

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 105**

51 Int. Cl.:

C03C 3/066 (2006.01)

C03C 8/02 (2006.01)

C03C 17/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2013** **E 13168335 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018** **EP 2803645**

54 Título: **Sustrato OLED difusivo transparente y método para producir semejante sustrato**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.12.2018

73 Titular/es:

SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)
18, Avenue d'Alsace
92400 Courbevoie, FR

72 Inventor/es:

LECAMP, GUILLAUME;
SAUVINET, VINCENT y
YOUNGSEONG, LEE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 693 105 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

Sustrato OLED difusivo transparente y método para producir semejante sustrato

La presente invención se refiere a un nuevo método para producir sustratos translúcidos y de dispersión de luz para diodos orgánicos emisores de luz (OLED) y a sustratos obtenibles mediante tal método.

5 Los OLED son elementos optoelectrónicos que comprenden un apilamiento de capas orgánicas con colorantes fluorescentes o fosforescentes intercalados entre electrodos, al menos uno de los cuales es translúcido. Cuando se aplica un voltaje a los electrodos, los electrones inyectados desde el cátodo y los agujeros inyectados desde el ánodo se combinan dentro de las capas orgánicas, dando como resultado la emisión de luz desde las capas fluorescentes/fosforescentes.

10 Se sabe comúnmente que la extracción de luz de los OLED convencionales es bastante pobre, ya que la mayoría de la luz queda atrapada por la reflexión interna total en las capas orgánicas de alto índice y las capas conductoras transparentes (TCL). La reflexión interna total tiene lugar no solo en el límite entre el TCL de alto índice y el sustrato de vidrio subyacente (índice de refracción de aproximadamente 1,5) sino también en el límite entre el vidrio y el aire.

15 Según las estimaciones, en los OLED convencionales que no comprenden ninguna capa de extracción adicional, aproximadamente 60% de la luz emitida desde las capas orgánicas queda atrapada en el límite del TCL/vidrio, una fracción adicional de 20% queda atrapada en la superficie de vidrio/aire y solo aproximadamente 20% sale del OLED al aire.

20 Se sabe cómo reducir este atrapamiento de luz por medio de una capa de dispersión de luz entre el TCL y el sustrato de vidrio. Tales capas dispersoras de luz tienen un alto índice de refracción cercano al índice TCL y contienen una pluralidad de elementos difusores de luz.

También se sabe que aumenta el acoplamiento de la luz al texturizar la interfaz entre el vidrio y las capas de alto índice del OLED.

Ambos de estos medios de extracción "internos", también denominados comúnmente "capas de extracción interna" (IEL), comprenden asperezas que deben planarizarse antes de aplicar el TCL y el apilamiento orgánico.

25 El documento WO2011/089343 describe sustratos OLED que comprenden al menos una superficie texturizada planarizada con un recubrimiento de vidrio de alto índice. Los sustratos se describen como texturizados por grabado al ácido. El grabado de vidrio utilizando ácidos fuertes, en particular HF, es un método comúnmente utilizado para la texturización de superficies de vidrio. Sin embargo, tal método de química húmeda es un procedimiento complicado cuando se lleva a cabo sobre vidrio delgado (grosor <1 mm). Esta técnica permite que solamente una de las dos caras que se va a grabar por la etapa del procedimiento como placa de vidrio tenga que mantenerse en una posición horizontal durante la etapa de grabado. Además, los parámetros del perfil de rugosidad son difíciles de optimizar y, sobre todo, el uso de HF da como resultado importantes problemas de seguridad para el medio ambiente y las personas que trabajan cerca.

35 El autor de la presente solicitud ha desarrollado recientemente un método alternativo interesante para el desbaste de uno o ambos lados del sustrato de vidrio, comprendiendo dicho método el desbaste mecánico (lapeado). Este método, descrito en la solicitud europea 12306179.8 presentada el 28 de septiembre de 2012, es mucho menos peligroso que el grabado químico, permite un mejor control del perfil de rugosidad y hace posible el desbaste simultáneo de ambas caras de los sustratos, produciendo de ese modo en una sola etapa de procedimiento las capas de extracción internas y externas (IEL y EEL) de un sustrato de vidrio OLED transparente.

