

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 695 052**

51 Int. Cl.:

C03C 3/064 (2006.01)

C03C 8/02 (2006.01)

C03C 17/34 (2006.01)

G02B 1/11 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2013** **E 13168341 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.08.2018** **EP 2803644**

54 Título: **Sustrato OLED difusor transparente y método para producir tal sustrato**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.12.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

LECAMP, GUILLAUME;
SAUVINET, VINCENT y
CHEMIN, NICOLAS

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 695 052 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 difusor transparente y método para producir tal sustrato

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

- 5 Los OLED son elementos optoelectrónicos que comprenden un apilamiento de capas orgánicas con tintaciones fluorescentes o fosforescentes intercaladas entre dos electrodos, al menos uno de los cuales es traslúcido. Cuando se aplica una tensión a los electrodos, los electrones inyectados desde el cátodo y los agujeros inyectados desde el ánodo se recombinan dentro de las capas orgánicas, dando lugar a una emisión de luz desde las capas fluorescentes/fosforescentes.
- 10 Se sabe comúnmente que la extracción de luz de OLED convencionales es bastante deficiente, al quedar atrapada la mayor parte de la luz por la reflexión interna total en las capas orgánicas de índice elevado y en las capas conductoras transparentes (TCL). La reflexión interna total tiene lugar no solo en el límite entre la TCL de índice elevado y el sustrato subyacente de vidrio (índice de refracción de aproximadamente 1,5), sino también en el límite entre el vidrio y el aire.
- 15 Según estimaciones, en los OLED convencionales que no comprenden ninguna capa de extracción adicional aproximadamente el 60% de la luz emitida desde las capas orgánicas queda atrapada en el límite TCL/vidrio, una fracción adicional del 20% queda atrapada en la superficie vidrio/aire y solo aproximadamente un 20% sale del OLED al aire.
- 20 Se sabe reducir este atrapamiento de la luz por medio de una capa de dispersión de la luz entre la TCL y el sustrato de vidrio. Tales capas de dispersión de la luz tienen un índice elevado de refracción cercano al índice de la TCL y contienen varios elementos difusores de la luz.
- También se sabe aumentar el desacoplamiento de la luz texturizando la superficie de contacto entre el vidrio y las capas de índice elevado del OLED.
- 25 Estos dos modos "internos" de extracción, también denominados comúnmente "capas internas de extracción" (IEL), comprenden asperezas que deben ser planarizadas antes de aplicar la TCL y el apilamiento orgánico.
- El documento WO2011/089343 divulga sustratos OLED que comprenden al menos una superficie planarizada texturizada con un recubrimiento de vidrio de índice elevado. Se describe que los sustratos están texturizados por grabado ácido. El grabado químico de vidrio usando ácidos fuertes, en particular el fluorhídrico (HF), es un método usado comúnmente para texturizar superficies de vidrio. Sin embargo, tal método químico húmedo es un proceso complicado cuando se lleva a cabo sobre vidrio delgado (grosor <1 mm). Esta técnica permite atacar químicamente una de las dos caras por etapa del procedimiento, ya que la placa de vidrio tiene que ser mantenida en la posición horizontal durante la etapa de grabado químico. Además, los parámetros del perfil de rugosidad son difíciles de optimizar y, sobre todo, el uso de HF da lugar a importantes problemas de seguridad para el entorno y las personas que trabajan cerca.
- 30 Los documentos WO 2013/187735 A1, EP2819198 A1, US2004/156110 A1 y WO 2012/133832 A1 dan a conocer sistemas de capas de extracción de luz para sustratos OLED.
- El solicitante ha desarrollado recientemente un interesante método alternativo para desbastar uno o ambos lados del sustrato de vidrio, comprendiendo dicho método de desbastado (esmerilado) mecánico. 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 desbastar simultáneamente ambos lados de los sustratos, produciendo con ello en una sola etapa de procedimiento las capas interna y externa de extracción (IEL y EEL) de un sustrato de vidrio OLED transparente.
- 40 La presente invención se refiere, además, a otro método de producción de sustratos de vidrio difusores de índice bajo, no comprendiendo dicho método una etapa de grabado químico ni una etapa de abrasión mecánica. La idea que subyace a la presente invención es adherir partículas minerales de índice bajo por medio de un aglutinante mineral de índice bajo a un sustrato de vidrio de índice bajo, siendo la cantidad de aglutinante mineral con respecto a las partículas minerales suficientemente baja para que las partículas minerales sobresalgan de la superficie del aglutinante o, al menos, creen una rugosidad significativa en la superficie del aglutinante mineral.
- 45 A continuación, el sustrato difusor de índice bajo resultante es sometido a una etapa comúnmente conocida como de planarización usando una frita de índice elevado, y, a continuación, el sustrato difusor planarizado resultante puede ser recubierto con una capa conductora transparente (TCL) y ser usado como sustrato de extracción de luz para los OLED.
- 50 El método de la presente invención es fácil de implementar, requiriendo únicamente un equipo muy simple y comúnmente conocido. Una ventaja significativa con respecto al método de esmerilado descrito en el documento EP

