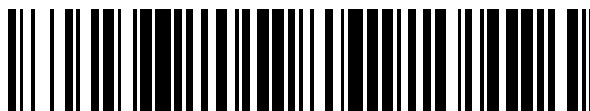


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 048**

51 Int. Cl.:

C03C 17/04 (2006.01)

H01L 51/52 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2012** **E 12306179 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015** **EP 2712851**

54 Título: **Método para producir un sustrato OLED difusor transparente**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.10.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

SAUVINET, VINCENT;
SCHWEITZER, JEAN-PHILIPPE;
ZHOU, YESHUN y
LEE, YOUNG SEONG

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 548 048 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

Método para producir un sustrato OLED difusor transparente

La presente invención concluye un nuevo método para producir sustratos de dispersión de luz traslúcidos para diodos orgánicos de emisión de luz (OLED) y sustratos que se pueden obtener por medio de dicho método.

- 5 Los OLED son elementos opto-electrónicos que comprenden una pila de capas orgánicas con colorantes fluorescentes o fosforescentes intercalados entre dos electrodos, al menos uno de los cuales es traslúcido. Cuando se aplica un voltaje a los electrodos, los electrones inyectados desde el cátodo y los orificios inyectados desde el ánodo se recombinan dentro de las capas orgánicas, dando como resultado una emisión de luz procedente de las capas fluorescentes/fosforescentes.
- 10 Resulta común que la extracción de luz procedente de los OLED convencionales sea bastante pobre, quedando atrapada la mayoría de la luz por la reflexión interna total en las capas orgánicas de índice elevado y las capas conductoras transparentes (TCL). La reflexión interna tiene lugar no solo en la frontera entre TCL de índice elevado y el sustrato de vidrio subyacente (índice de refracción de aproximadamente 1,5) sino también en la frontera entre el vidrio y el aire.
- 15 De acuerdo con las estimaciones, en los OLED convencionales que no comprenden ninguna capa de extracción adicional, aproximadamente 60 % de la luz emitida a partir de las capas orgánicas queda atrapada en la frontera TCL/vidrio, una fracción de 20 % adicional queda atrapada en la superficie vidrio/aire y únicamente aproximadamente 20 % abandona el OLED al aire.
- 20 Se conoce la reducción de este problema por medio de una capa de dispersión de luz entre TCL y el sustrato de vidrio. Dichas capas de dispersión de luz tienen un índice de refracción elevado próximo al índice de TCL y contienen una pluralidad de elementos de difusión de luz.
- Se conoce también el aumento del des-acoplamiento de luz por medio de texturización de la interfaz entre el vidrio y las capas de elevado índice del OLED.
- 25 Ambos medios de extracción "interna", también denominados "capas de extracción interna" (IEL), comprenden asperezas que es necesario alisar antes de aplicar TCL o la pila orgánica.
- Se conoce además la reducción del atrapamiento de luz en la interfaz de vidrio/aire por medio de una "capa de extracción externa" (EEL) que consiste por ejemplo en una película plástica texturizada ópticamente acoplada a la superficie externa del sustrato de vidrio.
- 30 El documento WO 2011/089343 divulga sustratos OLED que comprenden al menos una superficie texturizada alisada con un revestimiento de vidrio de índice elevado. Los sustratos se describen como texturizados por medio de ataque químico. El ataque químico de vidrio usando ácidos fuertes, en particular HF, es un método comúnmente usado para texturizar superficies de vidrio. Dicho método químico en húmedo, no obstante, es un proceso complicado cuando se lleva a cabo sobre vidrio fino (espesor < 1 mm). Esta técnica permite el ataque químico de una de las dos caras en cada etapa de proceso, ya que la placa de vidrio debe mantener una posición horizontal durante la etapa de ataque químico. Además, los parámetros de perfil de rugosidad son difíciles de optimizar y sobre todo el uso HF tiene como resultado importantes problemas de seguridad para el medio ambiente y las personas que trabajan en las proximidades.
- 35 La idea que subraya la presente invención es la sustitución de la etapa de desbaste químico por una etapa de desbaste mecánico menos peligrosa que permita un mejor control del perfil de rugosidad y haga posible desbastar de forma simultánea ambos lados de los sustratos, produciendo de este modo en una etapa individual las capas de extracción interna y externa (IEL y EEL) de un sustrato de vidrio OLED transparente.
- 40 La etapa de bruñido, implementada como primera etapa del método de la presente invención, se lleva a cabo de forma sencilla sobre sustratos de vidrio bastante finos que tienen espesores menores de 2 mm, e incluso menores de 1 mm. Los parámetros de proceso tales como dureza y tamaño de partícula del abrasivo, presión de bruñido, velocidad y tiempo, permiten un ajuste sencillo y el control del perfil de rugosidad.
- 45 Cuando se comparan los sustratos desbastados obtenidos por medio de desbastado mecánico y por ataque químico, los solicitantes además han observado que para un intervalo de brillo deseado concreto de aproximadamente 85 a 95 %, el perfil de rugosidad de las superficies de vidrio sometidas a abrasión mecánica se puede ajustar de forma sencilla por medio del ajuste de la malla metálica en suspensión (distribución de tamaño de partícula de la suspensión) y, por consiguiente, puede ser significativamente menos profundo que para el caso de las superficies sometidas a ataque químico con ácido. Esto significa que un revestimiento de vidrio más fino con índice elevado será suficiente para llenar de forma satisfactoria y alisar las asperezas del perfil de dispersión de luz, lo que conduce de este modo a un menor coste de producción y a un producto final más fino.
- 50 Se conoce comúnmente el uso de bruñido seguido de pulido para afinar y alisar los sustratos de vidrio para paneles

