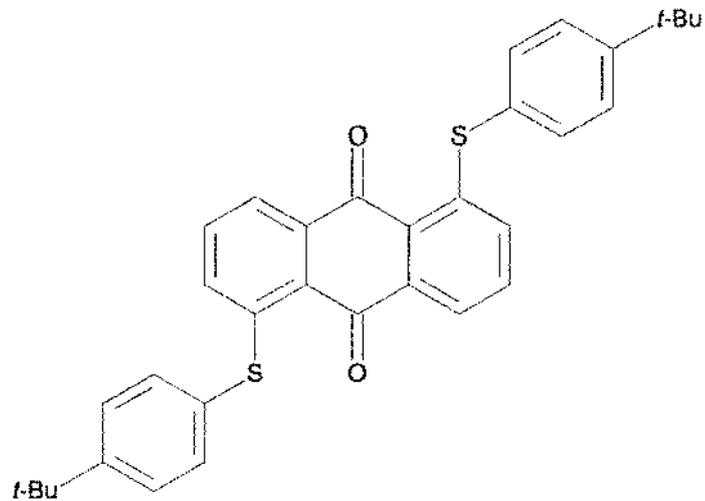
[0126] Además, es posible que las moléculas de colorante en forma de barritas 13 apropiadas son, por ejemplo, colorantes de antraquinona de las fórmulas (2) a (4).



(2)



(3)



(4)

5

[0127] Los colorantes de antraquinona apropiados de las fórmulas (2) a (4) se pueden adquirir comercialmente en la empresa Nematel GmbH & Co. KG, Maguncia, Alemania.

[0128] Así es posible que las moléculas de colorante en forma de barritas 13 están seleccionados del grupo que se compone de 1,5-bis (fenilsulfanil) antraceno-9,10-diona, 1,5-bis (p-tolilsulfanil) antraceno-9,10-diona, 1,5-bis [(4-terc-butilfenil) sulfanilo] antraceno-9,10-diona y mezclas de ellos. Ha probado su eficacia que la concentración de las moléculas de colorante en forma de barritas 13 en la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 esté entre el 0,15% en peso y el 2,0% en peso, y de forma especialmente preferida entre el 0,5% en peso y el 2,0% en peso. Cristales líquidos 12 apropiados son, por ejemplo, la mezcla E7 de la empresa Merck KGaA, Darmstadt, Alemania. Una matriz polimérica apropiada se puede fabricar mediante polimerización de monómeros NOA65 de la empresa Norland Optical Adhesives, Cranbury, USA. La fracción de los cristales líquidos 12 en la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 está, por ejemplo, entre el 50% y 99%.

[0129] Cuando no se aplica tensión en las capas de electrodo 30, 31, los cristales líquidos 12 están orientados de media de forma isotrópica, es decir, estadísticamente o estocásticamente de forma uniforme en todas las direcciones. Dado que los ejes longitudinales 14 de las moléculas de colorante en forma de barritas 13 se modifican en función de las orientaciones de los ejes longitudinales 17 de los cristales líquidos 12 adyacentes especialmente, orientables en el campo eléctrico, las moléculas de colorante en forma de barritas 13 están orientadas igualmente de media de forma isotrópica. La luz incidente se dispersa, por un lado, por las diferencias en el índice de refracción entre los cristales líquidos 12 y el polímero y, por otro lado, se absorbe parcialmente, es decir, en función de la orientación de los ejes longitudinales 14 de las moléculas de colorante en forma de barritas 13. Como resultado, la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 es opaca. Según la molécula de colorante en forma de barrita 13 usada, la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 también puede presentar una coloración determinada. Este estado se muestra en la fig. 1a.

[0130] Dado que las moléculas de colorante en forma de barritas 13 absorben parcialmente la luz incidente, la opacidad de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 mejora en el estado sin tensión, es decir, desconectado y genera opcionalmente una coloración. La opacidad depende del espesor a lo largo de la dirección de observación de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11, es decir, la cantidad o densidad de los cristales líquidos 12 y las moléculas de colorante en forma de barritas 13 en la matriz polimérica. Cuanto más gruesa es la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 o cuanto mayor es la fracción de esferas 19, que presentan los cristales líquidos 12 y las moléculas de colorante en forma de barritas 13, tanto más elevada es la opacidad.

[0131] Además, la opacidad depende de la temperatura. Cuanto mayor es la temperatura, tanto mayor es la opacidad, en particular debido al movimiento browniano de las esferas 19, que presentan los cristales líquidos 12 y las moléculas de colorante en forma de barritas 13, en la matriz polimérica.

[0132] Si, por el contrario, en las capas de electrodo 30, 31 se aplica una tensión y en consecuencia está presente un campo eléctrico en la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11, los cristales líquidos 12 se ordenan, según está representado en la fig. 1b, en paralelo al campo eléctrico. La disposición de los cristales líquidos 12 es por lo tanto anisotrópica. Dado que los ejes longitudinales 14 de las moléculas de colorante en forma de barritas 13 se modifican en función de las orientaciones de los ejes longitudinales 17 de los cristales líquidos 12 adyacentes especialmente, orientables en el campo eléctrico, las moléculas de colorante en forma de barritas 13 están orientadas igualmente de media de forma anisotrópica. La luz incidente puede pasar en consecuencia a través de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11, dado que, por un lado, no existen diferencias esenciales con vistas los índices de refracción de los cristales líquidos 12 y el polímero y, por otro lado, la absorción de las moléculas de colorante en forma de barritas 13 es claramente menor debido a su orientación con respecto a la luz incidente, comparado con la orientación isotrópica.

[0133] Las fig. 2a a fig. 2b ilustran el modo de funcionamiento de un elemento de seguridad 1 con una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11, una primera capa de electrodo 30, una segunda capa de electrodo 31, una capa auxiliar 23, una capa de apoyo 21 y una capa de reflexión 60. Con respecto a la configuración de las capas, en este caso se hace referencia a las realizaciones anteriores.

[0134] Un observador 5 mira desde arriba sobre el elemento de seguridad 1, que se ilumina a luz incidente con luz blanca de una fuente de luz 6. La capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 se puede conmutar entre un estado opaco, según se muestra en la fig. 2a, y un estado transparente, según se muestra en la fig. 2c.

[0135] En el estado opaco, según se muestra en la fig. 2a, es decir, cuando no está aplicada tensión en las capas de electrodo 30, 31, la luz incidente se dispersa, por un lado, al máximo y, por otro lado, se absorbe mediante las moléculas de colorante en forma de barritas 13. Las moléculas de colorante en forma de barritas 13 generan en la fig. 2a debido a su propiedad de absorción de la luz una coloración para el observador 5, es decir, aquí un color rojo. La capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 es en consecuencia opaca y presenta un color rojo. Idealmente solo una pequeña fracción de la luz incidente alcanza la capa de reflexión 60. A este respecto, la fracción de la luz, que alcanza la capa de reflexión 60 en el estado opaco, determina el contraste de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11.

[0136] En el estado opaco de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11, el elemento de seguridad 1 aparece, por consiguiente, por ejemplo, opaco rojo a excepción del marco 22 formado por la capa de apoyo 21, según se muestra en la fig. 2b, dado que la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 es opaca y roja.

5

[0137] En el estado transparente de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11, según se muestra en la fig. 2c, es decir, cuando está aplicada una tensión en las capas de electrodo 30, 31, la luz incidente puede pasar en gran parte hasta la capa de reflexión 60, se refleja en la capa de reflexión 60 y atraviesa de nuevo la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11. El observador 5 puede reconocer por consiguiente la luz reflejada por la capa de reflexión 60, dado que es mínima tanto la dispersión de la luz de los cristales líquidos 12, como también la absorción de las moléculas de colorante en forma de barritas 13.

10

[0138] En el estado transparente, la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 del elemento de seguridad 1 es por consiguiente transparente a excepción del marco 22 formado por la capa de apoyo 21, según se muestra en la fig. 2d. Opcionalmente el material de la capa de apoyo 21 puede estar configurado igualmente de forma transparente.

15

[0139] Las fig. 3a y fig. 3b muestran otra variante de realización del elemento de seguridad 1 según la invención, que presenta una primera capa de electrodo 30, una segunda capa de electrodo 31, una capa de apoyo 21, una capa de efecto 68 y una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11.

20

[0140] La primera capa de electrodo 30 y la segunda capa de electrodo 31 están configuradas aquí como capa de electrodo inferior 30 y capa de electrodo superior 31. La capa de electrodo inferior 30 presenta primeras microestructuras en la región 37.

25

[0141] Además, la capa de electrodo inferior 30 presenta una metalización 30m en las zonas 27. La capa metálica 30m permite destacar claramente los efectos ópticos generados por las primeras microestructuras o amplifica los efectos ópticos generados.

30

[0142] Además, también es posible que la capa de electrodo superior 31 y/o la capa de electrodo inferior 30 se componga(n) de varias capas. Así, por ejemplo, la capa de electrodo inferior 30 se puede componer de una capa de laca de replicación, en la que se da forma al menos por regiones a primeras microestructuras, y una capa metálica, que está aplicada al menos por regiones en forma de una metalización sobre la capa de laca de replicación. La capa metálica forma entonces la capa conductora de la capa de electrodo inferior 30 y permite destacar claramente los efectos ópticos generados por las primeras microestructuras.

35

[0143] La capa de apoyo 21 está presente en las zonas 26 y no está presente en las zonas 27. La capa de apoyo 21 presenta en las zonas 26 una altura 28 entre 1 μm y 50 μm , preferentemente entre 2 μm y 30 μm , más preferentemente entre 3 μm y 20 μm . La distancia 29 entre las zonas 26 está entre 5 μm y 500 μm , preferentemente entre 10 μm y 300 μm , más preferentemente entre 20 μm y 150 μm . Además, el elemento de seguridad 1 presenta en las zonas 27 la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11. Según se muestra en la fig. 3a es constante la distancia 29 entre las zonas 26 en las que está presente la capa de apoyo 21. No obstante, también es posible que la distancia 29 varíe. La capa de apoyo 21 se puede imprimir, por ejemplo, en las zonas 26. La capa de apoyo 21 está realizada aquí de forma eléctricamente aislante, de modo que se evita un cortocircuito eléctrico entre la capa de electrodo inferior 30 y la capa de electrodo superior 31.

45

[0144] También es posible que la capa de apoyo 21 se forme por una fotolaca. Para ello se aplica, por ejemplo, por regiones una capa metálica, en particular una capa de aluminio, sobre una capa base transparente. Sobre la capa metálica aplicada por regiones se aplica una fotolaca, la fotolaca se expone a la luz a través de la capa metálica aplicada por regiones. La capa metálica aplicada por regiones sirve por consiguiente como máscara de exposición para la fotolaca. Al usar una fotolaca de negativo, las zonas expuestas a la luz se conservan como la capa de apoyo 21 en las zonas 26. Alternativamente también es posible usar una fotolaca de positivo. La fotolaca se puede imprimir o aplicar con rasqueta, por ejemplo.

50

[0145] Se remite a las realizaciones arriba mencionadas respecto a la configuración de la capa de electrodo superior 31.

55

[0146] La capa de efecto 68 está dispuesta en el lado dirigido hacia el observador 5. La capa de efecto 68 influye en el aspecto óptico del elemento de seguridad 1. La capa de efecto 68 en las fig. 3a y fig. 3b está realizada aquí como capa a color impresa y por consiguiente una capa ópticamente invariable. Además, es posible que la al menos una capa de efecto 68 sea una capa ópticamente variable, en particular sea al menos una capa de color, que presenta un aglutinante y pigmentos ópticamente variables. Así, la capa de efecto 68 puede ser, por ejemplo, una capa impresa de tintas ópticas variables (en inglés, *optically variable ink*, OVI®), que generan una impresión del color ópticamente variable, en particular debido a los efectos de interferencia. Además, es posible que la al menos una capa de efecto 68 sea una capa de laca de replicación, en la que se dan forma a estructuras en relieve, en particular