40 Los documentos WO2012/133832 A1, WO2013187735 A1 y EP2819198 A1 también describen sustratos para OLED que contienen capas de extracción de luz. La presente invención se refiere a otro método para producir sustratos de vidrio de bajo índice difusivo, no comprendiendo dicho método ni una etapa de grabado químico ni una etapa de abrasión mecánica. La idea subyacente en la presente invención es unir partículas minerales de bajo índice por medio de un aglutinante mineral de bajo índice a un sustrato de vidrio de bajo índice, siendo la cantidad de aglutinante mineral con respecto a las partículas minerales lo suficientemente baja para que las partículas minerales sobresalgan de la superficie de aglutinante o, al menos, creen una rugosidad significativa en la superficie de aglutinante mineral.

45 El sustrato de bajo índice difusivo así obtenido se somete a continuación a una etapa de planarización comúnmente conocida utilizando una frita de índice alto, y el sustrato difusivo planarizado resultante se puede recubrir con una capa conductora transparente (TCL) y se puede utilizar como un sustrato de extracción de luz para OLED.

50 El método de la presente invención es fácil de implementar, ya que solo requiere un equipo bastante simple y comúnmente conocido. Una ventaja significativa sobre el método de lapeado descrito en el documento EP 12306179.8 es que puede ser utilizado para superficies muy grandes. Además, el método de lapeado reduce ligeramente la resistencia mecánica del sustrato, que no es el caso para el método de la presente invención.

El primer objeto de estudio de la presente invención es un sustrato OLED difusivo transparente que comprende los siguientes elementos o capas sucesivos:

(a) un sustrato plano transparente hecho de vidrio mineral con un índice de refracción de entre 1,45 y 1,65,

5 (b) una capa rugosa de bajo índice que comprende partículas minerales, estando unidas dichas partículas minerales a un lado del sustrato por medio de un esmalte de bajo índice, las partículas minerales cercanas, en o que sobresalen de la superficie de un esmalte creando una rugosidad de la superficie caracterizada por una desviación media aritmética R_a comprendidas entre 0,15 y 3 μm , tanto las partículas minerales como el esmalte de bajo índice tienen un índice de refracción de entre 1,45 y 1,65, estando comprendida la razón en volumen de las partículas minerales con respecto al esmalte de bajo índice entre 0,3 y 3;

10 (c) una capa de planarización de alto índice fabricada de un esmalte que tiene un índice de refracción comprendido entre 1,8 y 2,1 que cubre la capa rugosa de bajo índice (b).

La presente invención también proporciona un método para preparar un sustrato difusivo como se define anteriormente.

15 La capa de bajo índice del sustrato OLED de la presente invención se define por su índice de refracción (1,45 – 1,65) y por su perfil de rugosidad de la superficie, es decir, una desviación media aritmética R_a (tal como se define en ISO 4287) comprendida entre 0,15 y 3 μm siendo creada dicha rugosidad por las partículas minerales cercanas, en o que sobresalen de la superficie del esmalte de bajo índice. No es necesario que las partículas minerales sobresalgan necesariamente del esmalte de bajo índice, si no que pueden incrustarse en el mismo siempre que sea evidente, por ejemplo, a partir de una vista en sección de SEM, que la rugosidad o la ondulación de la capa de mineral de bajo índice se pueda atribuir a las partículas subyacentes, coincidiendo estrechamente el perfil de la superficie con la presencia/ausencia de partículas minerales incrustadas.

20

Las partículas minerales utilizadas en la presente invención pueden ser partículas cristalinas, amorfas o semicristalinas. Pueden tener una forma aleatoria con bordes más o menos afilados, pero preferiblemente son partículas más bien esféricas libres de bordes afilados.

25 En una realización preferida, las partículas minerales son cuentas sólidas. Tales cuentas se prefieren a las partículas de borde afilado y forma aleatoria porque se extienden fácilmente sobre la superficie del sustrato, facilitando así la formación de una monocapa delgada de cuentas, en lugar de agregados de gran tamaño. Las partículas de tipo esfera sin bordes afilados también son más fácilmente planarizadas que las partículas de forma aleatoria. Debe entenderse que las cuentas huecas no están incluidas en la definición de partículas minerales de la presente invención, debido a que el gas contenido en las mismas tiene un índice de refracción que no está comprendido entre 1,45 y 1,65.