12306179.8 es que puede ser usado para superficies muy grandes. Es ventajoso, además, porque no debilita la resistencia mecánica del sustrato, inconveniente que puede ser observado para sustratos de vidrio de gran superficie grabados o esmerilados.

5 La primera materia de la presente invención es un sustrato OLED difusor transparente que comprende los siguientes elementos o capas sucesivos:

- (a) un sustrato plano transparente hecho de vidrio mineral que tiene un índice de refracción entre 1,45 y 1,65,
- (b) una capa rugosa de índice bajo que comprende partículas minerales, estando unidas dichas partículas minerales a un lado del sustrato por medio de un aglutinante mineral sol-gel, creando las partículas minerales cerca de la superficie del aglutinante mineral, en o sobresalientes de la misma, una rugosidad superficial caracterizada por una desviación aritmética media R_a comprendida entre 0,15 y 3 μm , teniendo tanto las partículas minerales como el aglutinante mineral un índice de refracción entre 1,45 y 1,65; estando comprendida la proporción en volumen entre las partículas minerales y el aglutinante mineral entre 0,3 y 3,
- (c) una capa de índice elevado hecha de un esmalte que tiene un índice de refracción comprendido entre 1,8 y 2,1 que cubre la capa rugosa de índice bajo (b).

15 La presente invención también proporciona un método de preparación de un sustrato difusor según se ha definido en lo que antecede.

20 La expresión “aglutinante mineral sol-gel” se refiere a un sólido mineral obtenido por un proceso de sol-gel a partir de precursores pequeños, generalmente alcóxidos metálicos. Este proceso implica la conversión de los precursores —por ejemplo, tetraalcóxidos metálicos— en una solución coloidal (sol) que forma progresivamente una red polimérica integrada (gel) que luego es secada y compactada adicional por calcinación.

La capa de índice bajo del sustrato OLED de la presente invención está definida por su índice de refracción (1,45 - 1,65) y por su perfil de rugosidad superficial —es decir, una desviación aritmética media R_a (tal como se define en ISO 4287) comprendida entre 0,15 y 3 μm —.

25 Dicha rugosidad es creada por las partículas minerales cerca de la superficie del aglutinante mineral, en o sobresalientes de la misma. No es preciso que las partículas minerales sobresalgan necesariamente del aglutinante mineral, sino que pueden estar embebidas en la capa de aglutinante mineral, siempre y cuando sea evidente —por ejemplo, a partir de una vista seccional de SEM— que la rugosidad u ondulación pueda ser atribuida a las partículas subyacentes, coincidiendo estrechamente el perfil superficial con la presencia/ausencia de partículas minerales embebidas.

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

35 En una realización preferente, las partículas minerales son perlas macizas. Se prefiere a tales perlas a las partículas de bordes afilados y forma aleatoria, porque se esparcen fácilmente sobre la superficie del sustrato, facilitando con ello la formación de una monocapa delgada de perlas, más bien que agregados de gran tamaño. Las partículas de tipo esférico libres de bordes afilados también son más fácilmente planarizadas que las partículas de forma aleatoria. Ha de entenderse que las perlas huecas no están incluidas en la definición de partículas minerales de la presente invención, porque el gas contenido en las mismas tiene un índice de refracción no comprendido entre 1,45 y 1,65.

40 La expresión “partícula mineral”, especialmente cuando se usa para describir el método de la presente invención, abarca partículas funcionalizadas con grupos orgánicos de superficie, tales como grupos trialkilsililo. Dichos grupos orgánicos de superficie experimentan descomposición térmica durante la etapa de calcinación del aglutinante mineral sol-gel o durante la formación de la capa de esmalte de índice elevado.