60

65

- Kinegram® u hologramas, estructuras de difracción de orden cero, rejillas blaze, en particular estructuras en relieve de dientes de sierra asimétricas, estructuras de difracción, en particular rejillas de difracción sinusoidales lineales o rejillas de difracción sinusoidales en cruz, microestructuras o nanoestructuras de difracción de la luz y/o de refracción de la luz y/o de concentración de la luz, lentes de Fresnel binarias o continuas, superficies de forma libre de Fresnel
- 5 binarias o continuas, macroestructuras difractivas o refractivas, en particular estructuras de lentes o estructuras de microprimas, superficies de espejo o estructuras mate, en particular estructuras mate anisotrópicas o isotrópicas o combinaciones de estas estructuras. Además, es posible que la capa de efecto 68 esté metalizada por regiones, en particular cuando esta está conformada como capa de laca de replicación.
- 10 **[0147]** En el estado opaco de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11, según se muestra en la fig. 3a, es decir, cuando no está aplicada tensión en las capas de electrodo 30, 31, la luz incidente de una fuente de luz 6 se dispersa, por un lado, al máximo y, por otro lado, se absorbe mediante las moléculas de colorante en forma de barritas 13. La una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 es en consecuencia opaca y presenta, por ejemplo, un color negro.
- 15 **[0148]** En el estado transparente de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11, según se muestra en la fig. 3b, es decir, cuando está aplicada una tensión en las capas de electrodo 30, 31, la luz incidente de la fuente de luz 6 pasa hasta la metalización 30m de la capa de electrodo inferior 30, allí se difracta o refracta en las primeras microestructuras o, si no están presentes microestructuras, se refleja en la metalización 30m y atraviesa
- 20 nuevamente la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11. El observador 5 puede reconocer por consiguiente los efectos ópticos generados por las primeras microestructuras o la luz reflejada, dado que es mínima tanto la dispersión de la luz de los cristales líquidos 12, como también la absorción de las moléculas de colorante en forma de barritas 13.
- 25 **[0149]** Las fig. 4a a fig. 4f muestran vistas en planta de variantes de configuración de una capa de apoyo. Según se muestra en las fig. 4a a fig. 4f, es posible que la capa de apoyo esté presente en las zonas 26 y no esté presente en las zonas 27 y que las zonas 26 estén configuradas en forma de modelo, en particular para la representación de una primera información. Un modelo puede ser un contorno diseñado gráficamente, una representación figurativa, una imagen, un motivo, un símbolo, un logotipo, un retrato, un símbolo alfanumérico, un
- 30 texto y similares. Así en la fig. 4a la capa de apoyo está conformada en la zona 26 en forma de tablero de ajedrez, en la fig. 4b la capa de apoyo está confirmada en las zonas 26 en forma de cruz, en la fig. 4c la capa de apoyo está conformada en las zonas 26 en forma de un símbolo alfanumérico, en la fig. 4 la capa de apoyo está conformada en las zonas 26 en forma de líneas con diferentes anchuras, en la fig. 4e la capa de apoyo está conformada en la zona 26 en forma de panal y en la fig. 4f la capa de apoyo está conformada en la zona 26 como un modelo de tablero de
- 35 ajedrez girado en 45°. La distancia entre las zonas 26 está, según se describe en las figuras 3a y 3b, típicamente entre 5 µm y 500 µm, preferentemente entre 10 µm y 300 µm, más preferentemente entre 20 µm y 150 µm.
- [0150]** Las fig. 5a a fig. 5e muestran vistas en planta de variantes de configuración de una capa de apoyo de un elemento de seguridad 1. Así la fig. 5a muestra un marco 22 formado por la capa de apoyo, un electrodo desmetalizado en una zona 35 en modelo en forma de una estrella. El electrodo está metalizado en la región 36.
- 40 **[0151]** La fig. 5b muestra un marco ancho 22 en forma de motivo y en forma de una estrella de la capa de apoyo, así como el electrodo metalizado en la región 36.
- 45 **[0152]** La fig. 5c muestra de nuevo un marco ancho 22 en forma de estrecha, formado por la capa de apoyo, donde el marco 22 forma adicionalmente nervios estrechos y bordea respectivamente las regiones parciales 24. La fig. 5d muestra un marco 22 formado por la capa de apoyo, así como el electrodo metalizado en forma de estrecha en la región 36, donde la capa de apoyo está presente en la zona 26 y no está presente en las zonas 27. La zona 26 está conformada en este caso en forma de tablero de ajedrez.
- 50 **[0153]** La fig. 5e muestra un marco 22 formado por la capa de apoyo, así como el electrodo metalizado en forma de estrecha en la región 36, donde la capa de apoyo está presente en las zonas 26 y no está presente en las zonas 27. Las zonas 26 están conformadas en este caso en forma de cruz.
- 55 **[0154]** Las fig. 6a a fig. 6c muestran representaciones en sección de un electrodo de un elemento de seguridad 1. Así la fig. 6a muestra un electrodo inferior 30, sobre el que está aplicada en toda la superficie una metalización 30 m, por ejemplo, de oro, plata, cromo, cobre o aluminio. Además, el electrodo inferior presenta una capa de apoyo 21 en las zonas 26. La fig. 6b muestra un electrodo inferior 30, donde el electrodo inferior 30 y la capa de apoyo 21 forman una capa o también solo están conectados. Así, por ejemplo, es posible que el electrodo inferior se componga de
- 60 varias capas, por ejemplo, de una capa de laca de replicación y una metalización 30m, donde la capa de apoyo 21 está presente en las regiones desmetalizadas, es decir, está en contacto con la capa de laca de replicación. Esto se puede implementar p. ej. a través de una etapa de litografía. La capa de apoyo 21 y la capa de laca de replicación están hechas en este caso de material diferente. Alternativamente, a las zonas 26 de la capa de apoyo 21 también se les puede dar forma, por ejemplo, en la capa de laca de replicación, según se muestra en la fig. 6b. En las zonas 27,
- 65 es decir, en los espacios intermedios de las zonas 26 está aplicada la metalización 30 m, que forma la capa

eléctricamente conductora de la capa de electrodo 30. Además, es posible que la metalización 30m esté aplicada en las zonas 26, las zonas 27 y en los flancos de la capa de apoyo 21 presente en las zonas 26, según se muestra en la fig. 6c.

5 **[0155]** Las fig. 7a a fig. 7c muestran vistas en planta esquemáticas de variantes de configuración de un electrodo de un elemento de seguridad 1. Así la fig. 7a muestra la región 37 de un electrodo inferior, que en las regiones parciales 38, 39, 40, 41 presenta diferentes microestructuras. Así, por ejemplo, la región parcial 38 presenta una superficie de espejo, la región parcial 39 una estructura mate isotrópica, la región parcial 40 una primera microestructura binaria y la región parcial 41 una segunda microestructura binaria, que genera un efecto de color
10 diferente respecto a la primera microestructura binaria en el rango de las longitudes de onda visibles para el ojo humano, en particular en el rango de longitudes de onda de 380 nm a 780 nm. La primera distancia entre las primeras superficies de elemento de los primeros elementos y de la superficie base de la primera microestructura binaria es en este caso de p. ej. 380 nm y la primera distancia de la segunda microestructura binaria es en este caso de p. ej. 450 nm. La fig. 7b muestra otra variante de configuración de una región 37 de un electrodo inferior, que en las regiones
15 parciales 38, 39 y 42 presenta diferentes microestructuras. Así, la región parcial 42 presenta una estructura en relieve difractiva de alta frecuencia, en particular una estructura de difracción de orden cero en base a una rejilla cruzada con un perfil de rejilla asimétrico, donde la impresión de color de esta estructura en relieve difractiva de alta frecuencia con un ángulo de observación de por ejemplo 10° es color oro. Respecto a las regiones parciales 38 y 39 aquí se remite a las realizaciones arriba mencionadas, es decir, presentan respectivamente otras microestructuras. La fig. 7c muestra
20 otra variante de configuración de una región de un electrodo inferior, que en las regiones parciales 39, 40 y 41 presenta diferentes microestructuras. Aquí se remite a las realizaciones arriba mencionadas respecto a la configuración de las regiones parciales 39, 40 y 41.

[0156] La fig. 8 muestra otra variante de realización del elemento de seguridad 1 según la invención, que
25 presenta capas auxiliares 23, una primera capa de electrodo 30, una segunda capa de electrodo 31, una capa de apoyo 21, una capa de polarización 64 y una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11. Aquí se remite a las realizaciones arriba mencionadas respecto a las capas 21 y 23.

[0157] La primera capa de electrodo 30 y la segunda capa de electrodo 31 está configurada aquí como capa
30 de electrodo inferior 30 y capa de electrodo superior 31. La capa de electrodo inferior 30 presenta en la región 37 una microestructura, por ejemplo, un holograma generado por ordenador. La capa de electrodo inferior 30 se compone aquí de dos capas parciales, en particular de una capa de laca de replicación y una metalización 30m.

[0158] La capa de laca de replicación se compone, ejemplo, de una laca termoplástica en la que se da forma
35 a una estructura superficial por medio de calor y presión por la acción de una herramienta de estampación. Además, también es posible que la capa de laca de replicación se forme por una laca reticulable mediante luz UV y que se dé forma a la estructura superficial en la capa de laca de replicación por medio de replicación UV. Así, se da forma a la estructura superficial por la acción de una herramienta de estampación en la capa de laca de replicación sin curar y la capa de laca de replicación se cura con irradiación de luz UV directamente durante o después de ese proceso de
40 conformación.

[0159] La capa de laca de replicación cuenta, preferentemente, con un espesor de capa comprendido entre
0,2 μm y 2 μm . El espesor de capa de la capa de laca de replicación de la fig. 8 es de 0,5 μm y se trata de una capa de laca de replicación reticulada químicamente al menos parcialmente. La estructura de superficie dada forma en la
45 capa de laca de replicación es preferentemente un Kinegram® u hologramas, rejillas blaze, en particular estructuras en relieve de dientes de sierra asimétricas, estructuras de difracción, en particular rejillas de difracción sinusoidales lineales o rejillas de difracción sinusoidales en cruz o rejillas rectangulares en una o varias plantas lineales o rejillas rectangulares en una o varias plantas en cruz, superficies de espejo, estructuras mate, en particular estructuras mate anisotrópicas o isotrópicas o combinaciones de estas estructuras. Además, es posible que se trata de microestructuras
50 binarias. En este caso es posible que las microestructuras binarias se compongan de una superficie base paralela al plano fijado por el lado inferior del elemento de seguridad y varios primeros elementos, donde las primeras superficies de elemento de los primeros elementos discurren respectivamente esencialmente en paralelo al plano base y donde las primeras superficies de elemento de los primeros elementos y la superficie base están espaciadas en una dirección, que discurre perpendicularmente al lado inferior del elemento de seguridad, a una primera distancia que está
55 seleccionada de modo que en particular por la interferencia de la luz reflejada en la superficie base y las primeras superficies de elemento en luz incidente y/o en particular por la interferencia de la luz transmitida a través de las primeras superficies de elemento y las superficies base al trasluz se genera un color, o que las microestructuras binarias se compongan de una pluralidad de segundos elementos adyacentes entre sí, donde las segundas superficies de elemento de los segundos elementos están dispuestas en paralelo entre sí y presentan un flanco que conecta con
60 las segundas superficies de elemento de los segundos elementos, donde las segundas superficies de elementos de los segundos elementos adyacentes están espaciadas en una dirección perpendicular a las segundas superficies de elemento a una segunda distancia o un múltiplo de la segunda distancia, donde la segunda distancia está entre 150 nm y 1500 nm.

65 **[0160]** En la fig. 8 está aplicada una metalización 30m sobre la capa de laca de replicación. La metalización es

preferentemente una capa metálica de cromo, aluminio, oro, cobre, plata o una aleación de dichos metales, que se deposita en vacío en fase de vapor con un espesor de capa comprendido entre 0,01 μm y 0,15 μm . Además, también es posible que la capa de reflexión se forme por una capa de reflexión transparente, por ejemplo, por una capa metálica delgada o finamente estructurada o una capa dieléctrica HRI o LRI (del inglés, *high refraction index, HRI; low refraction index, LRI*). Una capa de reflexión dieléctrica de este tipo consiste, por ejemplo, en una capa de un óxido metálico, sulfuro metálico, óxido de titanio, etc. depositada en fase de vapor con un espesor comprendido entre 10 nm y 150 nm. La metalización 30m en la fig. 8 es eléctricamente conductora y forma por ello la capa eléctricamente conductora del electrodo inferior 30.

10 **[0161]** La capa de electrodo superior 31 presenta en la región 33 una microestructura, por ejemplo, un Kinegram® u hologramas, estructuras de difracción de orden cero, rejillas blaze, en particular estructuras en relieve de dientes de sierra asimétricas, estructuras de difracción, en particular rejillas de difracción sinusoidales lineales o rejillas de difracción sinusoidales en cruz o rejillas rectangulares en una o varias plantas lineales o rejillas rectangulares en una o varias plantas en cruz, microestructuras o nanoestructuras de difracción de la luz y/o de refracción de la luz y/o de concentración de la luz, lentes de Fresnel binarias o continuas, superficies de forma libre de Fresnel binarias o continuas, macroestructuras difractivas o refractivas, en particular estructuras de lentes o estructuras de microprimas, superficies de espejo, estructuras mate, en particular estructuras mate anisotrópicas o isotrópicas o combinaciones de estas estructuras. La capa de electrodo superior 31 se compone aquí de dos capas parciales, en particular de una capa de laca de replicación y una metalización 31m. Aquí se remite a las realizaciones arriba mencionadas respecto a la capa de laca de replicación del electrodo superior y la metalización 31m.

25 **[0162]** La capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 presenta un espesor variable en la fig. 8. Según se muestra en la fig. 8, el espesor de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 varía linealmente transversalmente al cuerpo de film, desde un primer espesor más pequeños en el borde de capa izquierdo hacia un segundo espesor mayor en el borde de capa derecho. Dado que las capas eléctricamente modificables en su efecto óptico 11 más gruesas necesitan más tensión para conmutar del estado opaco al transparente, debido al cambio de grosor de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 se puede generar, por ejemplo, una transparencia, que se propaga a lo largo del elemento de seguridad 1 y que se propaga con tensión creciente.

30 **[0163]** La capa de polarización 64 polariza la luz incidente, por ejemplo, de forma lineal. De este modo es posible mejorar el contraste entre el estado más opaco de la capa eléctricamente modificable en su efecto 11 y el estado transparente de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11. La capa de polarización 64 es preferentemente una capa de polímero semicristalino y presenta un espesor de capa entre 2 μm y 20 μm , preferentemente entre 5 μm y 15 μm , de forma especialmente preferida entre 7 μm y 10 μm . Además, la capa de polarización 64 puede presentar una coloración. Así la capa de polarización puede ser, por ejemplo, verde.

40 **[0164]** Las fig. 9a a fig. 9d muestran otra variante de realización del elemento de seguridad 1 según la invención, que presenta una primera capa de electrodo 30, una segunda capa de electrodo 31, una capa de apoyo 21, una capa de reflexión 60, una primera capa de polarización 63, una segunda capa de polarización 64, una primera capa de orientación 50, una segunda capa de orientación 51 y una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11. Aquí se remite a las realizaciones arriba mencionadas respecto a las capas de electrodo 30 y 31, la capa de apoyo 21, la capa de reflexión 60 y las capas de polarización 63 y 64.

45 **[0165]** La primera capa de electrodo 30, la primera capa de polarización 63 y la primera capa de orientación 50 están configuradas aquí como capas inferiores. La segunda capa de electrodo 31, la segunda capa de polarización 64 y la segunda capa de orientación 51 están configuradas aquí como capas superiores.

50 **[0166]** La capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 presenta aquí cristales líquidos 12 y moléculas de colorante en forma de barritas 13. Los cristales líquidos 12 presentan anisotropía eléctrica y birrefringencia y con capaces de girar la dirección de polarización de la luz polarizada. Las moléculas de colorante en forma de barritas 13 modifican sus orientaciones de los ejes longitudinales en función de las orientaciones de los ejes longitudinales de los cristales líquidos 12 adyacentes espacialmente, orientables en el campo eléctrico, según se describe arriba.

55 **[0167]** La capa de orientación inferior 50 y la capa de orientación superior 51 presentan respectivamente una dirección de preferencia. Por ejemplo, las superficies de las capas de orientación 50, 51 se cepillan para la generación de las respectivas direcciones de preferencia. Para el cepillado se pueden usar, por ejemplo, espuma de poliestireno o rodillos revestidos con textiles. Mediante el proceso de cepillado se originan estructuras acanaladas ampliamente paralelas, que determinan la dirección de preferencia de las capas de orientación 50, 51. Las capas de orientación 50, 60 51 mostradas en las fig. 9a y fig. 9c están realizadas aquí de forma transparente. Además, también es posible que, por ejemplo, la capa de orientación inferior 50 esté realizada de forma reflectante. Igualmente, las capas de polarización 63, 64, así como la capa de electrodo superior 31 están realizadas de forma transparente en las fig. 9a y fig. 9c.