30

El término "partícula mineral", especialmente cuando se utiliza para describir el método de la presente invención, abarca partículas funcionalizadas con grupos de superficie orgánicos, tales como grupos sililicos. Dichos grupos de superficie orgánicos sufren una descomposición térmica durante la etapa de cocción o etapa de fusión del aglutinante mineral o, como muy tarde, durante la formación de la capa de esmalte de alto índice y en consecuencia ya no estarán presentes en producto final.

35

Las partículas minerales utilizadas en la presente invención, ya sean esféricas o no, tienen un diámetro esférico equivalente medio (medido por DLS) de entre 0,3 μm y 10 μm , preferiblemente de entre 0,5 μm y 8 μm , más preferiblemente de entre 0,8 μm y 7 μm , el diámetro esférico equivalente de las partículas de forma irregular se define como el diámetro de la esfera que tiene el mismo volumen que la partícula mineral.

40

Sin embargo, el diámetro esférico equivalente medio no es el único parámetro de tamaño a considerar para seleccionar las partículas minerales que se utilizarán en la presente invención. Ventajosamente, las partículas minerales están esencialmente libres de partículas de gran tamaño, que sobresaldrían no solo del aglutinante mineral sino también de la capa de esmalte de alto índice, lo que llevaría a continuación una fuga de corriente en el OLED final. Las partículas minerales utilizadas en la presente invención, en consecuencia, están preferiblemente esencialmente desprovistas de partículas que tienen un diámetro esférico equivalente superior a 15 μm , preferiblemente superior a 12 μm .

45

Como ya se especificó anteriormente, el sustrato de vidrio, las partículas minerales y el aglutinante mineral, es decir el esmalte de bajo índice, tienen todos aproximadamente el mismo índice de refracción, comprendido entre 1,45 y 1,65, preferiblemente entre 1,50 y 1,60.

50

En una realización preferida de la presente invención, las partículas minerales se seleccionan entre partículas de sílice.

Con el fin de obtener sustratos difusivos a partir de ingredientes que tengan aproximadamente el mismo índice de refracción, es necesario crear y controlar la rugosidad de la superficie de la capa mineral de bajo índice. Como se

mencionó anteriormente, la capa mineral de bajo índice debe tener una desviación media aritmética R_a comprendida entre 0,15 y 3 μm , preferiblemente entre 0,2 y 2 μm .

5 La desviación media aritmética R_a se define en la norma ISO 4287. Puede medirse mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) de secciones transversales de la muestra, mediante la medición del perfil de superficie o mediante microscopía láser 3D.

10 Para obtener una capa mineral de bajo índice que tenga tanto una rugosidad superficial adecuada como una resistencia mecánica satisfactoria, es importante seleccionar adecuadamente la cantidad de fritada de vidrio de bajo índice con respecto a la cantidad de partículas minerales. Si se utilizan cantidades demasiado altas de fritada de vidrio, las partículas minerales se incrustarán completamente en la matriz de aglutinante mineral de bajo índice resultante y no crearán la rugosidad de la superficie requerida (R_a) de entre 0,15 y 3 μm . Por otro lado, en caso de que la cantidad de aglutinante mineral sea demasiado baja con respecto a las partículas minerales, la resistencia de unión del aglutinante de esmalte es demasiado débil y la capa mineral resultante será excesivamente frágil y se dañará fácilmente cuando se manipule.

15 El solicitante encontró que una razón en peso de partículas minerales con respecto a fritada de vidrio comprendida entre 0,2 y 4, preferiblemente entre 0,4 y 3, conduce a una rugosidad de la superficie y resistencia mecánica adecuada de la capa de bajo índice.

La capa mineral final de bajo índice se caracteriza por la razón en volumen de las partículas minerales con respecto al esmalte de bajo índice que está comprendida entre 0,3 y 3, preferiblemente entre 0,5 y 2 y más preferiblemente entre 0,7 y 1,5.

20 El esmalte de alto índice (c) sobre la capa mineral de bajo índice (b) debe ser lo suficientemente grueso como para cubrir y planarizar completamente el perfil de rugosidad del mismo.

25 El grosor de la capa de alto índice está comprendido ventajosamente entre 3 μm y 20 μm , preferiblemente entre 4 μm y 15 μm y más preferiblemente entre 5 μm y 12 μm . El grosor de la capa de alto índice es la distancia media entre las líneas medias (definidas como en la norma ISO 4287, 3.1.8.1) del perfil de rugosidad de la capa de bajo índice y el perfil de rugosidad de la capa de alto índice.