de pantallas, en particular para paneles de pantallas de cristal líquido (LCD). En dichas aplicaciones, se buscan perfiles de bajo brillo y baja rugosidad. En la etapa de pulido, se obtiene el alisado de las superficies rugosas por medio del uso de abrasivos uniformes y extremadamente finos. La superficie pulida se conoce de forma convencional como "superficie de espejo".

- 5 En la presente invención, se interrumpe el proceso de alisado antes de la etapa final de pulido. Se someten los sustratos de vidrio a una etapa de bruñido por un lado o por los dos lados. Tras alcanzar una rugosidad superficial apropiada (R_a), posteriormente se alisa un lado no por medio de pulido con abrasivos finos como en la técnica anterior, sino por medio de relleno y cubrimiento del perfil desbastado resultante con una frita de vidrio de elevado índice de refracción y posterior fusión para formar un esmalte de vidrio plano y uniforme desprovisto de cualesquiera
- 10 picos de vidrio que sobresalen. El lado que porta el esmalte de elevado índice forma la capa de extracción interna (IEL) y recibe por último la capa conductora transparente (ánodo). En el caso de llevar a cabo la etapa de bruñido sobre ambos lados, la segunda superficie no alisada actúa como capa de extracción externa (EEL).

- 15 El método de la presente invención es muy interesante ya que resulta apropiado para vidrio de baja calidad tal como vidrio flotado que tiene defectos superficiales (estaño superior, moteado superior,...), fisuras o ralladuras superficiales, modificación química superficial debida a desgaste del vidrio a la intemperie o envejecimiento tras el almacenamiento a temperatura humedad elevadas durante un largo período de tiempo. Estos defectos superficiales se eliminan durante la etapa de bruñido. Además los efectos brutos, tales como burbujas, resultarán invisibles debido a la superficie brillante que proporciona el proceso de bruñido. El uso de vidrio de baja calidad permite una reducción adicional del coste de producción.

- 20 La presente invención proporciona un proceso seguro y bastante simple para producir un sustrato de dispersión de luz de bajo coste y fino para OLED. Las tres etapas elementales del proceso (bruñido de un sustrato de vidrio plano - revestimiento de un frita de vidrio - fusión del revestimiento de frita de vidrio) se conocen bien en la técnica anterior y se pueden implementar con el equipo técnico existente y conocido. No obstante, para el mejor conocimiento de los solicitantes, estas etapas no se ha combinado de la forma descrita y se reivindican posteriormente para producir los
- 25 sustratos para OLEDs.