65 **[0168]** Sin una tensión aplicada y por consiguiente sin un campo eléctrico entre las capas de electrodo 30, 31,

los cristales líquidos 12 con sus ejes longitudinales se orientan en paralelo a las acanaladuras de las capas de orientación 50, 51, según se muestra en la fig. 9a. Para mejorar esta orientación es posible usar sustancias activas superficialmente, como por ejemplo agentes tensoactivos, en particular lecitinas, silanos o poliamidas. De este modo, por un lado, se mejora la orientación de los cristales líquidos 12 según las direcciones de preferencia de las capas de orientación 50, 51 y, por otro lado, se favorece un giro posible de los cristales líquidos 12 si, por ejemplo, la dirección de preferencia de la capa de orientación inferior 50 está girada en 90° respecto a la dirección de preferencia de la capa de orientación superior 51. En general, los ejes longitudinales de los cristales de líquido 12 se ordenan cerca de la primera capa de orientación 50 según la primera dirección de preferencia y cerca de la segunda capa de orientación 51 según la segunda dirección de preferencia. En la región situada en medio, las orientaciones de los ejes longitudinales de los cristales líquidos 12 se giran de forma continua de la primera dirección de preferencia a la segunda dirección de preferencia. Dado que la orientación de los ejes longitudinales de las moléculas de colorante en forma de barritas 13, que presentan la capa modificable en su efecto óptico 11, se modifica con la orientación de los ejes longitudinales de los cristales líquidos 12, las moléculas de colorante en forma de barritas 13 siguen el giro de los cristales líquidos 12 entre la primera capa de orientación y la segunda capa de orientación. Sin tensión aplicada, las moléculas de colorante en forma de barritas 13 se orientan, según se muestra en la fig. 9a, en paralelo al plano del elemento de seguridad. El elemento de seguridad aparece en color.

[0169] Si, por el contrario, en las capas de electrodo 30, 31 se aplica una tensión y en consecuencia está presente un campo eléctrico en la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11, los cristales líquidos 12 y con ellos las moléculas de colorante en forma de barritas 13 se ordenan, según está representado en la fig. 9c, en paralelo al campo eléctrico en función de la distancia respecto a las capas de orientación 50, 51 y la tensión aplicada. Cuanto mayor sea la tensión aplicada, tanto mejor se orientan los cristales de líquido 12 en paralelo al campo eléctrico. Los cristales líquidos 12 cerca de las capas de orientación 50, 51 necesitan para ello una tensión mayor que los cristales líquidos 12, que se sitúan más alejados de las capas de orientación 50, 51, dado que los cristales líquidos cerca de las capas de orientación 50, 51 también experimentan una fuerza para la orientación según las direcciones de preferencia de las capas de orientación 50, 51. Debido a las moléculas de colorante en forma de barritas 13 orientadas principalmente perpendicularmente al plano del elemento de seguridad, el elemento de seguridad parece tener poco color o casi sin color. La impresión de color y la intensidad de color también depende además de la orientación de las capas de polarización 63, 64.

[0170] En particular, las configuraciones de las capas de polarización 63, 64 de las capas de orientación 50, 51 y de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 determinan si la luz incidente de una fuente de luz 6 puede pasar el elemento de seguridad 1 en función de una tensión aplicada posible, y determinan por consiguiente la impresión óptica del elemento de seguridad en un observador 5.

[0171] A continuación, se describen las variantes de realización de un elemento de seguridad 1 con distintas configuraciones de las capas de polarización 63 y 64, de las capas de orientación 50 y 51 y de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11.

[0172] Según una variante de realización del elemento de seguridad 1, la dirección de preferencia de la capa de orientación inferior 50 respecto a la dirección de preferencia de la capa de orientación 51 está girada en 90°. La capa de polarización superior 64 y la capa de polarización inferior 63 polarizan la luz incidente de forma lineal. Si por el plano fijado por el lado inferior del elemento de seguridad 1 se fija un sistema de coordenadas con los ejes de coordenadas x e y en perpendicular entre sí, entonces la dirección de preferencia de la capa de orientación 51 se sitúa en paralelo al eje x y la dirección de preferencia de la capa de orientación inferior 50 en paralelo al eje y. Los ejes de transmisión de las capas de polarización lineales 63, 64 se sitúan entonces en paralelo al eje x.

[0173] La luz incidente de la fuente de luz 6 se polariza linealmente en la dirección x por la capa de polarización superior 64. Las direcciones de polarización se conservan tras el paso a través de las capas de orientación 50, 51.

[0174] Según se ha descrito arriba, los cristales líquidos 12 son capaces de girar la dirección de polarización, de modo que, en el estado sin tensión tras el paso a través de la capa modificable en su efecto óptico 11, la dirección de polarización de la luz esté girada en 90°. Las moléculas de colorante en forma de barritas 13, que se orientan con sus ejes longitudinales en la dirección de los ejes longitudinales de los cristales líquidos 12, absorben la luz en este caso, según se describe arriba, y generan, por ejemplo, un color amarillo. Después del paso a través de la capa de orientación inferior 50, la dirección de polarización de la luz está girada además en 90° y está polarizada así de forma lineal en la dirección y. La luz polarizada de forma lineal en la dirección y se absorbe por la capa de polarización inferior 63, dado que los ejes de transmisión de la capa de polarización inferior 63 se sitúan en paralelo al eje x.

[0175] Por consiguiente, el elemento de seguridad 1 le parece opaco al observador 5 en el color amarillo determinado por las moléculas de colorante en forma de barritas 13, según se muestra en la fig. 9b.

[0176] Si ahora se aplica una tensión en las capas de electrodo 30, 31, los cristales de líquido 12 y correspondientemente las moléculas de colorante en forma de barritas 13 se orientan, según se describe arriba, en paralelo al campo eléctrico. La luz polarizada linealmente en la dirección x después del paso a través de la capa de

polarización superior 64 puede pasar ahora hasta la capa de reflexión 60, dado que puede atravesar la capa de polarización inferior 63, en la que los ejes de transmisión se sitúan en paralelo al eje x. La luz se refleja en la capa de reflexión 60 y puede atravesar de nuevo las capas de polarización 63 y 64, las capas de orientación 50, 51 y la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11.

5

[0177] Por consiguiente, el elemento de seguridad 1 le parece transparente al observador 5 a excepción del marco 22 formado por la capa de apoyo 21, según se muestra en la fig. 9d. Al aplicar tensión, el observador 5 ve en consecuencia la capa de reflexión 60 o efectos de las microestructuras, a las que se da forma en una capa de laca de replicación provista con la capa de reflexión 60.

10

[0178] Según otra variante de realización del elemento de seguridad 1, la dirección de preferencia de la capa de orientación inferior 50 y la dirección de preferencia de la capa de orientación superior 51 presenta la misma orientación en la orientación del eje x. La capa de polarización superior 64 y la capa de polarización inferior 63 polarizan la luz incidente de forma lineal y los ejes de transmisión de las capas de polarización 63, 64 se sitúan en paralelo a una dirección inclinada en 45° respecto al eje x. El espesor de capa de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 se corresponde aquí con una plaquita $\lambda/2$.

15

[0179] La luz incidente de la fuente de luz 6 se polariza por la capa de polarización superior 64 de forma lineal en una dirección inclinada en 45° respecto a la dirección inclinada al eje x. Las direcciones de polarización se conservan tras el paso a través de las capas de orientación 50, 51.

20

[0180] Si no está aplicada una tensión en los electrodos 30, 31, la dirección de polarización de la luz incidente se gira a través de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 debido a su espesor de capa, de manera que la luz está polarizada linealmente en una dirección inclinada en 135° respecto al eje x después del paso a través de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11. La luz polarizada de este tipo se absorbe por la capa de polarización inferior 63, dado que los ejes de transmisión de la capa de polarización inferior 63 se sitúan en paralelo a una dirección inclinada en 45° respecto al eje x. El elemento de seguridad 1 le parece opaco al observador 5 con un color determinado por las moléculas de colorante en forma de barritas 13, dado que la luz no puede atravesar las capas del elemento de seguridad 1 y las moléculas de colorante en forma de barritas 13 absorben la luz incidente.

25

30

[0181] Si ahora se aplica una tensión en las capas de electrodo 30, 31, los cristales de líquido 12 y correspondientemente las moléculas de colorante en forma de barritas 13 se orientan, según se describe arriba, en paralelo al campo eléctrico, de modo que las moléculas de cristal líquido de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 no giran 90° la dirección de polarización de la luz y, además, las moléculas de colorante en forma de barritas 13 solo presentan una absorción mínima debido a su orientación. Por consiguiente, el elemento de seguridad 1 le parece transparente al observador 5, dado que la luz incidente puede atravesar las capas del elemento de seguridad y las moléculas de colorante en forma de barritas apenas absorben la luz incidente.

35

[0182] La fig. 10 muestra otro ejemplo de realización preferido del elemento de seguridad 1 según la invención, que presenta una primera capa de orientación conductora, reflectante 50r, una segunda capa de electrodo 31, una capa de apoyo 21, una segunda capa de polarización 64, una segunda capa de orientación 51 y una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11. Aquí se remite a las realizaciones arriba mencionadas respecto a las capas 31, 64, 51 y 21.

40

[0183] La primera capa de orientación 50r presenta una estructura en relieve difractiva. La estructura en relieve difractiva es preferentemente una estructura en relieve de alta frecuencia, en particular sinusoidal, con un periodo de rejilla entre 190 nm y 500 nm, preferentemente 300 a 420 nm, y una profundidad de rejilla de 50 nm a 500 nm, preferentemente 80 nm a 250 nm. Las estructuras en relieve de alta frecuencia de este tipo también se denominan rejillas de sublongitudes de onda o estructuras de difracción de orden cero. Sorprendentemente se ha mostrado que los ejes longitudinales de los cristales líquidos se orientan igualmente en estructuras en relieve difractivas. Dado que la orientación de los ejes longitudinales de las moléculas de colorante en forma de barritas 13 se modifica con la orientación de los ejes longitudinales de los cristales líquidos 12, las moléculas de colorante en forma de barritas 13 siguen la orientación de los cristales líquidos 12. Además, las estructuras en relieve de este tipo son capaces de polarizar la luz de forma similar a un polarizador, en particular cuando las estructuras en relieve de este tipo están provistas de una capa metálica. Por ello, la primera capa de orientación 50r está realizada de forma reflectante. Así, por ejemplo, es posible que la primera capa de dirección de orientación 50r esté configurada en varias capas. Por ejemplo, la primera capa de orientación se puede componer de una capa de laca de replicación, en la que se le da forma a la estructura en relieve difractiva, y presentar una metalización que, por un lado, obtiene la parte conductora de la primera capa de orientación 50r y, por otro lado, la reflectividad de la primera capa de orientación 50r.

50

55

60

[0184] El espesor de capa de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 se corresponde aquí con la de una plaquita $\lambda/4$, de modo que la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 modifica en el estado sin tensión del elemento de seguridad 1 la luz polarizada linealmente de forma similar a una plaquita $\lambda/4$ en luz polarizada circularmente. Si así, por ejemplo, la luz incidente de la fuente de luz 6 se polariza por la segunda capa de polarización superior 64 linealmente en una dirección inclinada en 45° respecto al eje x, esta presenta una polarización

65

circular a izquierdas después del paso a través de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11, la cual cambia mediante reflexión en la primera capa de orientación 50r a circular a derechas. Después del nuevo paso a través de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11, la luz está polarizada de nuevo linealmente y la dirección de polarización está polarizada ahora en conjunto 90° respecto a la dirección original, inclinada en 45° respecto a la dirección inclinada al eje x y se absorbe por consiguiente la segunda capa de polarización 64. El elemento de seguridad 1 parece opaco por consiguiente para un observador 5.

[0185] Si ahora se aplica una tensión en las capas 31 y 50r, los cristales de líquido 12 y correspondientemente las moléculas de colorante en forma de barritas 13 se orientan, según se describe arriba, en paralelo al campo eléctrico, de modo que las moléculas de cristal líquido 12 de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 no cambian la dirección de polarización de la luz y, además, las moléculas de colorante en forma de barritas 13 solo presentan una absorción mínima debido a su orientación. La luz incidente puede atravesar por consiguiente las capas 31, 64, 51 y 11 del elemento de seguridad 1 y se refleja en la primera capa de orientación 50r. Un observador puede reconocer por consiguiente los efectos ópticos generados por la estructura en relieve sinusoidal de la primera capa de orientación 50r.

[0186] La fig. 11 muestra otro ejemplo de realización preferido del elemento de seguridad 1 según la invención, que presenta una primera capa de orientación conductora, reflectante 50r, una segunda capa de electrodo 31, una capa de apoyo 21, una segunda capa de orientación 51 y una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11. Aquí se remite a las realizaciones arriba mencionadas respecto a las capas 31, 51, 21, 11 y 50r.

[0187] El elemento de seguridad de la fig. 11 no presenta por consiguiente una segunda capa de polarización superior en comparación al elemento de seguridad de la fig. 10.

[0188] En el estado sin tensión, según se ha descrito arriba, los cristales líquidos 12 con su eje longitudinal y por consiguiente igualmente las moléculas de colorante en forma de barras 13 se orientan en paralelo a las estructuras acanaladas de las capas de orientación 51, 50r. Según se describe arriba, las moléculas de colorante en forma de barras 13 presentan su absorción máxima en esta orientación.

[0189] Si ahora se aplica una tensión en las capas 31 y 50r, los cristales líquidos 12 y correspondientemente las moléculas de colorante en forma de barras 13 se orientan, según se ha descrito arriba, en paralelo al campo eléctrico y la absorción de las moléculas de colorante en forma de barras 13 es mínima según se ha descrito. Un observador puede reconocer por consiguiente los efectos ópticos generados por la estructura en relieve sinusoidal de la primera capa de orientación 50r.

[0190] Las fig. 12a a fig. 12c muestran vistas en planta de las variantes de configuración de las capas de orientación de un elemento de seguridad 1. Así, la fig. 12a muestra una primera capa de orientación también inferior, que presenta una estructura en relieve sinusoidal, en particular una estructura de difracción de orden cero. La fig. 12b muestra una capa de orientación inferior, que en la región 56 presenta una estructura en relieve sinusoidal con un período de rejilla de 250 nm y en la región 55 en forma de estrella presenta una estructura en relieve sinusoidal con un período de rejilla de igualmente 250 nm. El ángulo acimutal de la estructura en relieve sinusoidal en la región 55 está girada en este caso 90° respecto al ángulo acimutal de la estructura en relieve sinusoidal en la región 56. La fig. 12c muestra una capa de orientación inferior que en la región 57 presenta una estructura en relieve sinusoidal, que se diferencia de la estructura en relieve sinusoidal en la región en cruz 58 por el período de rejilla, la profundidad de rejilla y el ángulo acimutal.

[0191] Las fig. 13a y fig. 13b muestran otro ejemplo de realización preferido de un elemento de seguridad 1 según la invención, que presenta una capa de reflexión 60, una primera capa de electrodo 30, una segunda capa de electrodo 31, una capa de apoyo 21, una capa auxiliar 23, una capa de efecto 68 y una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11. Aquí se remite a las realizaciones arriba mencionadas respecto a las capas 68, 31, 21, 11, 30, 23 y 60.

[0192] Dado que el elemento de seguridad 1 en las fig. 13a y fig. 13b no contiene capas de orientación, los cristales líquidos 12 y por consiguiente también los elementos de colorante en forma de barritas 13 presentan en el estado sin tensión una orientación isotrópica, es decir, los elementos de colorante en forma de barritas 13 no presentan una dirección unitaria y están dispuestos por ello al azar. En este estado, la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 parece opaca con un color determinado por los elementos de colorante en forma de barritas 13.