La rugosidad de la superficie de la capa de alto índice debe ser preferiblemente lo más baja posible y el esmalte de alto índice tiene ventajosamente una desviación media aritmética R_a de menos de 3 nm, más preferiblemente de menos de 2 nm y lo más preferiblemente de menos de 1 nm.

30 La capa de alto índice preferiblemente está esencialmente libre de elementos difusores dispersos en la misma, especialmente libres de partículas sólidas difusivas dispersas en la misma. De hecho, tales partículas difusivas sólidas podrían sobresalir de manera no deseable de la superficie de la capa de alto índice y provocar corrientes de fuga en el OLED final.

35 El sustrato de vidrio plano resultante que lleva la capa mineral de bajo índice (partículas minerales de bajo índice + esmalte de bajo índice) planarizado por la fritada de vidrio de alto índice generalmente tiene una turbidez comprendida entre 75 y 98%, preferiblemente entre 85 y 97%, y más preferiblemente entre 87 y 95%. El valor de la turbidez puede medirse mediante espectrofotómetros ópticos como PE Lambda 950 o Varian Carry 5000, pero también mediante un dispositivo dedicado más rápido y más barato como BYK Hazemeter.

40 En una realización preferida, el sustrato OLED difusivo transparente de la presente invención comprende adicionalmente una capa electro-conductora transparente (d), preferiblemente directamente en contacto con la capa de esmalte de alto índice (c). Tales capas conductoras transparentes que pueden utilizarse como ánodos para OLED son bien conocidas en la técnica anterior. El material más comúnmente utilizado es ITO (óxido de indio y estaño). La capa conductora transparente debe tener una transmisión de luz de al menos 80%, y un índice de refracción ($n_{\lambda=550\text{nm}}$) de entre 1,7 y 2,2. Su grosor total normalmente está comprendido entre 50 y 400 nm.

45 Como se mencionó anteriormente, la presente invención también se refiere a un método para preparar el sustrato OLED de la presente invención. Comprendiendo dicho método las siguientes etapas sucesivas:

(1) Proporcionar un sustrato plano transparente fabricado de vidrio mineral con un índice de refracción de entre 1,45 y 1,65;

50 (2) Aplicar sobre un lado de dicho sustrato de fritada de vidrio de bajo índice mezclado con las partículas minerales que tienen una temperatura de transición vítrea (T_g) o una temperatura de fusión de al menos 50°C mayor que la T_g de fritada de vidrio, teniendo tanto la fritada de vidrio como las partículas minerales un índice de refracción de entre 1,45 y 1,65, estando comprendida la razón en volumen de las partículas minerales con respecto al esmalte de bajo índice entre 0,3 y 3;

(3) Calentar la capa de fritas de vidrio resultante a una temperatura que permita la fusión de la fritas de vidrio sin la fusión las partículas minerales, dando como resultado una capa rugosa de bajo índice que comprende partículas minerales unidas al sustrato por medio del esmalte de bajo índice.

5 (4) Aplicar sobre dicha capa de índice bajo rugosa una capa de fritas de vidrio de alto índice que tiene un índice de refracción de entre 1,8 y 2,1;

(5) Secar y fundir dicha fritas de vidrio de alto índice para obtener un esmalte de alto índice que tiene un índice de refracción comprendido entre 1,8 y 2,1 cubriendo la capa rugosa transparente de bajo índice.

Los sustratos de vidrio plano proporcionados en la etapa (1) ventajosamente tienen un grosor de entre 0,1 y 5 mm, preferiblemente de entre 0,3 y 1,6 mm.

10 En la etapa (2), las partículas de fritas de vidrio y las partículas minerales, se mezclan y se suspenden en un vehículo orgánico convencional que comprende un disolvente orgánico y un polímero orgánico. La suspensión se aplica posteriormente conforme a las técnicas conocidas tales como serigrafía o recubrimiento de ranuras. Las partículas minerales pueden ser amorfas, cristalinas o semicristalinas. Estas no deberían fusionarse o ablandarse
15 substancialmente durante la posterior etapa de fusión (4) de la fritas de vidrio. Por eso el punto de fusión de las partículas cristalinas o la T_g de la fracción amorfa de las partículas deben ser significativamente más alta que la T_g de la fritas de vidrio, es decir, al menos 50°C, más preferiblemente al menos 100°C mayor que la T_g de la fritas de vidrio.