El método de producción de los sustratos de OLED difusores y transparentes de la presente invención comprende las siguientes etapas sucesivas:

- a) bruñido de una cara o ambas caras de un sustrato de vidrio traslúcido plano con una suspensión abrasiva, para obtener un sustrato de vidrio plano con al menos una superficie desbastada que tiene un perfil de rugosidad con una
- 30 desviación aritmética media R_a entre $0,1\ \mu\text{m}$ y $2,0\ \mu\text{m}$, preferentemente entre $0,15\ \mu\text{m}$ y $1,5\ \mu\text{m}$, más preferentemente entre $0,2$ y menos de $1,0\ \mu\text{m}$ y del modo más preferido entre $0,25\ \mu\text{m}$ y $0,8\ \mu\text{m}$.

- b) revestir la superficie desbastada o una de las superficies desbastadas con una frita de vidrio de índice elevado que tiene un índice de refracción de al menos $1,7$, preferentemente entre $1,7$ y $2,2$, siendo suficiente la cantidad de la frita de vidrio de índice elevado para cubrir de forma completa el perfil de rugosidad de la superficie desbastada
- 35 tras la fusión de dicha frita;

(c) calentar el sustrato revestido a una temperatura por encima de la temperatura de fusión de la frita de vidrio de índice elevado y por debajo de la temperatura de reblandecimiento del sustrato subyacente, para formar un esmalte de índice elevado sobre una de las superficies desbastadas.

- La suspensión de bruñido puede ser cualquier suspensión conocida que contenga partículas abrasivas cerámicas que tengan una dureza suficientemente elevada y un tamaño de partícula apropiado.
- 40

- Preferentemente, la dureza de Knoop de las partículas abrasivas es de al menos $1800\ \text{HK}$, preferentemente de al menos $2000\ \text{HK}$. Las partículas abrasivas se escogen por ejemplo entre el grupo que consiste en óxido de aluminio (incluyendo corindón blanco), carburo de silicio, en particular SiC negro y verde, óxido de circonio impurificado por ejemplo con Mg , Y o Ce , nitruro de boro, y mezclas de estas partículas y partículas compuestas de núcleo-cubierta, tales como alúmina revestida con SiC .
- 45

Las partículas de corindón blanco ($2160\ \text{HK}$) y las partículas de SiC verde ($2600\ \text{HK}$) son las más preferidas.

Preferentemente, el tamaño medio de partícula del abrasivo está comprendido en el intervalo de 500 a $5000\ \text{mesh}$, más preferentemente de 800 a $3500\ \text{mesh}$, incluso más preferentemente de 1000 a $3200\ \text{mesh}$ y del modo más preferido de 2000 a $3000\ \text{mesh}$.

- 50 Las suspensiones abrasivas con partículas finas (tamaño medio de partícula $> 5000\ \text{mesh}$) tienen como resultado superficies insuficientemente rugosas y tiempos de bruñido excesivamente largos. Cuando se usan partículas excesivamente bastas ($< 500\ \text{mesh}$) la superficie de vidrio procesado es demasiado rugosa, lo cual requiere de manera indeseable cantidades elevadas de frita de vidrio para el alisado.

- Las suspensiones abrasivas apropiadas se encuentran disponibles y se comercializan por ejemplo en G&P Technology Company.
- 55

Como se ha explicado anteriormente, preferentemente la etapa de bruñido (a) se lleva a cabo de forma simultánea sobre ambas superficies del sustrato de vidrio plano, lo que tiene como resultado un perfil de rugosidad idéntico en ambos lados. Por supuesto, se podría contemplar el bruñido en ambos lados por separado, bajo condiciones de bruñido diferentes pero, generalmente, no supone ventaja alguna.

- 5 La desviación aritmética media R_a se define en ISO 4287. Se puede medir por medio de microscopía de barrido electrónico (SEM) de cortes transversales de la muestra, por medio de medición del perfil superficial y por medio de microscopía láser 3D. En la presente invención, la mayoría de los resultados experimentales se han obtenido por medio de microscopía de barrido láser confocal (microscopio Keyence VK-X100, con un tamaño de punto de láser de $0,26 \mu\text{m} \times 0,26 \mu\text{m}$, análisis en un área de $270 \mu\text{m} \times 202 \mu\text{m}$). La anchura media de los elementos del perfil RS_m , tal como se define en ISO 4287, se puede medir con el mismo equipo pero se extrae de un barrido lineal.