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

50 Sin embargo, el diámetro esférico equivalente medio no es el único parámetro de tamaño que debe considerarse para seleccionar las partículas minerales que han de usarse 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 índice elevado, lo que llevaría entonces a una fuga de corriente en el OLED final. En consecuencia, las partículas minerales usadas en la presente invención están esencialmente exentas de partículas que tengan un diámetro esférico equivalente mayor que 15 μm , preferentemente mayor que 12 μm .

Como ya se ha especificado anteriormente, el sustrato de vidrio, las partículas minerales y el aglutinante mineral tienen todos aproximadamente el mismo índice de refracción, comprendido entre 1,45 y 1,65, preferentemente entre 1,50 y 1,60.

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

5 Para obtener sustratos difusores a partir de ingredientes que tengan todos aproximadamente el mismo índice de refracción, es necesario crear y controlar la rugosidad superficial de la capa minera de índice bajo. Según se ha mencionado anteriormente, la capa minera de índice bajo debería tener una desviación aritmética media R_a comprendida entre 0,15 y 3 μm , preferentemente entre 0,2 y 2 μm .

La desviación aritmética media R_a está definida en el estándar ISO 4287. Puede ser medida por microscopía electrónica de barrido (SEM) de secciones transversales de la muestra, por medición del perfil de superficie o por microscopía láser tridimensional.

10 Para obtener una capa mineral que tenga tanto una rugosidad superficial adecuada como una resistencia mecánica satisfactoria, es importante seleccionar de forma apropiada la cantidad de aglutinante mineral con respecto a la cantidad de partículas minerales. Si se usan cantidades demasiado elevadas de aglutinante mineral, las partículas minerales estarán completamente embebidas en la matriz resultante de aglutinante mineral de índice bajo y no crearán la rugosidad superficial (R_a) requerida 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 adherencia del aglutinante mineral es demasiado débil y la capa mineral resultante será excesivamente quebradiza y será dañada fácilmente cuando se manipule.

20 El solicitante ha descubierto que una relación en peso entre partículas minerales y la materia seca del sol comprendida entre 0,2 y 4, preferentemente entre 0,4 y 3, lleva a una rugosidad superficial y una resistencia mecánica adecuadas de la capa de índice bajo. La expresión "materia seca del sol" se refiere al peso seco de la red mineral tridimensional condensado obtenido del sol.

La capa mineral de índice bajo se caracteriza por una proporción en volumen entre las partículas minerales y el aglutinante mineral que está comprendida entre 0,3 y 3, preferentemente entre 0,5 y 2 y más preferentemente entre 0,7 y 1,5.

25 El esmalte de índice elevado (c) en la capa mineral de índice bajo (b) debería ser lo suficientemente grueso para cubrir completamente y planarizar el perfil de rugosidad del mismo.

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

30 Preferentemente, la rugosidad superficial de la capa de índice elevado debería ser tan baja como sea posible y, ventajosamente, el esmalte de índice elevado tiene una desviación aritmética media R_a inferior a 3 nm, más preferentemente inferior a 2 nm, siendo lo más preferible que sea inferior a 1 nm.

35 Preferentemente, la capa de índice elevado está esencialmente libre de elementos difusores dispersos en la misma, especialmente libre de partículas macizas difusoras dispersas en la misma. De hecho, tales partículas difusoras macizas podrían sobresalir de forma poco deseable de la superficie de la capa de índice elevado and causar la fuga de corrientes en el OLED final.

40 El sustrato plano de vidrio resultante que contiene la capa mineral de índice bajo (partículas + sol-gel de aglutinante mineral de índice bajo) planarizada por la frita de vidrio de índice elevado generalmente tiene una turbidez comprendida entre 75 y 98%, preferentemente entre 85 y 97%, y más preferentemente entre 87 y 95%. El valor de turbidez puede ser medido por espectrofotómetros ópticos como PE Lambda 950 o Varian Carry 5000, pero también por un dispositivo dedicado más rápido y más económico como el nefelómetro BYK.