[0193] Si por el contrario se aplica una tensión en las capas de electrodo 30, 31, los cristales líquidos 12 y correspondientemente las moléculas de colorante en forma de barras 13 se orientan, según se ha descrito arriba, en paralelo al campo eléctrico y la absorción de las moléculas de colorante en forma de barras 13 es mínima según se ha descrito. La capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 parece en un estado transparente.

[0194] La fig. 14 muestra otro ejemplo de realización preferido de un elemento de seguridad 1 según la invención, que presenta las capas de color opcionales 66 y 67. Aquí se remite a las realizaciones arriba mencionadas

respecto a la capa 30, 31, 21, 11 y 68.

[0195] Las capas de color 66, 67 solapan en este caso al menos parcialmente la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11. Además, al menos una parte de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 está dispuesta entre las capas de color 66, 67. Además, es posible que las capas de color estén coloreadas diferentemente, así por ejemplo la capa de color 66 puede estar teñida verde y la capa de color 67 estar teñida roja. Además, es posible que las capas de color 66, 67 configuren un modelo con diferentes elementos de modelo coloreados diferentemente. Así, por ejemplo, la capa de color 67 puede presentar un modelo en forma de una imagen, como por ejemplo una estrella, donde la capa de color 67 esté coloreada azul en la región de la estrella.

10

[0196] Las fig. 15a a 15f muestran vistas en planta de elementos de seguridad 1 para la clarificación del efecto óptico de los elementos de seguridad según la invención. Las fig. 15a, fig. 15c y fig. 15e muestran respectivamente vistas en planta de los elementos de seguridad 1 en el estado opaco de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11. Las fig. 15b, fig. 15d y fig. 15f muestran las vistas en planta de los elementos de seguridad 1 en el estado transparente de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11. Así, los elementos de seguridad de las fig. 15a a fig. 15f están configurados de manera que estos presentan, en el estado opaco de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico, todo un aspecto lechoso, turbio y simultáneamente a color para el usuario. No obstante, en el estado transparente de la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico, por el contrario, se pueden reconocer efectos de color adicionales para el observador, según se muestra en las fig. 15b, fig. 15d y fig. 15f. Los efectos de color adicionales son vagos en cualquier caso en el estado opaco de las fig. 15a, 15c, 15e o no se pueden reconocer de ninguna manera. Así, por ejemplo, el elemento de seguridad 1 de la fig. 15b muestra en las regiones 38, 39 y 40 diferentes efectos de color que, según se describe, se generan por las microestructuras diferentes que presenta la primera capa de electrodo. Así, por ejemplo, es posible que la región 39 le parece roja al observador, la región 38 le parece azul al observador y la región 40 presenta un holograma que le queda oculto a un observador en el estado opaco. La fig. 15d muestra un elemento de seguridad 1, que presenta un marco 22 que forma la letra "K", donde la región 41 de la letra "K" le parece roja a un observador, la región 42 le parece azul a un observador y la región 43 es transparente. El marco 22 por el contrario parece oscuro o negro y se puede reconocer en sí en el estado opaco como región oscura, según está representado en la fig. 15c. La fig. 15f muestra un elemento de seguridad 1, que en las regiones 45, 46 representa frutas y en las regiones 44, 47 hojas. En este caso, en las regiones 44, 45, 46 y 47 se generan, por ejemplo, diferentes efectos ópticos para un observador, dado que la capa de electrodo inferior del elemento de seguridad 1 presenta diferentes microestructuras en estas regiones.

15

20

25

30

[0197] La fig. 16a y fig. 16b muestran otro ejemplo de realización, en el que un elemento de seguridad 1 está dispuesto sobre una ventana 71 que penetra preferentemente completamente el sustrato de un documento de seguridad 2. De esta manera, el documento de seguridad 1 se puede observar desde ambos lados y a saber tanto con luz incidente como también al trasluz. El documento de seguridad 2 puede ser, por ejemplo, un billete de banco. La ventana 71 puede ser, por ejemplo, un agujero punzonado en un billete de banco de papel o una página del pasaporte. A este respecto, es posible que un observador 5 observe el documento de seguridad 2 y el elemento de seguridad 1 aplicado sobre el documento de seguridad 2, tanto con luz incidente como también al trasluz desde el lado delantero del documento de seguridad 2 o también con luz incidente como también al trasluz desde el lado posterior del documento de seguridad 2, según se muestra en la fig. 16a y 16b.

35

40

[0198] La fig. 17 muestra un documento de seguridad 2, p. ej. un billete de papel, en el que está configurada una abertura de ventana 71, que penetra preferentemente completamente el sustrato de papel del documento de seguridad 2, p. ej. mediante punzonado. El documento de seguridad 2 presenta un espesor de como máximo 1000 μm , en particular un espesor en el rango de 20 a 200 μm , en particular preferentemente en el rango de 50 a 140 μm . En un lado del documento de seguridad 2 está fijado, p. ej. por medio de una capa de adhesivo 69, un elemento de seguridad 1, que comprende una fuente de energía piezoeléctrica 70. La capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 del elemento de seguridad 1 está dispuesta de modo que esta cierra la abertura de ventana 71. La fuente de energía piezoeléctrica 70 contiene una capa 75 de material piezoeléctrico, p. ej. PVDF (polifluoruro de vinilideno), con cuyos dos lados está en contacto cada vez una capa de electrodo 30, 31.

45

50

[0199] Las capas de electrodo 30, 31 presentan un espesor de capa en el rango de 1 nm a 500 nm, preferentemente en el rango de 10 nm a 200 nm. A este respecto, las capas de electrodo 30, 31 pueden estar configuradas opacas o al menos localmente transparentes. Para la formación de las capas de electrodo 30, 31 han probado su eficacia los metales o aleaciones metálicas, como aluminio, plata, oro, cromo, cobre y similares, materiales inorgánicos no metálicos conductores, como ITO y similares, nanotubos de carbono, grafeno y polímeros conductores como PEDOT (= poli (3,4-etilendioxitiofeno)), PANI (= polianilina), y similares.

55

60

65

[0200] La formación de las capas de electrodo 30, 31 se realiza en particular con la formación de capas de electrodo 30, 31 metálicas o inorgánicas no metálicas preferentemente mediante deposición en fase vapor o pulverización catódica, o en particular con formación de capas de electrodo 30, 31 poliméricas mediante procedimientos de impresión usuales, como serigrafía, impresión por chorro de tinta, impresión en relieve, huecograbado o una aplicación con raqueta. Pero también es posible el uso de un film de transferencia para la formación de capas de electrodo 30, 31 por medio de estampado en caliente o en frío.

[0201] Estas capas de electrodo 30, 31 forman una conexión eléctricamente conductora a través del elemento de seguridad 1 hasta la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11.

5 **[0202]** Hacia los lados exteriores, el elemento de seguridad 1 está revestido por una capa auxiliar transparente 23. La capa auxiliar 23 es preferentemente una capa de protección. La capa de protección está configurada preferentemente como film de soporte, que es autoportante, o como capa de laca de protección, que no es autoportante debido a su espesor de capa pequeño. La capa de protección está configurada preferentemente transparente sin color o a color. La capa de protección está formada en particular de PET, PEN (= naftalato de polietileno), PE (= polietileno), PI (= poliimida), PP (= polipropileno), PC o PTFE (= politetrafluoretileno). Además, es posible que la capa auxiliar 23 sea una capa de nivelación de compensación de altura, que esté colocada en particular entre el elemento de seguridad 1 y documento de seguridad 2.

15 **[0203]** Ha probado su eficacia que como material piezoeléctrico se use un polímero, en particular del tipo polifluoruro de vinilideno (= PVDF). Pero también se pueden usar otros materiales piezoeléctricos, como poliamidas, poliuretanos, fluoropolímeros y en particular copolímeros derivados de ellos, así como elastómeros de cristales líquidos ferroeléctricos. Otros materiales piezoeléctricos posibles son materiales de composite imprimible de partículas piezoeléctricas p. ej. de titanato circonato de plomo (PZT) u óxido de cinc (ZnO), embebido en una matriz orgánica o también materiales piezoeléctricos, como capas de PZT o matrices de nanohilos de ZnO, que se transmiten a un material de soporte flexible, p. ej. vía láser Lift-off. La capa de material piezoeléctrico 75 presenta preferentemente un espesor de capa de como máximo 200 µm, preferentemente de como máximo 50 µm, más preferentemente como máximo 25 µm. Para documentos de identidad como una tarjeta de pasaporte de policarbonato (PC) han demostrado ser practicables espesores de capa en el rango hasta 200 µm, preferentemente hasta 100 µm. Las capas delgadas de este tipo de material piezoeléctrico se pueden fabricar, en particular mediante impresión en uno varios pasos, donde la capacidad para la generación de una tensión eléctrica se conserva durante la aplicación de una sollicitación a flexión de manera sorprendente, cuando está presente una rigidez apropiada.

30 **[0204]** Es especialmente preferible que la capa eléctricamente modificable en su efecto óptico 11 se vuelva transparente u opaca bajo la acción del campo eléctrico, que se genera por la fuente de energía piezoeléctrica 70 mediante flexión de la misma entre la primera y la segunda capa de electrodo 30, 31. Pero la fuente de energía 70 se puede activar no solo por flexión, sino también térmicamente a través de un gradiente de temperatura, que se aplica a través de la capa de material piezoeléctrico 75.

35 **[0205]** Mediante la activación de la fuente de energía 70 se pueden provocar efectos ópticos cambiantes en el elemento de seguridad 1, según se ha descrito arriba. La lectura de esta información óptica se realiza en particular visualmente y sin otros medios auxiliares.

40 **[0206]** La fig.18 muestra un film de transferencia 3. Ha probado su eficacia que el elemento de seguridad 1 se proporcione sobre un film de transferencia 73, de modo que se puede realizar una aplicación del elemento de seguridad 1 sobre un documento de seguridad 2 mediante estampado. Un film de transferencia 3 semejante presenta al menos un elemento de seguridad 1 según la invención, donde el al menos un elemento de seguridad 1 está dispuesto sobre un film de soporte 73 del film de transferencia 3 y se puede desprender de este.

45 **[0207]** Partiendo del film de soporte 73 del film de transferencia 3 aquí está presente habitualmente una capa de desprendimiento 74, a fin de poder separar el elemento de seguridad 1 del film de soporte 73 del film de transferencia 3 después del estampado. En un lado de la capa de desprendimiento 74 alejado del film de soporte 73 del film de transferencia 3 está presente preferentemente la capa de protección 23 transparente, opcional y configurada como capa de laca protectora y además la estructura restante del elemento de seguridad 1.

50 **[0208]** El elemento de seguridad 1 se puede fijar en el documento de seguridad 2 por medio de una capa de adhesivo 69, en particular de un adhesivo en frío o en caliente. Pero la capa de adhesivo 69 también puede estar formada ya por un film de soporte, que limita con el elemento de seguridad 1.

Lista de referencias

55

[0209]

1	Elemento de seguridad
2	Documento de seguridad
60 3	Film de transferencia
5	Observador
6	Fuente de luz
11	Capa eléctricamente modificable en su efecto óptico
12	Cristal líquido
65 13	Moléculas de colorante en forma de barritas

ES 2 787 216 T3

14, 15	Ejes de las moléculas de colorante en forma de barritas
16, 17	Ejes de los cristales líquidos
19	Esferas
21	Capa de apoyo
5 22	Marco
23	Capa auxiliar
26, 27	Zonas
30, 31, 30m, 31m	Capas de electrodo
37, 33, 35, 36, 55, 56, 57, 58	Región
10 24, 38, 39, 40, 42, 42, 43	Regiones parciales
50, 51, 50r	Capas de orientación
60	Capa de reflexión
63, 64	Capas de polarización
66, 67	Capas de filtro de color
15 68	Capa de efecto
69	Capa de adhesivo
70	Fuente de energía
71	Ventana
73	Film de soporte
20 74	Capa de desprendimiento
75	Capa del material piezoeléctrico

REIVINDICACIONES

1. Elemento de seguridad (1) para la caracterización de un documento de seguridad (2), en particular un billete de banco o un documento de identidad, con un lado superior (10) y un lado inferior (20), donde el elemento de seguridad presenta al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico (11), donde la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico (11) presenta cristales líquidos (12) orientables en un campo eléctrico, donde
- 10 a) la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico (11) presenta además moléculas de colorante en forma de barritas (13), y las orientaciones de los ejes longitudinales (14) de las moléculas de colorante en forma de barritas (13) se pueden modificar en función de las orientaciones de los ejes longitudinales (16) de los cristales líquidos (12) adyacentes espacialmente, orientables en el campo eléctrico, y donde la concentración de las moléculas de colorante en forma de barritas (13) en la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico (11) está entre el 0,05% en peso y el 4% en peso, y/o
- 15 b) los cristales líquidos (12) orientables en el campo eléctrico están configurados de manera que los cristales líquidos (12) orientables en el campo eléctrico actúan simultáneamente como moléculas de colorante.
2. Elemento de seguridad (1) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la eficiencia de orientación de los ejes longitudinales (14) de las moléculas de colorante en forma de barritas (13) referida a los ejes longitudinales (16) de los cristales líquidos (12) orientables en el campo eléctrico está entre el 50% y 100%, preferentemente entre el 70% y 100%.
3. Elemento de seguridad (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las moléculas de colorante en forma de barritas (13) son moléculas de colorante solubles, no iónicas, estables químicamente, fotoquímicamente y/o electroquímicamente y/o porque las moléculas de colorante en forma de barritas (13) son moléculas de colorante conjugadas, preferentemente moléculas de colorante conjugadas, aromáticas.
4. Elemento de seguridad (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las moléculas de colorante en forma de barritas (13) presentan al menos una molécula basada en un colorante de antraquinona y/o un colorante azo y/o porque la concentración de las moléculas de colorante en forma de barritas (13) en la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico (11) está entre el 0,15% en peso y el 2,0% en peso y/o porque las moléculas de colorante en forma de barritas (13) absorben la luz en un rango de longitudes de onda visibles para el ojo humano, preferentemente en el rango de longitudes de onda de 380 nm a 780 nm, más preferentemente en el rango de longitudes de onda de 430 nm a 690 nm, que incide perpendicularmente sobre el eje longitudinal (14) de las moléculas de colorante en forma de barritas (13), más fuertemente que la luz que incide en paralelo al eje longitudinal (14) de las moléculas de colorante en forma de barritas (13).
5. Elemento de seguridad (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el elemento de seguridad presenta una capa de apoyo (21), donde preferentemente la capa de apoyo (21) forma, visto perpendicularmente al plano fijado por el lado inferior (20) del elemento de seguridad, al menos parcialmente un marco (22) alrededor de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico (11), que refuerza mecánicamente la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico, y preferentemente el marco (22) forma un elemento de diseño reconocible visualmente.
6. Elemento de seguridad (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la capa de apoyo (21) está presente en una o varias primeras zonas (26) y no está presente en una o varias segundas zonas (27), donde la capa de apoyo (21) presenta en la una o varias primeras zonas (26) una altura (28) entre 1 μm y 50 μm , preferentemente entre 2 μm y 30 μm , más preferentemente entre 3 μm y 20 μm , donde preferentemente la distancia (29) entre la una o varias primeras zonas (26) está entre 5 μm y 500 μm , preferentemente entre 10 μm y 300 μm , más preferentemente entre 20 μm y 150 μm y porque el elemento de seguridad (1) presenta en la una o varias segundas zonas (27) la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico (11), y porque preferentemente la una o varias primeras zonas (26) están dimensionadas según una trama unidimensional o bidimensional.
7. Elemento de seguridad (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la una o varias primeras zonas (26) están configuradas en forma de modelo, en particular para la representación de una primera información.
8. Elemento de seguridad (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el elemento de seguridad (1) presenta una primera capa de electrodo (30) y una segunda capa de electrodo (31), entre las que está dispuesta al menos una parte de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico

(11), donde preferentemente la primera capa de electrodo (30) y/o la segunda capa de electrodo (31) está prevista en una primera región (36) y no está prevista en una segunda región (35), donde la primera región (36) está configurada en forma de modelo, en particular está configurada para la representación de una segunda información.