Las fritas de vidrio de bajo índice que pueden utilizarse en la presente invención para unir las partículas minerales a los sustratos de vidrio son bien conocidas en la técnica.

Las fritas de vidrio de bajo índice preferidas tienen la siguiente composición:

20 SiO_2 : 10 – 40% en peso

Al_2O_3 : 1 – 7% en peso

B_2O_3 : 20 – 50% en peso

$\text{Na}_2\text{O} + \text{Li}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$: 5 – 30% en peso

ZnO : 3 – 35% en peso

25 En la etapa (3) el sustrato de fritas recubierta es sometido a cocción a una temperatura suficientemente alta para lograr la fusión de la fritas de vidrio. Para obtener la fusión completa de la fritas de vidrio, generalmente es necesario calentar el sustrato a una temperatura al menos 100°C mayor que la T_g de la fritas de vidrio y mantener esta temperatura a lo largo de una duración de aproximadamente 2 a 30 min.

30 En una realización típica, la fritas de vidrio y las partículas minerales (70 – 80% en peso) se mezclan con 20 – 30% en peso de vehículo orgánico (etil celulosa y disolvente orgánico). La pasta resultante se aplica a continuación sobre el sustrato de vidrio por ejemplo mediante serigrafía o recubrimiento de ranura. La capa resultante se seca por calentamiento a una temperatura de 120 – 200°C. El aglutinante orgánico (etil celulosa) se quema a una temperatura entre 350 – 440°C, y la etapa de cocción que da como resultado el esmalte final se lleva a cabo a una temperatura de entre 510°C y 610°C, preferiblemente entre 520°C y 600°C.

35 En la etapa (4), se aplica posteriormente la fritas de vidrio de alto índice sobre la capa rugosa de bajo índice mediante cualquier método adecuado, tal como serigrafía, recubrimiento por pulverización, recubrimiento por barra, recubrimiento por rodillo, recubrimiento por ranura y recubrimiento por centrifugación, de una suspensión acuosa u orgánica de partículas de vidrio. Una descripción de las fritas de vidrio de alto índice adecuadas y los métodos para recubrirlas y cocerlas se pueden encontrar, por ejemplo, en el documento EP 2 178 343.

40 La fritas de vidrio debe seleccionarse para que tenga un punto de fusión comprendido entre 450°C y 570°C y debe conducir a un esmalte con un índice de refracción de 1,8 a 2,2.

Las fritas de vidrio de bajo índice preferidas tienen la siguiente composición:

Bi_2O_3 : 55 - 75% en peso

BaO : 0 - 20% en peso

45 ZnO : 0 - 20% en peso

Al_2O_3 : 1 - 7% en peso

SiO_2 : 5 - 15% en peso

B_2O_3 : 5 - 20% en peso

Na₂O: 0,1 - 1% en peso

CeO₂: 0 – 0,1% en peso

5 En una realización típica, las partículas de frita de vidrio (70 - 80% en peso) se mezclan con 20 - 30% en peso de un vehículo orgánico (etil celulosa y disolvente orgánico). La pasta de frita resultante se aplica a continuación sobre el sustrato de vidrio recubierto difusivo mediante serigrafía o recubrimiento de ranuras. La capa resultante se seca calentando a una temperatura de 120 - 200°C. El aglutinante orgánico (etil celulosa) se quema a una temperatura de entre 350 y 440°C, y la etapa de cocción que da como resultado el esmalte final se lleva a cabo a una temperatura de entre 510°C y 610°C, preferiblemente entre 520°C y 600°C.

10 Se ha demostrado que los esmaltes resultantes tienen una rugosidad superficial con una desviación media aritmética R_a (ISO 4287) de menos de 3 nm cuando se mide por AFM en un área de 10 μm x 10 μm.

La cantidad de frita de vidrio de alto índice recubierta sobre la superficie rugosa generalmente está comprendida entre 20 y 200 g/m², preferiblemente entre 25 y 150 g/m², más preferiblemente entre 30 y 100 g/m², y lo más preferiblemente entre 35 y 70 g/m².