Generalmente, los sustratos de vidrio traslúcidos planos que entran en la etapa (a) tienen un espesor de entre 0,1 y 0,5 mm, preferentemente entre 0,3 y 1,6 mm.

- 15 Preferentemente, se someten a amolado de cantos de antemano debido a que los bordes del vidrio no amolados pueden desprender esquirlas de vidrio que son mucho más grandes que las partículas abrasivas y pueden conducir a ralladuras desagradables a la vista sobre la superficie del vidrio.

Se puede llevar a cabo la etapa de bruñido (a) en máquinas de bruñido industriales o de laboratorio conocidas tales como el equipo de pulido industrial LCD o un equipo más barato dedicado a aplicaciones ópticas que requieren el pulido simultáneo de la cara doble, tal como una máquina Speed Fam 22b (de Speed Fam Inc., Taiwán).

- 20 Preferentemente, la presión de bruñido está comprendida entre 1,38 kPa y 6,89 kPa (0,2-1,0 psi), preferentemente entre 2,1 y 5,5 kPa (0,3-0,8 psi) y se mantiene durante un tiempo (tiempo de bruñido) comprendido entre 3 y 60 minutos, preferentemente entre 5 y 30 minutos, más preferentemente entre 10 y 20 minutos. Generalmente, no es necesario implementar dos o más etapas de bruñido sucesivas comenzando con abrasivos bastante bastos y terminando con abrasivos más finos. En una realización preferida, el método de la presente invención comprende únicamente una etapa de bruñido que usa un tipo individual de suspensión abrasiva.

- 25 El sustrato de vidrio plano resultante de la etapa (a) - que tiene bien una o bien ambas superficies desbastadas - generalmente tiene un brillo comprendido entre 75 y 98 %, preferentemente entre 85 y 97 %, y más preferentemente entre 87 y 95 %. El valor de brillo se puede medir por medio de espectrofotómetros ópticos tales como PE Lambda 950 o Varian Carry 5000, pero también por medio de un dispositivo específico más rápido y más barato tal como un BYK Hazemeter.

- 30 En la siguiente etapa, se reviste una capa fina de un frita de vidrio de elevado índice sobre la cara rugosa o sobre una de las caras rugosas del sustrato. Preferentemente, dicho revestimiento se aplica por medio de serigrafía, revestimiento por pulverización, revestimiento con barra, revestimiento con rodillo, revestimiento por rendija y posiblemente revestimiento por centrifugación, de una suspensión orgánica o acuosa de partículas de vidrio. Una descripción de fritas de vidrio de índice elevado apropiadas y métodos de revestimiento y combustión de las mismas se puede encontrar, por ejemplo, en el documento EP 2 178 343.

Se debe seleccionar la frita de vidrio para que tenga un punto de fusión comprendido entre 450 °C y 570 °C y debería conducir a un esmalte que tenga un índice de refracción de 1,7 a 2,2.

Las fritas de vidrio preferidas tienen la siguiente descripción:

- 40 Bi_2O_3 : 55-75 % en peso
 BaO : 0-20 % en peso
 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
45 Na_2O : 0,1-1 % en peso
 CeO_2 : 0-0,1 % en peso

- 50 En una realización normal, 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). Posteriormente, se aplica la pasta de frita resultante sobre el sustrato de vidrio texturizado por medio de serigrafía o revestimiento por rendija. Se seca la capa resultante por medio de calentamiento a una temperatura de 120-200 °C. Se somete a combustión el aglutinante orgánico (etil celulosa) a una temperatura de entre 350-440 °C, y la primera etapa de combustión que tiene como resultado el

esmalte final se lleva a cabo a una temperatura de 450 °C a 570 °C.

Se ha comprobado que los esmaltes resultantes tienen una rugosidad superficial con una desviación aritmética media R_a (ISO 4287) menor de 0,5 nm cuando se mide por medio de AFM en un área de 10 μm x 10 μm .