45 En una realización preferente, el sustrato OLED difusor transparente de la presente invención comprende, además, una capa electroconductora transparente (d) preferentemente directamente en contacto con la capa de esmalte de índice elevado (c). Tales capas conductoras transparentes que pueden ser usadas como ánodos para los OLED son muy conocidas en la técnica. El material usado más comúnmente es ITO (óxido de indio y estaño). La capa conductora transparente debería tener una transmisión lumínica de al menos el 80%, y un índice de refracción entre 1,8 y 2,2. Su grosor total está comprendido normalmente entre 50 y 400 nm.

Según se ha mencionado anteriormente, la presente invención también se refiere a un método de preparación del sustrato OLED de la presente invención.

50 El método comprende las siguientes etapas sucesivas:

- (1) proporcionar un sustrato plano transparente hecho de vidrio mineral que tiene un índice de refracción entre 1,45 y 1,65;
- (2) dispersar partículas minerales que tienen un índice de refracción entre 1,45 y 1,65 en un sol de al menos un precursor de un aglutinante mineral que tiene un índice de refracción entre 1,45 y 1,65, estando comprendida

la proporción en volumen entre las partículas minerales y el aglutinante mineral entre 0,3 y 3;

- (3) aplicar la dispersión resultante en un lado del sustrato;
- (4) secar y calcinar mediante calentamiento la capa resultante, obteniendo una capa rugosa transparente de índice bajo que comprende partículas minerales y un aglutinante mineral;
- 5 (5) aplicar sobre dicha capa rugosa de índice bajo una capa de frita de vidrio de índice elevado que tiene un índice de refracción entre 1,8 y 2,1,
- (6) secar y fundir dicha frita de vidrio para obtener una capa de esmalte de índice elevado que tiene un índice de refracción comprendido entre 1,8 y 2,1, la cual cubre la capa rugosa de índice bajo.

10 Los sustratos planos de vidrio proporcionados en la etapa (1) tienen generalmente un grosor entre 0,1 y 5 mm, preferentemente entre 0,3 y 1,6 mm.

15 En la etapa (2), las partículas minerales descritas anteriormente son dispersadas en un sol de al menos un precursor de un aglutinante mineral. Dicho precursor es seleccionado, preferentemente, del grupo constituido por silicato de sodio, silicato de potasio, silicato de litio, tetra-alcoxisilanos, preferentemente tetra-etoxisilanos, alcóxidos de titanio, alcóxidos de aluminio, alcóxidos de circonio o mezclas de los mismos. Se usan alcóxidos de circonio y alcóxidos de titanio mezclados con otros precursores en cantidades lo bastante bajas para no superar el máximo índice de refracción (1,65) del aglutinante mineral final.

La suspensión espesa resultante es aplicada a continuación a un lado del sustrato plano mediante métodos conocidos, tales como, por ejemplo, recubrimiento por inmersión, recubrimiento por rodillo, recubrimiento por centrifugación y recubrimiento por ranura.

20 A continuación, el disolvente de la fase de sol se evapora, y la capa seca es sometida a una etapa de calcinación. El secado y la calcinación de la etapa (4) se llevan a cabo ventajosamente calentando a una temperatura de al menos 100°C, preferentemente de 100°C a 300°C, más preferentemente de 110 a 200°C. Cuando las partículas minerales usadas son partículas orgánicas modificadas que tienen grupos orgánicos de superficie tales como grupos alquilsililo, la cocción debería ser implementada a una temperatura lo bastante elevada para efectuar la descomposición térmica de estos grupos de superficie.

25 En la etapa (5), la frita de vidrio de índice elevado es aplicada a continuación sobre la capa áspera cocida de índice bajo mediante cualquier método adecuado, tal como serigrafía, recubrimiento por aspersión, recubrimiento por barra, recubrimiento por rodillo, recubrimiento por ranura y recubrimiento por centrifugación de una suspensión acuosa u orgánica de partículas de vidrio. Se puede encontrar una descripción de fritas adecuadas de vidrio de índice elevado y métodos de recubrimiento y de calcinación de las mismas, por ejemplo, en el documento EP 2 178 343.

La frita de vidrio debería ser seleccionada para que tuviera una temperatura de fusión comprendida entre 450°C y 570°C, y debería llevar a un esmalte que tuviera un índice de refracción de 1,8 a 2,2.