15 La frita de vidrio de alto índice utilizada en la presente invención y el esmalte resultante de la misma preferiblemente carecen sustancialmente de partículas de dispersión sólidas tales como partículas cristalinas de SiO₂ o TiO₂. Tales partículas se utilizan comúnmente como elementos de dispersión en las capas de dispersión de alto índice, pero generalmente requieren una capa de planarización adicional, lo que aumenta el grosor total del recubrimiento de alto índice.

20 Los sustratos difusivos planarizados con un esmalte de alto índice son particularmente útiles como sustratos para OLED de misión de fondo. Se debe aplicar una capa conductora transparente sobre el esmalte de alto índice antes de la aplicación del apilamiento de capas orgánicas que emiten luz.

25 En una realización preferida, el método de la presente invención, por lo tanto, comprende adicionalmente una etapa adicional de recubrimiento del esmalte de alto índice resultante de la etapa con una capa conductora transparente, preferiblemente un óxido conductor transparente. La formación de tal TCL puede llevarse a cabo de acuerdo con métodos convencionales tales como la pulverización catódica con magnetrón.

Ejemplo 1

La frita de bajo índice (20 partes en peso) se mezcla con partículas esféricas de SiO₂ (10 partes en peso) que tienen un diámetro equivalente promedio de 6 μm. El polvo resultante se dispersa en 70 partes en peso de un medio orgánico utilizando un procedimiento de molienda de 3 rodillos.

30 La frita de bajo índice utilizada tiene la siguiente composición: 28,4 % en peso de SiO₂; 3,6 % en peso de Al₂O₃; 39,5 % en peso de B₂O₃; 15,9 % en peso de óxidos alcalinos (Na₂O, Li₂O, K₂O); 12,6 % en peso de ZnO. Tiene un índice de refracción de 1,54 y una T_g de 484°C.

35 La suspensión resultante se recubre mediante serigrafía o sustrato de vidrio sodo-cálcico (0,7 mm) y posteriormente se somete a secado a 150°C. El recubrimiento secado se cuece a 600°C durante 20 minutos en un horno de infrarrojos.

La Figura 1 muestra la micrografía SEM de la capa rugosa de bajo índice después de la cocción y antes de la planarización con la frita de alto índice.

La capa rugosa de bajo índice resultante se recubre a continuación por serigrafía con una suspensión de la frita de alto índice que tiene un índice de refracción de 1,90.

40 El recubrimiento se seca a 150°C y se somete a cocción durante 10 minutos a 545°C en un horno de infrarrojos.

La Figura 2 muestra la micrografía SEM del sustrato planarizado (sustrato de vidrio que transporta partículas minerales unidas por esmalte de bajo índice de color gris; capa de planarización de alto índice de color blanco).