5 Una de las ventajas de la presente invención es el perfil relativamente superficial de las superficie bruñidas. Debido a que las superficies bruñidas pueden tener una altura media menor de elementos de perfil (ISO 4287:1997, 4.1.4.) que en el caso de los sustratos sometidos a ataque químico con ácido, se puede reducir la cantidad mínima para la cobertura completa de la textura.

10 En la presente invención, la cantidad de la frita de vidrio de índice elevado revestida sobre la superficie desbastada en la etapa (b) generalmente está comprendida entre 15 y 100 g/m^2 , preferentemente entre 20 y 90 g/m^2 , más preferentemente entre 25 y 80 g/m^2 , y del modo más preferido entre 30 y 70 g/m^2 .

15 Al final de la etapa de combustión el esmalte puede contener pequeños poros rellenos de gas atrapado en el interior del revestimiento solidificado. De manera ventajosa, dichos poros actúan como elementos de dispersión de luz adicionales. La concentración de estos poros puede controlarse ajustando el tamaño de partícula de la frita y las condiciones de combustión y, preferentemente, está comprendida entre 0,1 y 2 % en volumen, más preferentemente entre 0,5 y 1,8 % en volumen.

20 Preferentemente, la frita de vidrio usada en la presente invención y el esmalte que resulta de la misma están sustancialmente desprovistos de partículas de dispersión sólidas tales como partículas cristalinas de SiO_2 o TiO_2 . Dichas partículas se usan comúnmente como elementos de dispersión en las capas de dispersión de índice elevado pero, generalmente, requieren una capa de polarización adicional, aumentando de este modo el espesor total del revestimiento de índice elevado. En la presente invención, el perfil de rugosidad superficial junto con la ausencia de elementos de dispersión sólidos permiten la obtención de revestimientos de vidrio muy finos de índice elevado.

Los sustratos de vidrio bruñidos y alisados resultantes de la etapa (c) son particularmente útiles como sustratos para los OLED de emisión-inferior. Se tiene que aplicar una capa conductora transparente sobre la parte superior del esmalte de índice elevado antes de la aplicación de la pila de capas orgánicas de emisión de luz.

25 En una realización preferida, el método de la presente invención comprende además una etapa adicional (etapa (d)) de revestimiento del esmalte de índice elevado resultante de la etapa (c) con una capa conductora transparente, preferentemente un óxido conductor transparente.

30 Las capas conductoras transparentes que se pueden usar como ánodos para los OLED se conocen bien en la técnica anterior. El material más usado comúnmente es ITO (Óxido de Indio y Estaño). La capa conductora transparente debería tener una transmisión de luz de la menos 80 %, y un índice de refracción de entre 1,7 y 2,2. Normalmente, su espesor total está comprendido entre 50 y 200 nm.

Desde el punto de vista del mejor conocimiento de los solicitantes aún no se ha descrito en la técnica anterior un sustrato de OLED transparente, que se pueda obtener por medio del método de la presente invención, que comprenda

35 - un sustrato de vidrio traslúcido plano que tiene en un lado o en ambos lados un perfil de rugosidad tal como se ha descrito anteriormente, y

- un esmalte de índice elevado que tiene un índice de refracción de al menos 1,7, preferentemente entre 1,7 y 2,2, que cubre completamente el perfil de rugosidad de la superficie desbastada, y opcionalmente

- una capa conductora transparente revestida sobre el esmalte de índice elevado,

40 y por tanto también es una materia objetivo de la presente invención.

Por supuesto, esto también se aplica a un diodo orgánico de emisión de luz que comprende dicho sustrato de OLED transparente, preferentemente en su lado del ánodo.

Ejemplo

45 Se sometieron a bruñido diez y ocho placas de vidrio (200 mm x 200 mm, vidrio flotado) que tenían un espesor de 0,7 mm en un equipo de bruñido, permitiendo el bruñido por una cara y el bruñido simultáneo de doble cara.