5 9. Elemento de seguridad (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**

la primera capa de electrodo (30) presenta en al menos una tercera región (37) primeras microestructuras, donde preferentemente las primeras microestructuras son primeras estructuras en relieve difractivas y/o microestructuras binarias, y/o porque la segunda capa de electrodo (31) presenta en al menos una cuarta región (33) segundas
10 microestructuras, en particular segundas estructuras en relieve difractivas seleccionadas del grupo Kinegram® u hologramas, estructuras de difracción de orden cero, rejillas blaze, en particular estructuras en relieve de dientes de sierra asimétricas, estructuras de difracción, en particular rejillas de difracción sinusoidales lineales o rejillas de difracción sinusoidales en cruz o rejillas rectangulares en una o varias plantas lineales o rejillas rectangulares en cruz
15 concentración de la luz, lentes de Fresnel binarias o continuas, superficies de forma libre de Fresnel binarias o continuas, macroestructuras difractivas o refractivas, en particular estructuras de lentes o estructuras de microprimas, superficies de espejo, estructuras mate, en particular estructuras mate anisotrópicas o isotrópicas o combinaciones de estas estructuras.

20 10. Elemento de seguridad (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque**

la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico (11) está dispuesta entre una primera capa de orientación (50) con una primera dirección de preferencia (53) y una segunda capa de orientación (51) con una segunda dirección de preferencia (54), donde preferentemente la primera capa de orientación (50) y/o la segunda capa
25 de orientación (51) presenta una tercera estructura en relieve difractiva, en particular presenta una estructura de difracción de orden cero.

11. Elemento de seguridad (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el elemento de seguridad presenta al menos una primera capa de polarización (63), donde preferentemente el
30 elemento de seguridad presenta una segunda capa de polarización (64), donde entre la al menos una primera capa de polarización (63) y la segunda capa de polarización (64) está dispuesta al menos una parte de la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico (11), y porque preferentemente la al menos una primera capa de polarización (63) y/o la una segunda capa de polarización (64) es una capa de polímero semicristalino.

35 12. Elemento de seguridad (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el elemento de seguridad (1) presenta al menos una capa de efecto (68), que influye en el aspecto óptico del elemento de seguridad (1), donde preferentemente la al menos una capa de efecto (68) es una capa ópticamente variable, en particular al menos una capa de color, que presenta un aglutinante y pigmentos ópticamente variables.

40 13. Documento de seguridad (2), en particular un billete de banco o un documento de identidad, con al menos un elemento de seguridad (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, donde preferentemente el elemento de seguridad (1) está dispuesto al menos por regiones en una región transparente del documento de seguridad (2) y/o una ventana (71) del documento de seguridad (2).

45 14. Film de transferencia (3) con al menos un elemento de seguridad (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, donde el al menos un elemento de seguridad (1) está dispuesto de forma desprendible sobre un film de soporte (73) del film de transferencia.

15. Procedimiento para la fabricación de un elemento de seguridad (1) según cualquiera de las
50 reivindicaciones 1 a 12, donde el elemento de seguridad presenta al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico (11), donde la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico (11) se forma por impresión, preferentemente sobre un film de soporte (73) o sobre una capa o pila de capas aplicada sobre el film de soporte (73), y donde la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico (11) presenta cristales líquidos (12) orientables en un campo eléctrico, donde

55 a) la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico (11) presenta además moléculas de colorante en forma de barritas (13), y las orientaciones de los ejes longitudinales (14) de las moléculas de colorante en forma de barritas (13) se pueden modificar en función de las orientaciones de los ejes longitudinales (16) de los cristales líquidos (12) adyacentes espacialmente, orientables en el campo eléctrico, y donde la concentración de
60 las moléculas de colorante en forma de barritas (13) en la al menos una capa eléctricamente modificable en su efecto óptico (11) está entre el 0,05% en peso y el 4% en peso, preferentemente entre el 0,15% en peso y el 2,0% en peso, y/o

b) los cristales líquidos (12) orientables en el campo eléctrico están configurados de manera que los cristales líquidos (12) orientables en el campo eléctrico actúan simultáneamente como moléculas de colorante.