REIVINDICACIONES

1. Un sustrato OLED difusivo transparente que comprende los siguientes elementos o capas sucesivos:
 - (a) un sustrato plano transparente fabricado de vidrio mineral con un índice de refracción de entre 1,45 y 1,65,
 - 5 (b) una capa rugosa de bajo índice que comprende partículas minerales, estando dichas partículas minerales unidas a un lado del sustrato por medio de un esmalte de bajo índice, creando las partículas minerales cercanas, en o que sobresalen de la superficie de esmalte una rugosidad de la superficie caracterizada por una desviación media aritmética R_a comprendida entre 0,15 y 3 μm , teniendo las partículas minerales y el esmalte un índice de refracción de entre 1,45 y 1,65; estando la razón en volumen de las partículas minerales con respecto al esmalte de bajo índice comprendida entre 0,3 y 3,
 - 10 (c) una capa de planización de alto índice fabricada de un esmalte que tiene un índice de refracción comprendido entre 1,8 y 2,1 que cubre la capa rugosa de bajo índice (b).
2. El sustrato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las partículas minerales tienen un diámetro esférico equivalente promedio de entre 0,3 μm y 10 μm , preferiblemente de entre 0,5 μm y 8 μm , más preferiblemente de entre 0,8 μm y 7 μm .
- 15 3. El sustrato de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde las partículas minerales son cuentas sólidas.
4. El sustrato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las partículas minerales están esencialmente libres de partículas que tienen un diámetro esférico equivalente mayor que 15 μm , preferiblemente mayor que 12 μm y más preferiblemente mayor que 10 μm .
- 20 5. El sustrato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el índice de refracción del sustrato, esmalte de bajo índice y partículas minerales está comprendido entre 1,50 y 1,60.
6. El sustrato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el grosor de la capa de alto índice está comprendido entre 3 μm y 20 μm , preferiblemente entre 4 μm y 15 μm y más preferiblemente entre 5 μm y 12 μm .
- 25 7. El sustrato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la rugosidad de la superficie de la capa de alto índice tiene una desviación media aritmética R_a de menos de 3 nm, más preferiblemente de menos de 2 nm y lo más preferiblemente de menos de 1 nm.
8. El sustrato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la capa de alto índice está esencialmente libre de elementos difusivos dispersos en el mismo, especialmente libres de partículas sólidas difusivas dispersas en el mismo.
- 30 9. El sustrato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las partículas minerales se seleccionan entre partículas de sílice.
10. El sustrato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente una capa electroconductora transparente sobre la capa de esmalte de alto índice.
- 35 11. El sustrato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la razón en volumen de las partículas minerales con respecto al esmalte de bajo índice está comprendida entre 0,5 y 2, preferiblemente entre 0,7 y 1,5.
12. Un método para preparar un sustrato difusivo transparente de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 11, que comprende las siguientes etapas:
 - 40 (1) Proporcionar un sustrato plano transparente fabricado de vidrio mineral que tiene un índice de refracción de entre 1,45 y 1,65;
 - (2) Aplicar sobre un lado de dicho sustrato la mezcla de frita de vidrio de bajo índice con las partículas minerales que tienen una temperatura de transición vítrea (T_g) o una temperatura de fusión al menos 50°C mayor que la T_g de la frita de vidrio, teniendo la frita de vidrio y las partículas minerales un índice de refracción de entre 1,45 y 1,65;
 - 45 (3) Calentar la capa de frita de vidrio resultante a una temperatura que permite la fusión de la frita de vidrio sin fusión de las partículas minerales, dando como resultado una capa rugosa de bajo índice que comprende las partículas minerales unidas al sustrato por medio del esmalte de bajo índice, estando la razón en volumen de las partículas minerales con respecto al esmalte de bajo índice comprendida entre 0,3 y 3;
 - (4) Aplicar sobre dicha capa rugosa de bajo índice una capa de frita de vidrio de alto índice que tiene un índice de refracción de entre 1,8 y 2,1;

ES 2 693 105 T3

(5) Secar y fundir dicha frita de vidrio de alto índice para obtener un esmalte de alto índice que tiene un índice de refracción comprendido entre 1,8 y 2,1 que cubre la capa rugosa transparente de bajo índice.

5 13. El método de acuerdo con la reivindicación 12, en donde las partículas minerales tienen un diámetro esférico equivalente promedio de entre 0,3 μm y 10 μm , preferiblemente de entre 0,5 y 8 μm , y más preferiblemente de entre 0,8 μm y 7 μm .

14. El método de acuerdo con la reivindicación 12 o 13, en donde la razón en peso de las partículas minerales respecto a la frita de vidrio está comprendida entre 0,2 y 4, preferiblemente entre 0,4 y 3.

10 15. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en donde la fusión de la frita de vidrio de alto índice se lleva a cabo a una temperatura comprendida entre 510°C y 580°C, preferiblemente entre 520°C y 580°C.