Se usaron cuatro suspensiones de abrasión diferentes de G&P Technology Company que tenían tamaños de partícula de 500 mesh, 1000 mesh, 2000 mesh y 3000 mesh, respectivamente. Se usaron las suspensiones de abrasión más finas (2000 mesh y 3000 mesh) para el bruñido de un lado y de doble lado. Se llevó a cabo cada bruñido por triplicado, es decir, sobre tres placas de vidrio.

50 Al final de la etapa de bruñido, se limpiaron las muestras por medio de tratamiento por ultra-sonidos con el fin de eliminar las partículas que todavía se adherían a la superficie sometida a abrasión.

Posteriormente, se evaluaron las superficies sometidas a abrasión por medio de microscopía láser 3D (microscopio Keyence VK-X1000, tamaño de punto de láser de $0,26\ \mu\text{m} \times 0,26\ \mu\text{m}$, $\lambda_c = 0,25\ \text{mm}$) para la determinación de los parámetros y el perfil de rugosidad. Se llevaron a cabo tres análisis de área grande ($270\ \mu\text{m} \times 202\ \mu\text{m}$) sobre cada muestra y se calcularon los valores medios a partir de nueve series de datos de partida (tres análisis sobre cada uno de los triplicados).

La tabla siguiente muestra la desviación media aritmética (Ra), la altura máxima del perfil (Rz) y la anchura media de los elementos del perfil (RSm) de los perfiles evaluados. También se proporcionan los datos comparativos para una muestra obtenida por medio de ataque químico con HF (SATINOVO®).

Los resultados de la Tabla 1 siguiente muestran que, para un intervalo de brillo satisfactorio concreto de aproximadamente 88-94 % (muestras bruñidas por una cara), los perfiles resultantes de la etapa (a) del método de la presente invención tienen parámetros de rugosidad significativamente menores (Ra) que un sustrato de vidrio de la técnica anterior desbastado por medio de ataque químico con HF (SATINOVO®). La altura máxima del perfil (Rz) del Ejemplo 1 obtenido con la suspensión de abrasión más basta (abrasivo #500) es similar a la de la muestra técnica anterior SATINOVO®, pero para todos los Ejemplos obtenidos con suspensiones de abrasión finas, los valores de Rz son significativamente más bajos que para SATINOVO®.

Tabla 1

Ejemplo	Método de desbastado	Ra(μm)	Rz(μm)	RSm(μm)	% de Brillo
1	Bruñido de una cara con abrasivo #500	1,52	17,8	N/A	93,1
2	Bruñido de una cara con abrasivo #1000	0,65	8,9	45,3	90,6
3	Bruñido de una cara con abrasivo #2000	0,34	4,5	36,0	88,8
4	Bruñido de una cara con abrasivo #2000	0,34	4,5	36,0	96,1
5	Bruñido de una cara con abrasivo #3000	0,31	4,4	34,6	88,4
6	Bruñido de una cara con abrasivo #3000	0,31	4,4	34,6	94,7
Comparativo (SATINOVO®)	Ataque químico con HF en una cara	2,40	16,9	N/A	88,0

La cantidad mínima de la frita de vidrio de índice elevado para un alisado satisfactorio de los sustratos de los Ejemplos 1, 2, 3 y 5 es de $90\ \text{g/m}^2$, $65\ \text{g/m}^2$, $60\ \text{g/m}^2$ y $55\ \text{g/m}^2$, respectivamente, mientras que la muestra de SATINOVO® requirió aproximadamente $110\ \text{g/m}^2$.

Los resultados anteriores muestran que el método de la presente invención proporciona un medio simple, rentable y eficaz para preparar sustratos de vidrio fino de dispersión de luz apropiados para la fabricación de OLED con capas de extracción de luz internas y externas.