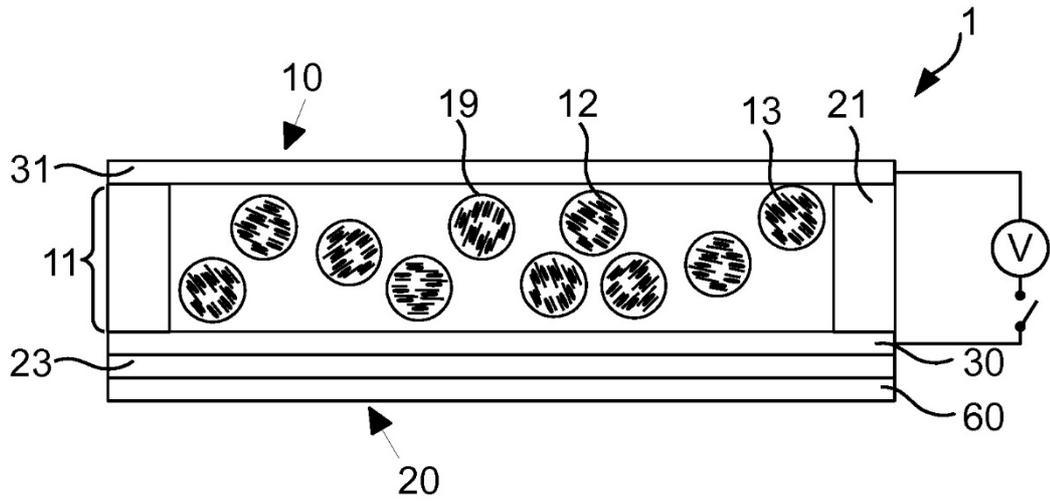


Fig. 1a

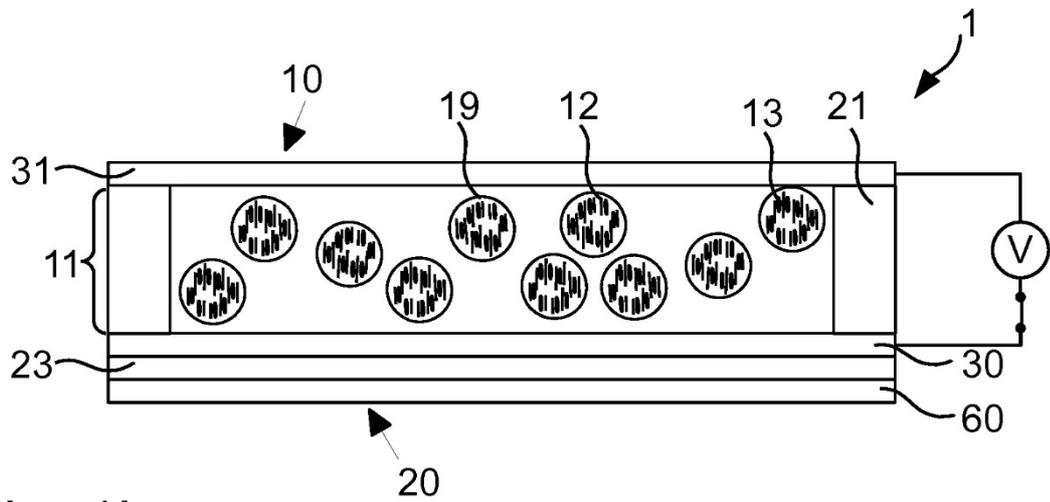


Fig. 1b

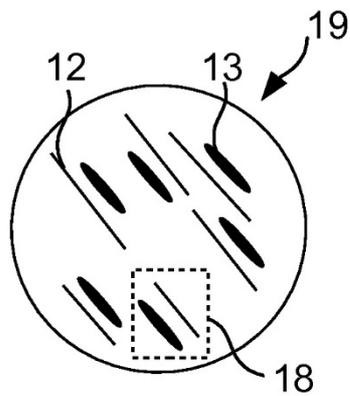


Fig. 1c

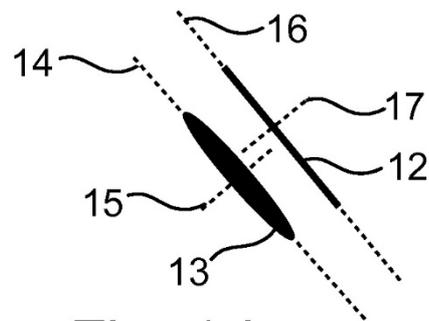


Fig. 1d

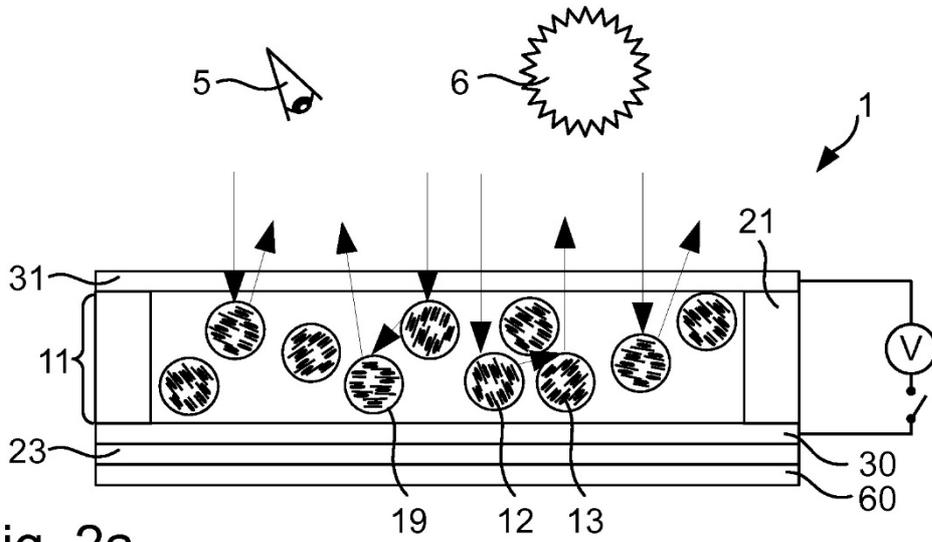


Fig. 2a

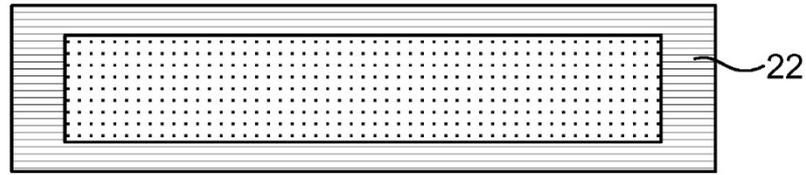


Fig. 2b

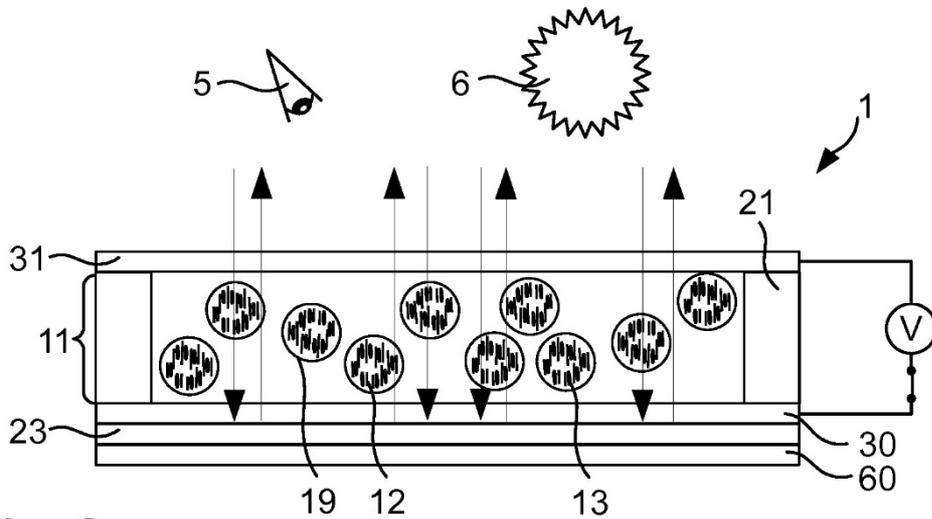


Fig. 2c

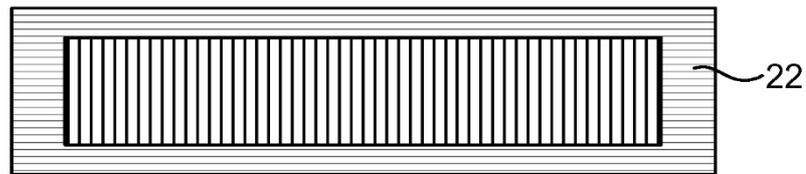


Fig. 2d

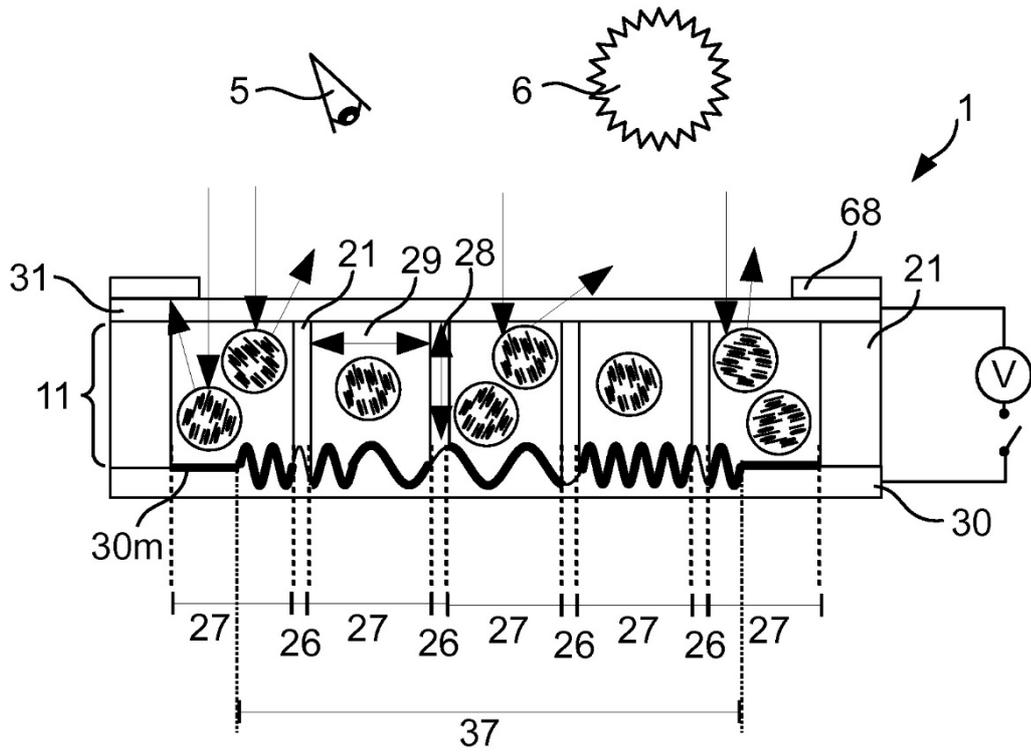


Fig. 3a

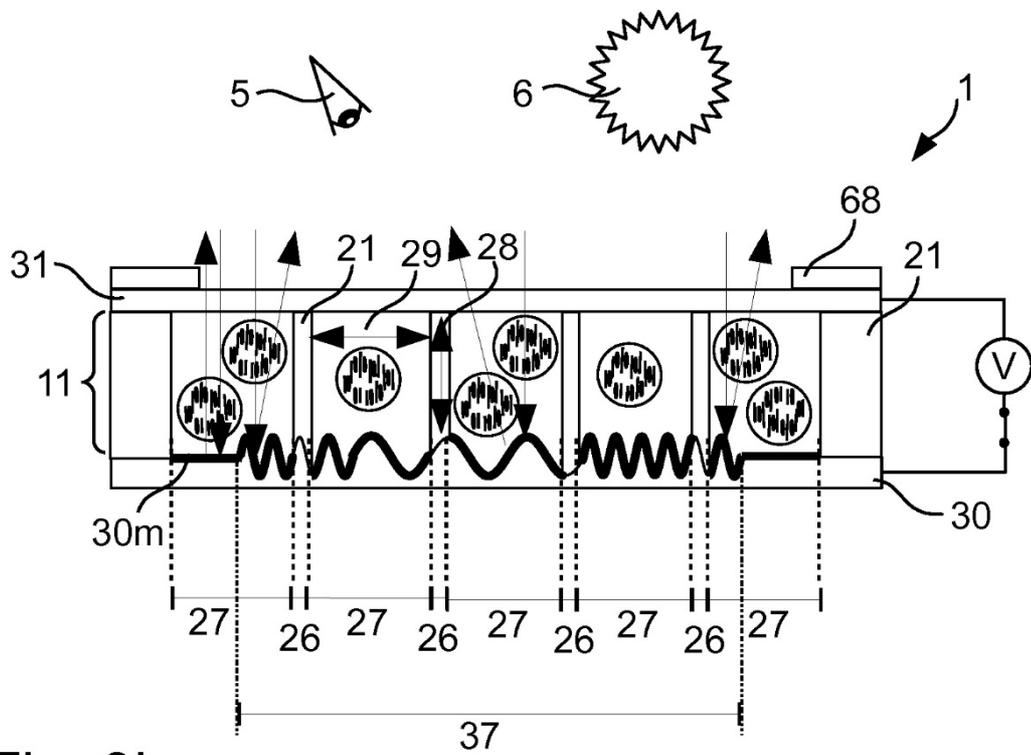


Fig. 3b

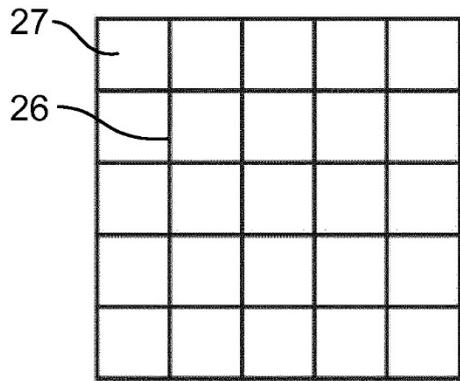


Fig. 4a

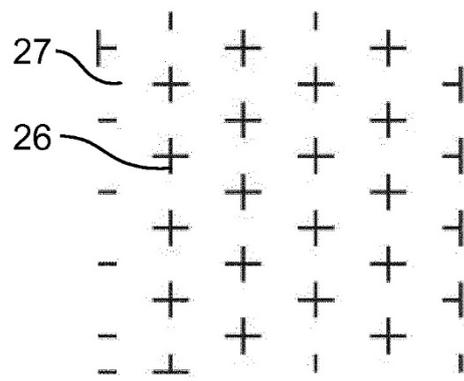


Fig. 4b

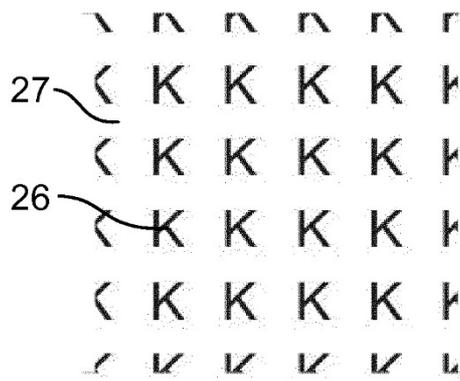


Fig. 4c

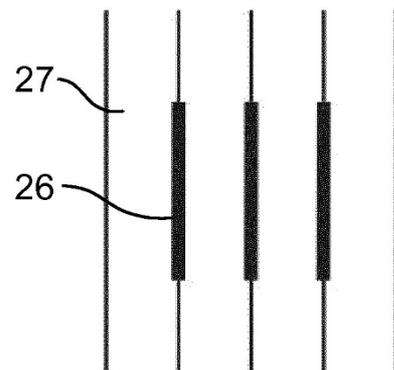


Fig. 4d

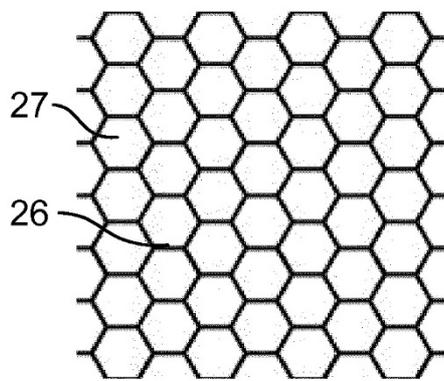