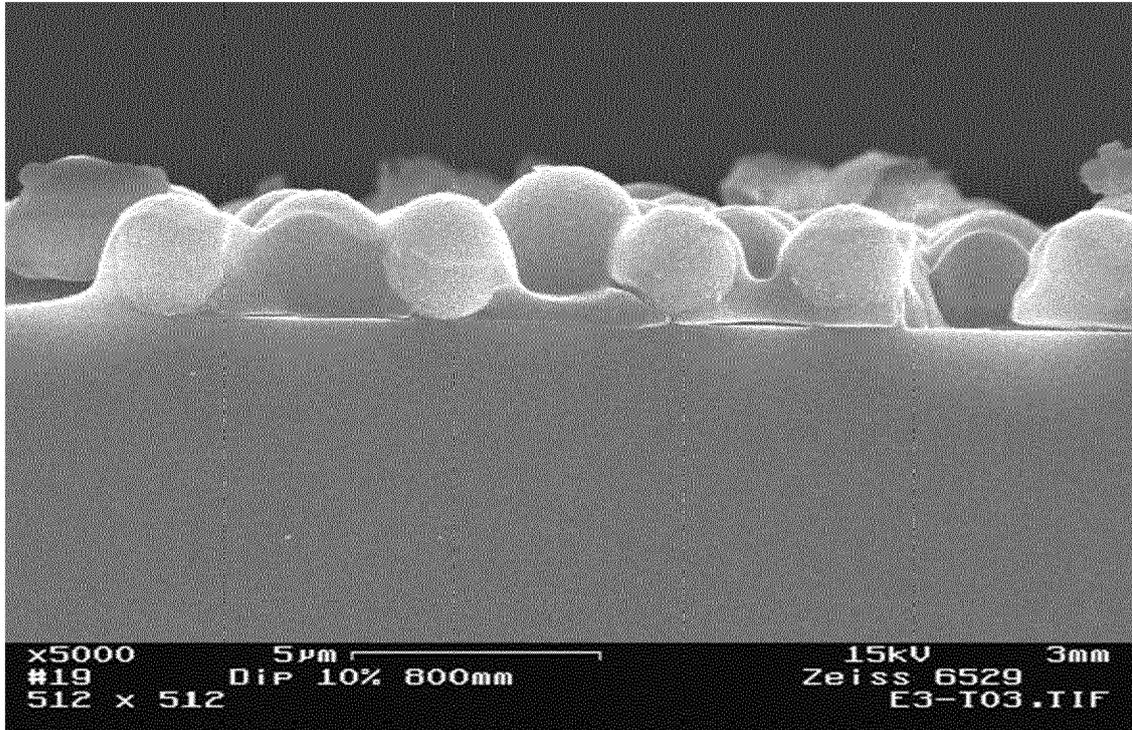


Figura 1

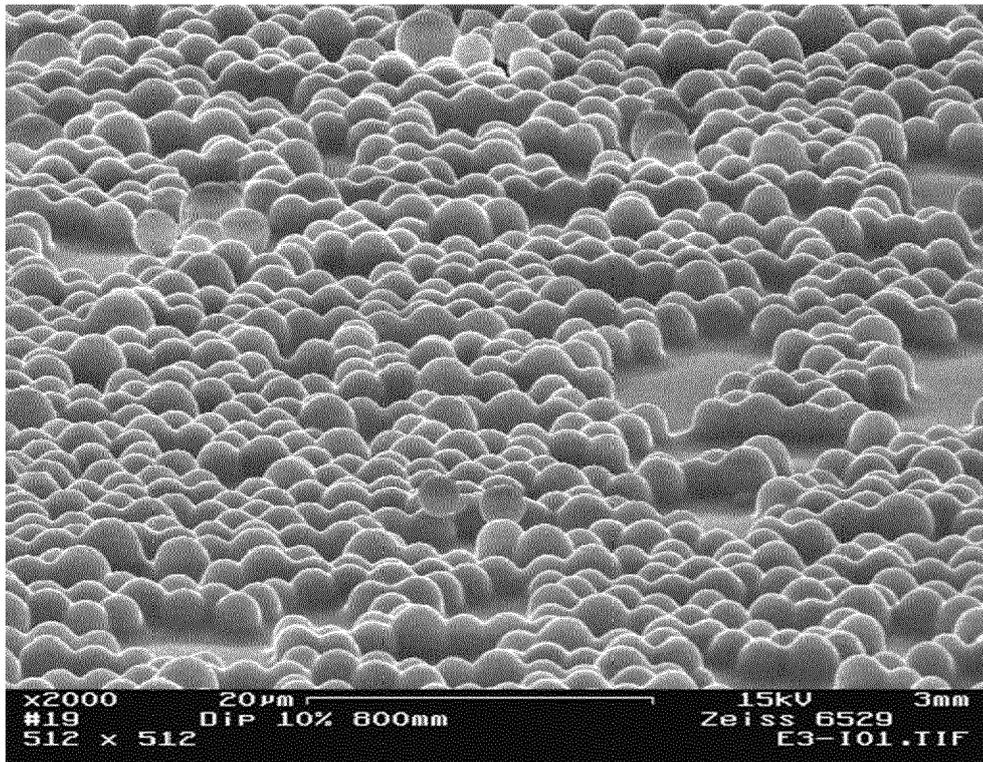


Figura 2