REIVINDICACIONES

1.-Un método para producir un sustrato de OLED difusor transparente que comprende las siguientes etapas sucesivas:

- 5 (a) bruñir una cara o ambas caras de un sustrato de vidrio traslúcido plano con una suspensión abrasiva, para obtener un sustrato de vidrio plano con al menos una superficie desbastada que tiene un perfil de rugosidad con una desviación aritmética media R_a entre $0,1\text{ }\mu\text{m}$ y $2,0\text{ }\mu\text{m}$, preferentemente entre $0,15\text{ }\mu\text{m}$ y $1,5\text{ }\mu\text{m}$, más preferentemente entre $0,2$ y menos de $1,0\text{ }\mu\text{m}$ y del modo más preferido entre $0,25\text{ }\mu\text{m}$ y $0,8\text{ }\mu\text{m}$,
- 10 (b) revestir la superficie desbastada o una de las superficies desbastadas con una frita de vidrio de índice elevado que tiene un índice de refracción de al menos $1,7$, preferentemente entre $1,7$ y $2,2$, siendo la cantidad de la frita de vidrio de índice elevado suficiente para cubrir de forma completa el perfil de rugosidad de la superficie desbastada tras la fusión de dicha frita;
- (c) calentar el sustrato revestido hasta una temperatura por encima de la temperatura de fusión de la frita de vidrio de índice elevado y por debajo de la temperatura de reblandecimiento del sustrato subyacente, para formar un esmalte de índice elevado sobre una de las superficies desbastadas.
- 15 2. El método de acuerdo con la superficie 1, en el que la suspensión abrasiva de la etapa (a) contiene partículas abrasivas que tienen una dureza de Knoop de al menos 1800 HK , preferentemente al menos 2000 HK .
3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que las partículas abrasivas están seleccionadas entre el grupo que consiste en óxido de aluminio (incluyendo corindón blanco), carburo de silicio (SiC), en particular SiC negro y verde, óxido de circonio impurificado por ejemplo con Mg, Y o Ce, nitruro de boro, mezclas de estas
- 20 partículas y partículas compuestas de núcleo-cubierta, tales como alúmina revestida con SiC, en particular a partir de partículas de corindón blanco o de SiC verde.
4. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, en el que las partículas abrasivas tienen un tamaño medio de partícula comprendido dentro del intervalo de 500 a 5000 mesh , preferentemente de 800 a 3500 mesh , más preferentemente de 1000 a 3200 mesh y del modo más preferido de 2000 a 3000 mesh .
- 25 5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de bruñido (a) se lleva a cabo simultáneamente en ambas caras del sustrato de vidrio.
6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la presión de bruñido en la etapa (a) está comprendida entre $1,38\text{ kPa}$ y $6,89\text{ kPa}$.
7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el tiempo de bruñido en la etapa (a) está comprendido
- 30 entre 3 y 60 minutos, preferentemente entre 5 y 30 minutos, más preferentemente entre 10 y 20 minutos.
8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el brillo del sustrato de vidrio plano con una o dos superficies desbastadas resultante de la etapa (a) está comprendido entre 85 y 97% , preferentemente entre 87 y 96% .
9. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la cantidad de frita de índice elevado revestida sobre la
- 35 superficie desbastada de la etapa (b) está comprendida entre 15 y 100 g/m^2 , preferentemente entre 20 y 90 g/m^2 , más preferentemente entre 25 y 80 g/m^2 , y del modo más preferido entre 30 y 70 g/m^2 .
10. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la frita de vidrio y el esmalte resultante están sustancialmente desprovistos de partículas de dispersión tales como partículas de SiO_2 y TiO_2 .
11. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sustrato de vidrio traslúcido plano que entra en la
- 40 etapa (a) tiene un espesor entre $0,1$ y 5 mm , preferentemente entre $0,3$ y $1,6\text{ mm}$.
12. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende revestir el esmalte de índice elevado que resulta de la etapa (c) con una capa conductora transparente, preferentemente un óxido conductor transparente.
13. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la frita de vidrio de índice elevado tiene la siguiente composición:
- 45 Bi_2O_3 : $55\text{-}75\%$ en peso
 BaO : $0\text{-}20\%$ en peso
 ZnO : $0\text{-}20\%$ en peso
 Al_2O_3 : $1\text{-}7\%$ en peso
 SiO_2 : $5\text{-}15\%$ en peso

B_2O_3 : 5-20 % en peso

Na_2O : 0,1-1 % en peso

CeO_2 : 0-0,1 % en peso

- 5 14. Un sustrato de OLED transparente que se puede obtener de acuerdo con un método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.
15. Un OLED que comprende un sustrato transparente como el de la reivindicación 14.