Las fritas de vidrio preferentes tienen la siguiente composición:

Bi₂O₃: 55 - 75% en peso

35 BaO: 0 - 20% en peso

ZnO: 0 - 20% en peso

Al₂O₃: 1 - 7% en peso

SiO₂: 5 - 15% en peso

B₂O₃: 5 - 20% en peso

40 Na₂O: 0,1 - 1% en peso

CeO₂: 0 - 0,1% en peso

45 En una realización típica, las partículas de frita de vidrio (70 - 80% en peso) están mezcladas con un 20 - 30% en peso de un vehículo orgánico (etil celulosa y disolvente orgánico). A continuación, la pasta de frita resultante es aplicada sobre el sustrato de vidrio difusor recubierto por serigrafía o recubrimiento por ranura. La capa resultante es secada por calentamiento a una temperatura de 120 - 200°C. El aglutinante orgánico (etil celulosa) es quemado a una temperatura entre 350 - 440°C, y la etapa de calcinación que da lugar al esmalte final se lleva a cabo a una temperatura entre 510°C y 610°C, preferentemente entre 520°C y 600°C.

Los esmaltes resultantes han resultado tener una rugosidad superficial con una desviación aritmética media R_a (ISO 4287) inferior a 3 nm cuando son medidos por AFM en un área de 10 μm × 10 μm.

La cantidad de la frita de vidrio de índice elevado recubierta sobre la superficie rugosa está generalmente comprendida entre 20 y 200 g/m², preferentemente entre 25 y 150 g/m², más preferentemente entre 30 y 100 g/m², siendo lo más preferible que esté entre 35 y 70 g/m².

5 Preferentemente, la frita de vidrio de índice elevado usada en la presente invención y el esmalte resultante de la misma están sustancialmente libres de partículas de dispersión macizas, tales como partículas cristalinas de SiO₂ o TiO₂. Tales partículas son comúnmente usadas como elementos de dispersión en capas dispersoras de índice elevado, pero generalmente requieren una capa adicional de planarización, aumentando con ello el grosor total del recubrimiento de índice elevado.

10 Los sustratos difusores planarizados con esmalte de índice elevado son particularmente útiles como sustratos para los OLED de capa de emisión inferior. Tiene que aplicarse una capa conductora transparente encima del esmalte de índice elevado antes de la aplicación del apilamiento de capas orgánicas emisoras de luz.

15 Por lo tanto, en una realización preferente, el método de la presente invención comprende, además, la etapa adicional de recubrir el esmalte de índice elevado resultante de la etapa (6) con una capa conductora transparente, preferentemente un óxido conductor transparente. La formación de tal TCL puede llevarse a cabo según métodos convencionales tales como deposición electrónica por magnetron.

Ejemplo

20 Se dispersan 20 g de perlas orgánicas de sílice modificadas que tienen un diámetro medio de 2,5 µm en 150 g de 2-metoxi-propanol y son dispersadas por ultrasonido. A esta dispersión se añaden 30 g de Xenios® Surface Perfection (Evonik GmbH). La dispersión resultante es aplicada a continuación mediante recubrimiento por inmersión sobre un sustrato de vidrio limpio y secada durante aproximadamente un minuto a 120°C. El sustrato recubierto secado es calentado a continuación a una velocidad de 5°C/minuto hasta una temperatura de 500°C y calcinado durante 5 minutos a esta temperatura.

25 Las Figuras 1 y 2 muestran micrografías de SEM de la capa rugosa de índice bajo después de la calcinación y antes de la planarización con la frita de índice elevado. Puede verse que las partículas esféricas están dispersas en forma de una monocapa muy compacta sobre el sustrato de vidrio.

La capa rugosa resultante de índice bajo fue recubierta a continuación por serigrafía con una suspensión espesa de una frita de índice elevado (n = 1,90). El recubrimiento fue secado a 150°C y fue sometido a calcinación durante 10 minutos a 545°C en un horno de infrarrojos.