Fig. 4e

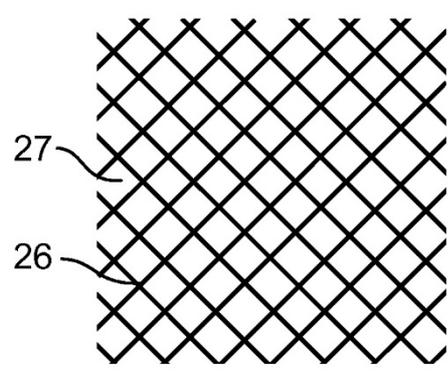


Fig. 4f

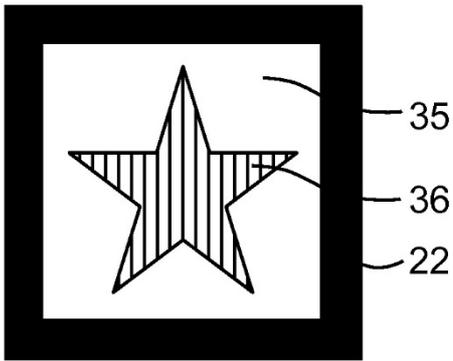


Fig. 5a

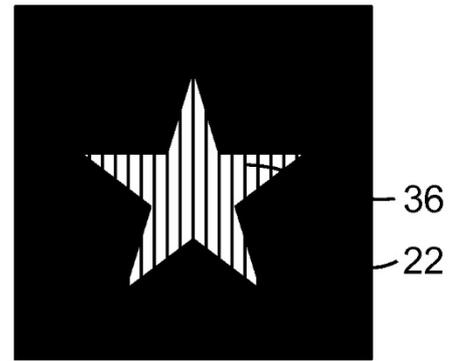


Fig. 5b

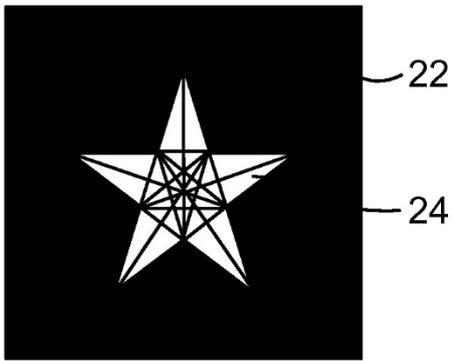


Fig. 5c

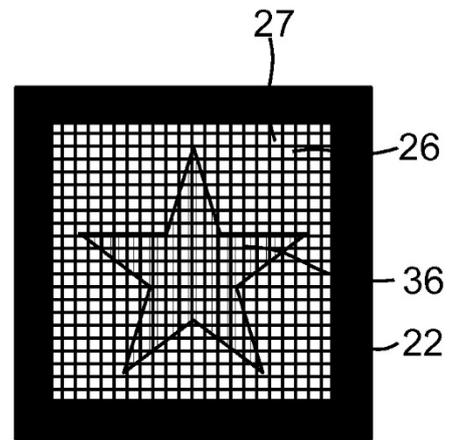


Fig. 5d

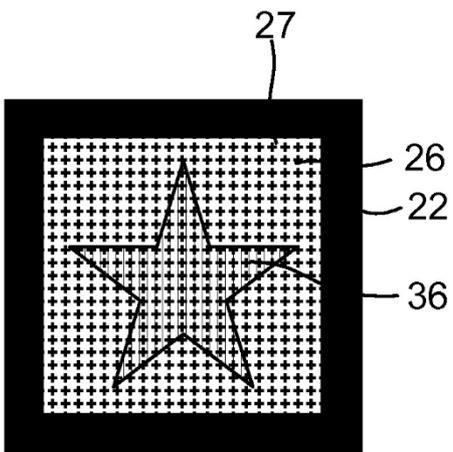


Fig. 5e

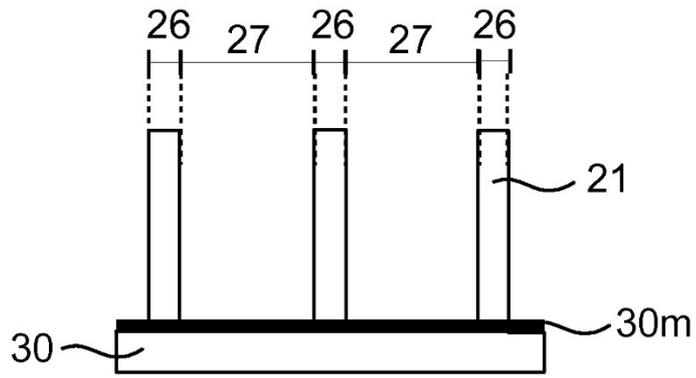


Fig. 6a

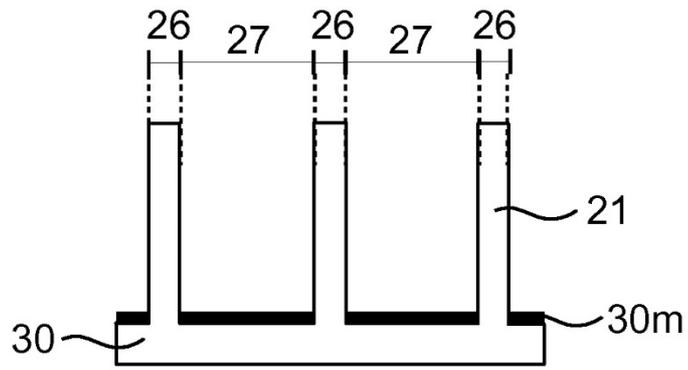


Fig. 6b

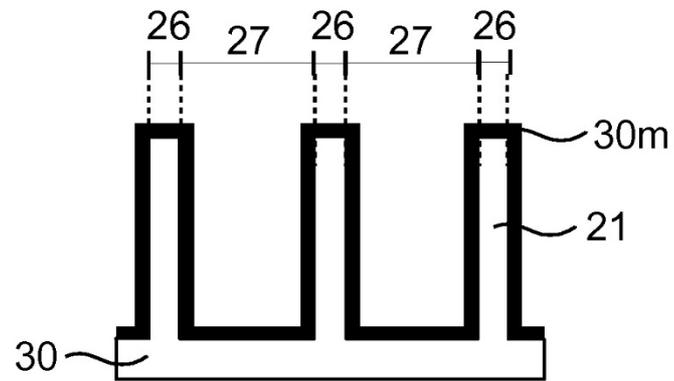


Fig. 6c

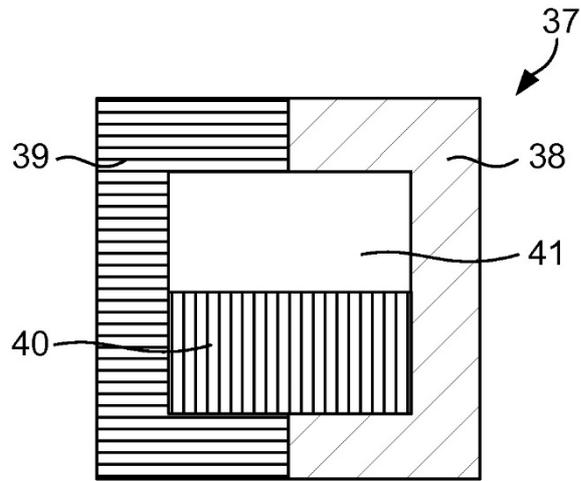


Fig. 7a

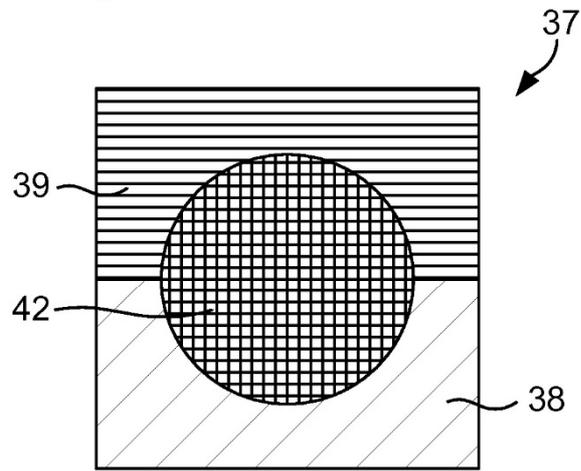


Fig. 7b

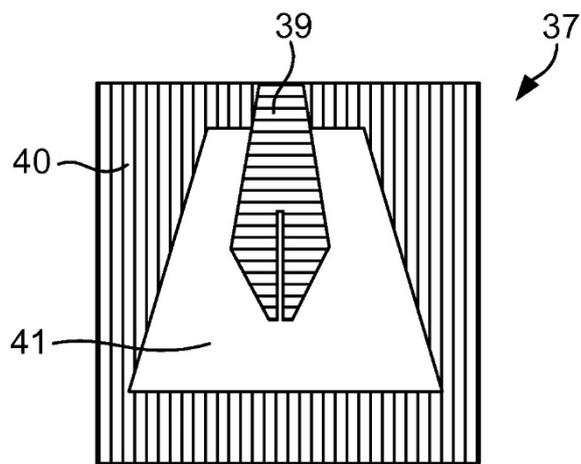


Fig. 7c

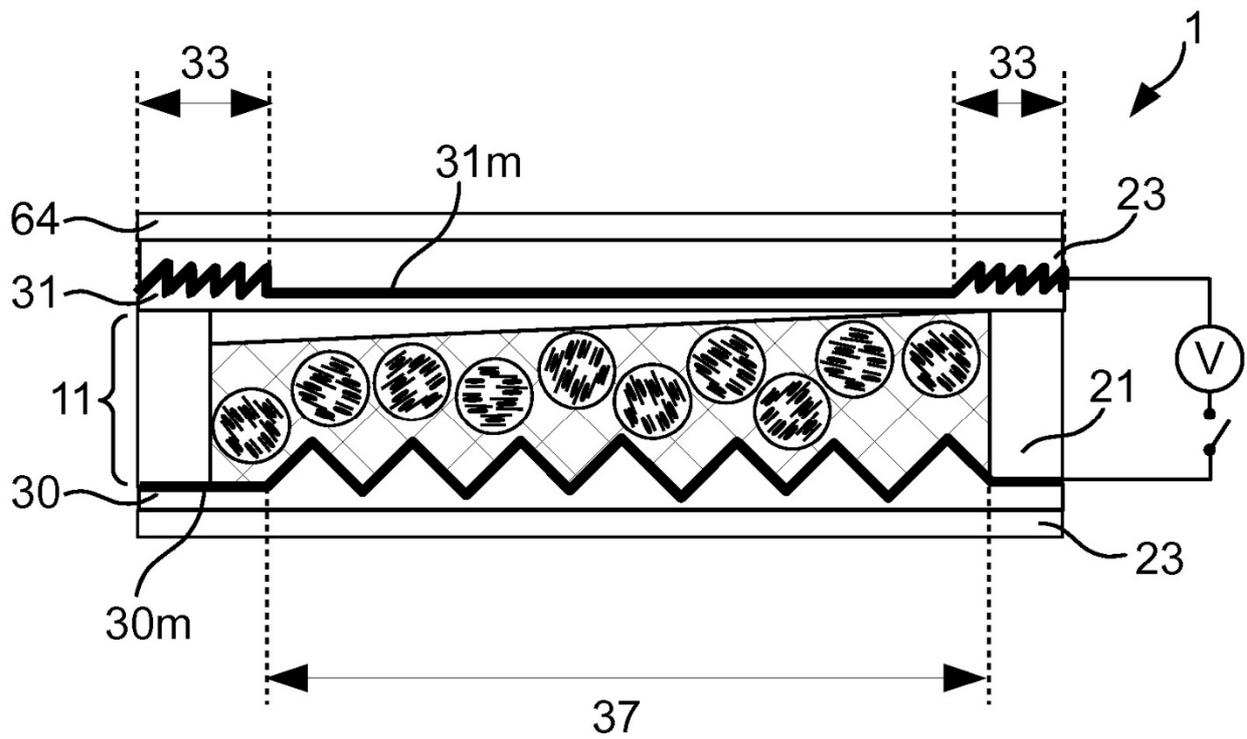


Fig. 8

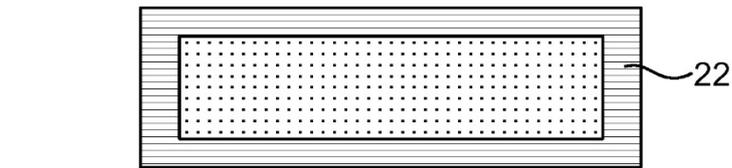
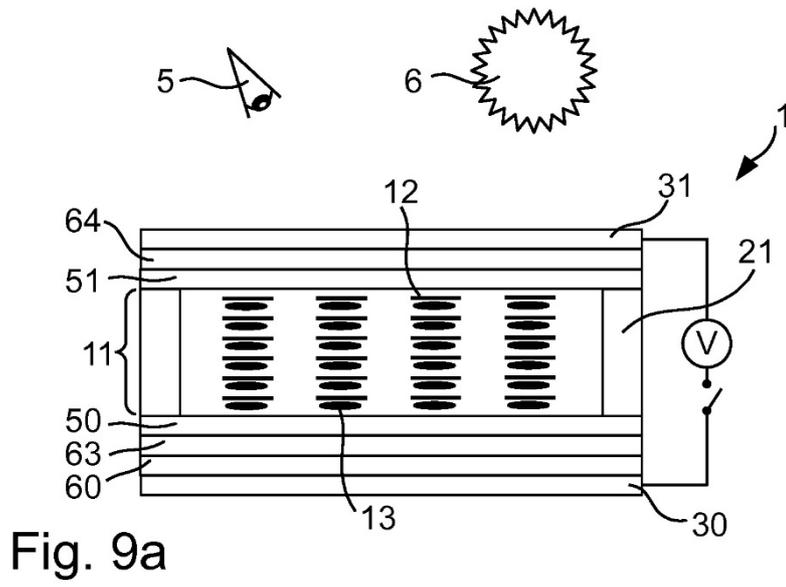