30

REIVINDICACIONES

1. Un sustrato OLED difusor transparente que comprende los siguientes elementos o capas sucesivos:
 - (a) un sustrato plano transparente (1) hecho de vidrio mineral que tiene un índice de refracción entre 1,45 y 1,65,
 - 5 (b) una capa rugosa de índice bajo que comprende partículas minerales, estando unidas dichas partículas minerales a un lado del sustrato por medio de un aglutinante mineral sol-gel, creando las partículas minerales cerca de la superficie del aglutinante mineral, en o sobresalientes de la misma, una rugosidad superficial caracterizada por una desviación aritmética media R_a comprendida entre 0,15 y 3 μm , teniendo tanto las partículas minerales como el aglutinante mineral un índice de refracción entre 1,45 y 1,65; estando comprendida la proporción en volumen entre las partículas minerales y el aglutinante mineral entre 0,3 y 3,
 - 10 (c) una capa de índice elevado hecha de un esmalte que tiene un índice de refracción comprendido entre 1,8 y 2,1 que cubre la capa rugosa de índice bajo.
2. El sustrato según la reivindicación 1 en donde las partículas minerales tienen un diámetro esférico equivalente medio entre 0,3 μm y 10 μm , preferentemente entre 0,5 μm y 8 μm , más preferentemente entre 0,8 μm y 7 μm .
3. El sustrato según la reivindicación 1 o 2 en donde las partículas minerales son perlas macizas.
4. El sustrato según una 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 , preferentemente mayor que 12 μm .
- 20 5. El sustrato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde el índice de refracción del sustrato, el aglutinante mineral y las partículas minerales está comprendido entre 1,50 y 1,60.
6. El sustrato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde el grosor de la capa de índice elevado está comprendido entre 3 μm y 20 μm , preferentemente entre 4 μm y 15 μm y más preferentemente entre 5 μm y 12 μm .
- 25 7. El sustrato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde la rugosidad superficial de la capa de índice elevado tiene una desviación aritmética media R_a inferior a 3 nm, más preferentemente inferior a 2 nm, siendo lo más preferible que sea inferior a 1 nm.
8. El sustrato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde la capa de índice elevado está esencialmente libre de elementos difusores dispersos en la misma, especialmente libre de partículas macizas difusoras dispersas en la misma.
- 30 9. El sustrato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde las partículas minerales se seleccionan de partículas de sílice.
10. El sustrato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que, además, comprende una capa electroconductora transparente sobre la capa de esmalte de índice elevado.
- 35 11. El sustrato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde la proporción en volumen entre las partículas minerales y el aglutinante mineral está comprendida entre 0,5 y 2, preferentemente entre 0,7 y 1,5.
12. Un método de preparación de un sustrato difusor transparente sustrato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende las siguientes etapas sucesivas:
 - 40 (1) proporcionar un sustrato plano transparente hecho de vidrio mineral que tiene un índice de refracción entre 1,45 y 1,65;
 - (2) dispersar partículas minerales que tienen un índice de refracción entre 1,45 y 1,65 en un sol de al menos un precursor de un aglutinante mineral que tiene un índice de refracción entre 1,45 y 1,65;
 - (3) aplicar la dispersión resultante en un lado del sustrato;
 - 45 (4) secar y calcinar mediante calentamiento la capa resultante, obteniendo una capa rugosa transparente de índice bajo que comprende partículas minerales y un aglutinante mineral, estando comprendida la proporción en volumen entre las partículas minerales y el aglutinante mineral entre 0,3 y 3;
 - (5) aplicar sobre dicha capa rugosa de índice bajo una capa de fritada de vidrio de índice elevado que tiene un índice de refracción entre 1,8 y 2,1,
 - (6) secar y fundir dicha fritada de vidrio para obtener una capa de esmalte de índice elevado que tiene un

índice de refracción comprendido entre 1,8 y 2,1, la cual cubre la capa rugosa de índice bajo.

13. El método según la reivindicación 12 en donde se selecciona el al menos un precursor de un aglutinante mineral del grupo constituido por silicato de sodio, potasio o litio, tetra-alcoxisilanos, alcóxidos de titanio, alcóxidos de aluminio, alcóxidos de circonio.

5 **14.** El método según la reivindicación 12 en donde la etapa (4) de secado y calcinación se lleva a cabo calentando a una temperatura de al menos 100°C, preferentemente de 100°C a 300°C, más preferentemente de 110 a 200°C.

15. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14 en donde las partículas minerales tienen un diámetro esférico equivalente medio entre 0,3 µm y 10 µm, preferentemente entre 0,5 µm y 8 µm, más preferentemente entre 0,8 µm y 7 µm.