Fig. 9b

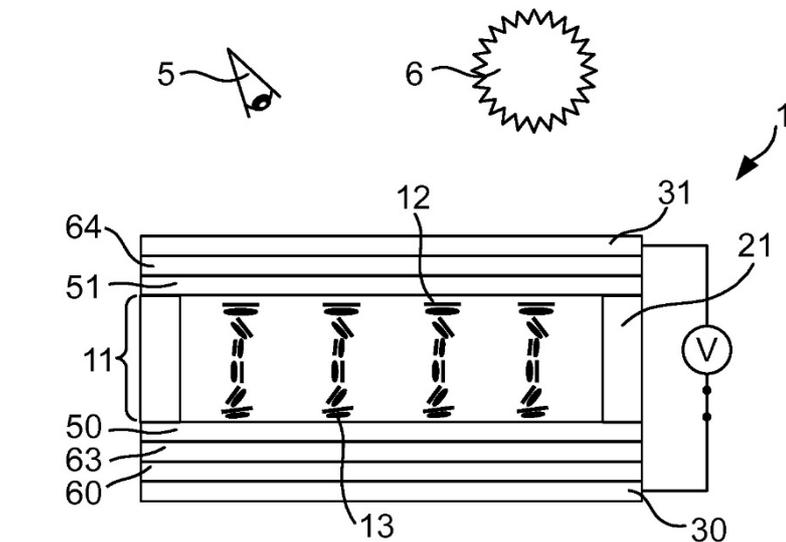


Fig. 9c

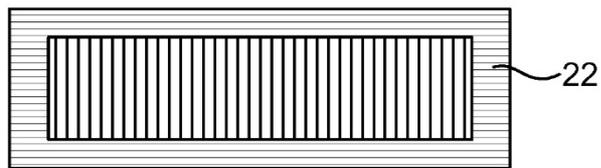


Fig. 9d

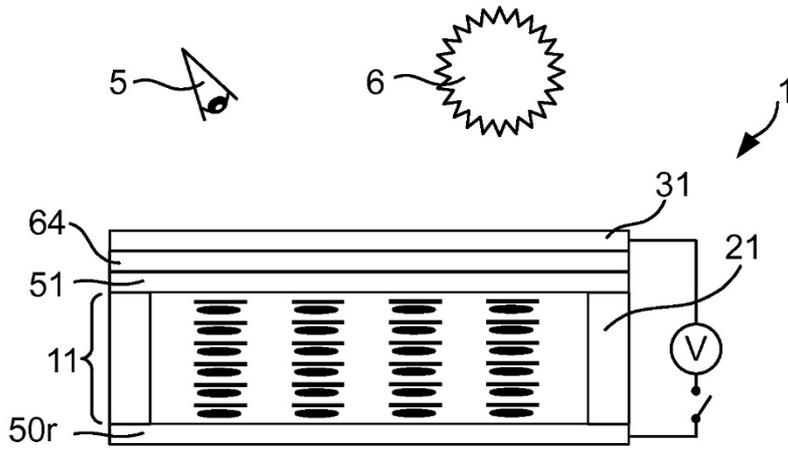


Fig. 10

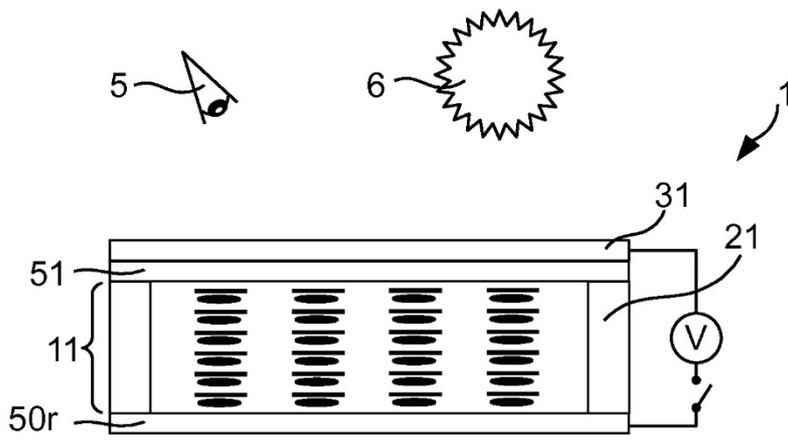


Fig. 11

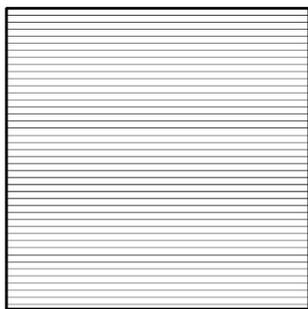


Fig. 12a

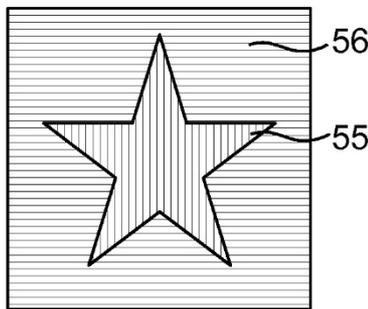


Fig. 12b

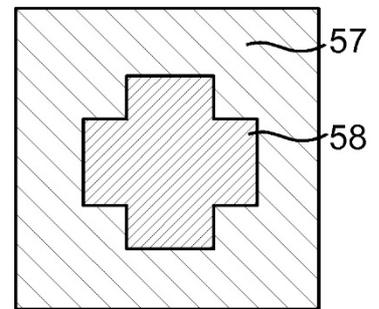


Fig. 12c

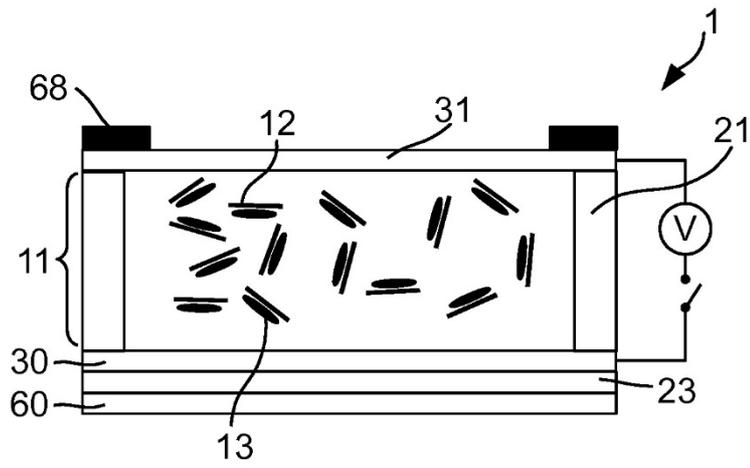


Fig. 13a

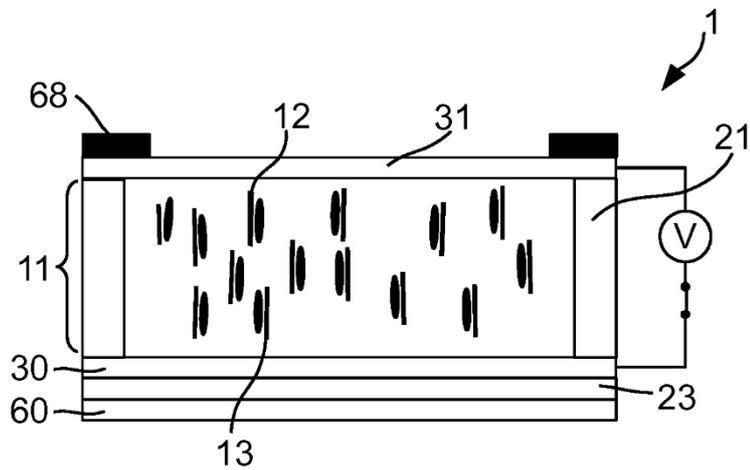


Fig. 13b

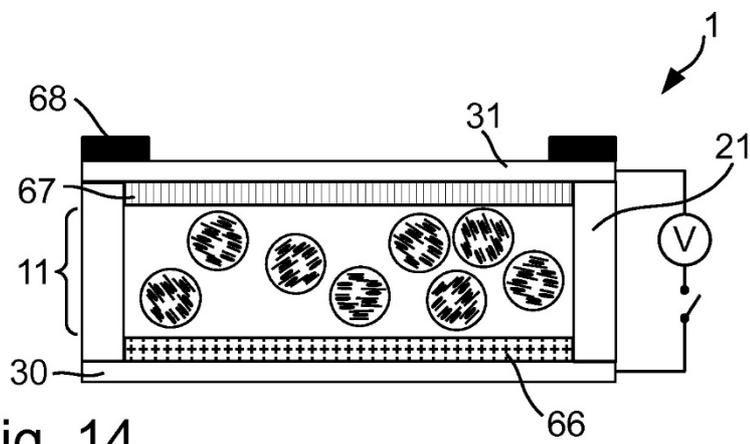


Fig. 14

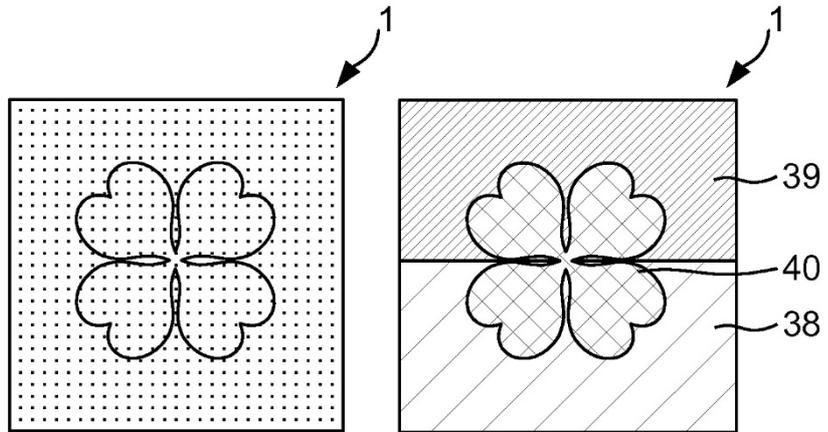


Fig. 15a

Fig. 15b

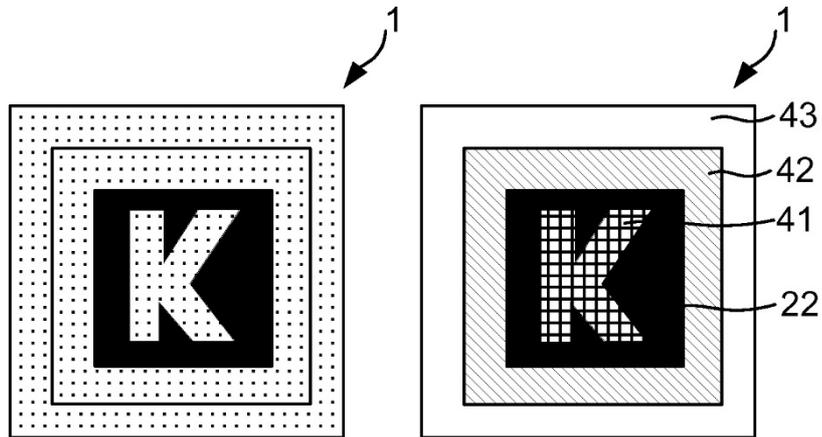


Fig. 15c

Fig. 15d

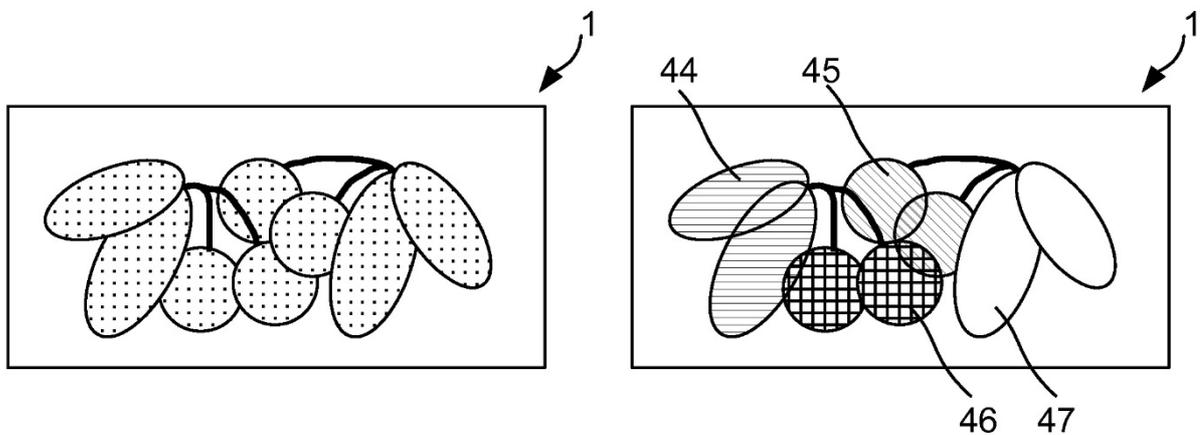


Fig. 15e

Fig. 15f

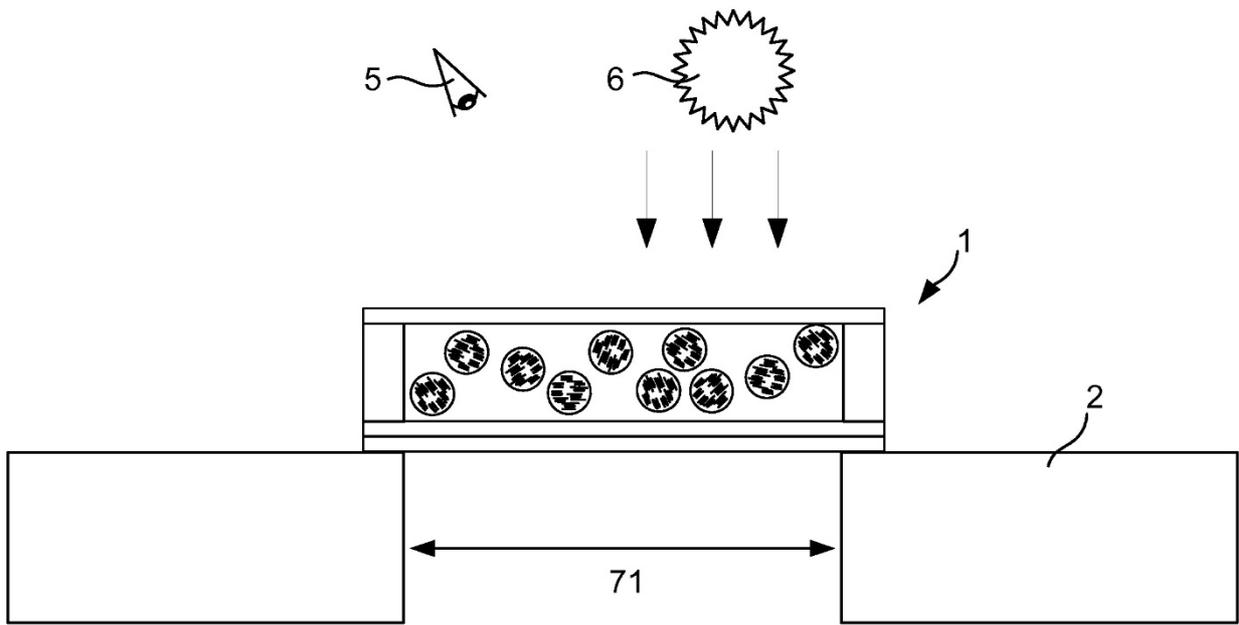


Fig. 16a

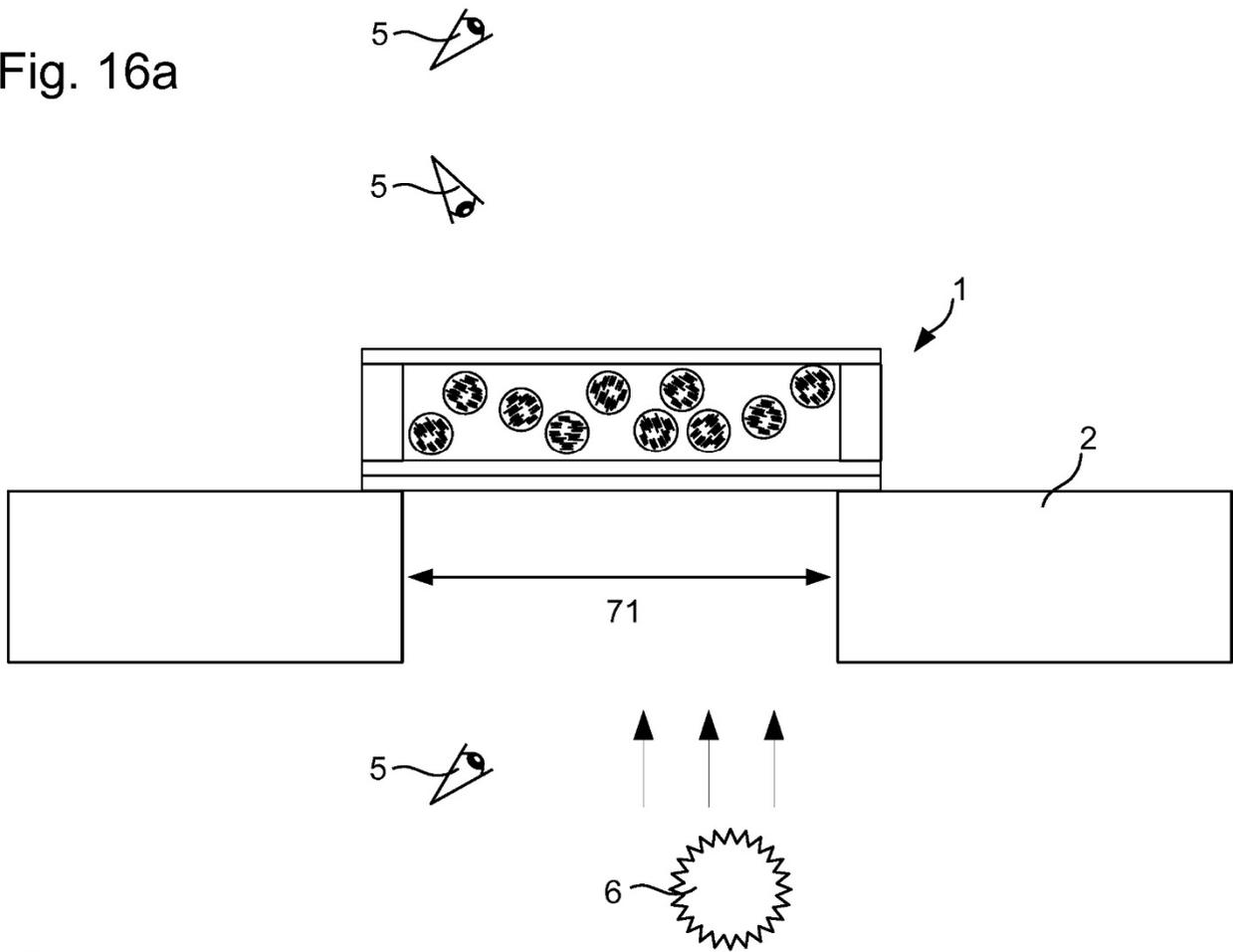


Fig. 16b

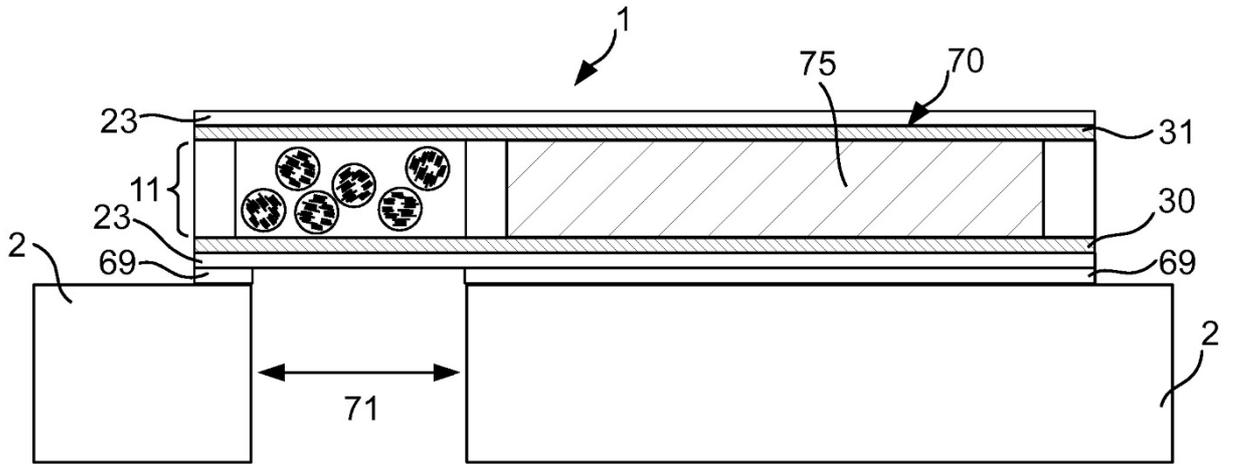


Fig. 17

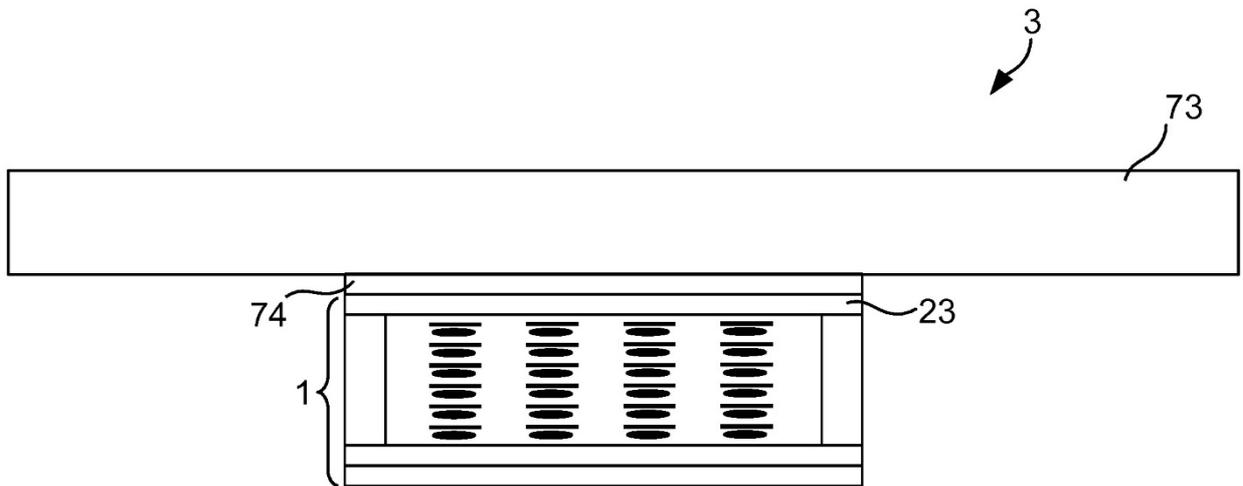


Fig. 18