10

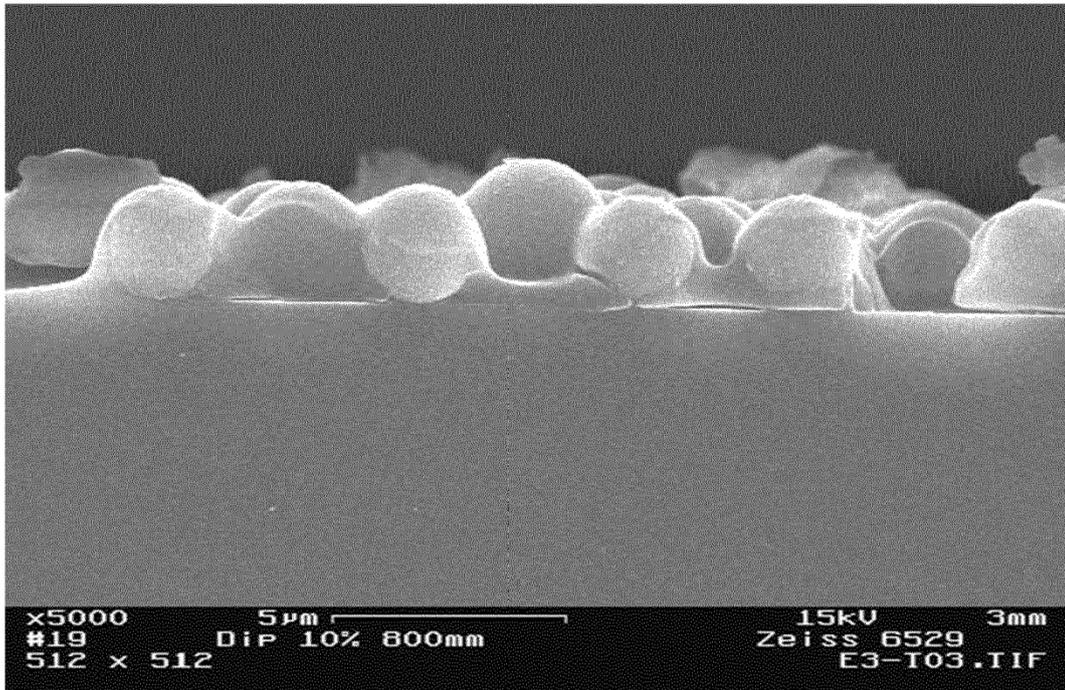


Figura 1

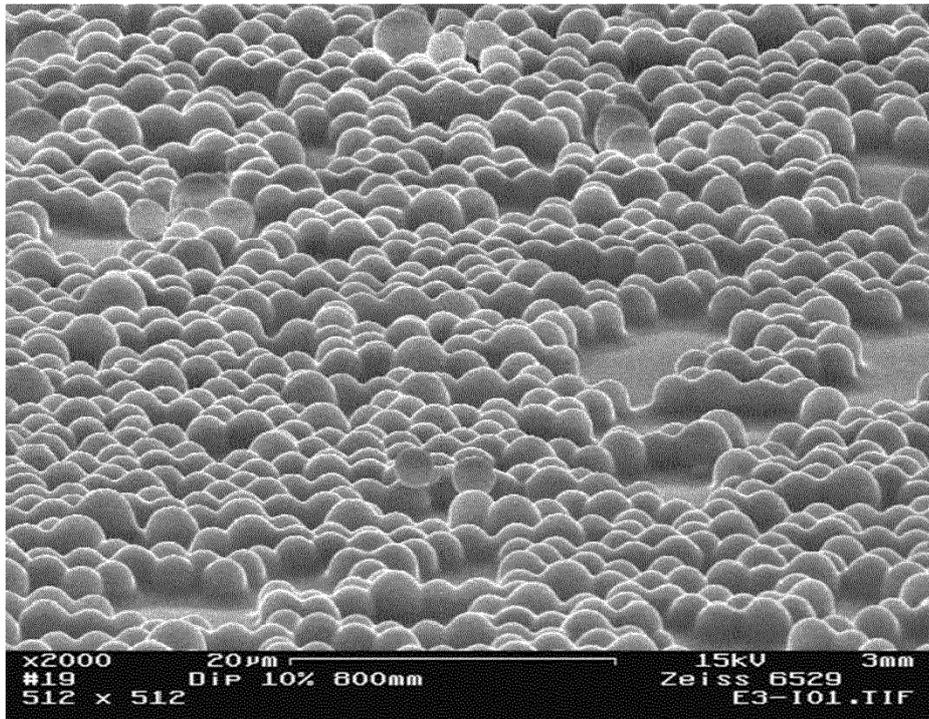


Figura 2