

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 320**

51 Int. Cl.:

**H05K 1/02**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.10.2010 PCT/US2010/054626**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.03.2012 WO12039725**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.10.2010 E 10857620 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.02.2018 EP 2494855**

54 Título: **Películas de SPD y laminados de válvula luminosa con conexiones de barras ómnibus mejoradas**

30 Prioridad:

**30.10.2009 US 200961256836 P**

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

**19.04.2018**

73 Titular/es:

**RESEARCH FRONTIERS INCORPORATED  
(100.0%)  
240 Crossways Park Drive Woodbury  
New York 11797, US**

72 Inventor/es:

**WANG, DONGYAN;  
SLOVAK, STEVEN M. y  
SAXE, ROBERT L.**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 664 320 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

Películas de SPD y laminados de válvula luminosa con conexiones de barras ómnibus mejoradas

**Campo de la divulgación**

5 La presente divulgación se refiere a películas y laminaciones de películas para su uso en válvulas luminosas, que incluyen suspensiones de partículas líquidas. Estas válvulas luminosas generalmente se denominan en este documento dispositivos de partículas en suspensión o válvulas luminosas de SPD, o simplemente como SPD. Más específicamente, la presente divulgación se refiere a barras ómnibus mejoradas de tales películas de SPD que proporcionan una adhesión mejorada del material de barras ómnibus a los electrodos incorporados en los SPD.

**Técnica relacionada**

10 Las válvulas luminosas SPD se conocen desde hace más de setenta años para su uso en la modulación de luz. Dichas válvulas luminosas se han propuesto para su uso en numerosas aplicaciones durante ese tiempo, incluyendo, por ejemplo, pantallas alfanuméricas y pantallas de televisión; filtros para lámparas y faros de automóviles, cámaras, pantallas y fibras ópticas; y ventanas, techos solares, juguetes, protectores contra el sol, anteojos, gafas, espejos, tubos luminosos y similares para controlar la cantidad de luz que pasa a su través o se  
15 refleja desde la misma, según sea el caso. Ejemplos de ventanas incluyen, sin limitación, ventanas arquitectónicas para edificios comerciales, invernaderos y residencias, ventanas para vehículos automotores, barcos, trenes, aviones y naves espaciales, ventanas para puertas incluyendo mirillas, y ventanas para electrodomésticos tales como hornos y refrigeradores, incluyendo compartimentos de los mismos. Las válvulas luminosas del tipo descrito en este documento también son conocidas, como se indicó anteriormente, como dispositivos de partículas en  
20 suspensión o SPD.

Como se usa en este documento, el término "válvula luminosa" describe una celda formada por dos paredes que están separadas por una pequeña distancia, con al menos una pared que es transparente. Las paredes tienen electrodos en las mismas, usualmente en forma de revestimientos transparentes, eléctricamente conductores. Opcionalmente, los electrodos en las paredes pueden tener revestimientos dieléctricos transparentes delgados  
25 sobre los mismos. La celda incluye un elemento modulador de la luz (algunas veces citado aquí como un material activable) que puede ser, sin limitación, una suspensión líquida de partículas, o la totalidad o una porción del elemento completo puede incluir una película plástica en la cual están distribuidas gotas de una suspensión líquida de partículas.

La suspensión líquida (a veces denominada en este documento como una suspensión de válvula luminosa líquida o como una suspensión de válvula luminosa) incluye típicamente pequeñas partículas en suspensión en un medio líquido en suspensión. En ausencia de un campo eléctrico aplicado, las partículas en la suspensión líquida asumen posiciones aleatorias debido al movimiento browniano. Por lo tanto, un haz de luz que pasa a la celda se refleja, transmite o absorbe dependiendo de la estructura de la célula, la naturaleza y la concentración de las partículas y el contenido de energía de la luz. La válvula luminosa es, por lo tanto, relativamente oscura en el estado apagado. Sin  
30 embargo, cuando se aplica un campo eléctrico a través de la suspensión de válvula luminosa líquida en la válvula luminosa, las partículas se alinean, permitiendo así, para muchas suspensiones, que la mayor parte de la luz pase a través de la celda. La válvula luminosa es relativamente transparente en el estado encendido. El campo eléctrico se puede suministrar desde cualquier fuente eléctrica incluyendo, pero no limitado a, corriente doméstica, batería y/o células fotovoltaicas/solares.

35 Para muchas aplicaciones es preferible que la totalidad o parte del material activable, es decir, el elemento modular luminoso, sea una película de plástico en lugar de una suspensión líquida. Por ejemplo, en una válvula luminosa utilizada como ventana de transmisión de luz variable, una película plástica en la que se distribuyen gotas de suspensión líquida es preferible a una suspensión líquida solo debido a los efectos de presión hidrostática, por ejemplo, abultamiento asociado con una alta columna de suspensión de válvula luminosa, se pueden evitar  
40 mediante el uso de una película y también se puede evitar el riesgo de posibles fugas. Otra ventaja de usar una película de plástico es que, en una película de plástico, las partículas generalmente están presentes solo dentro de gotas muy pequeñas y, por lo tanto, no se aglomeran notablemente cuando la película se activa repetidamente con una tensión.

Una película de válvula luminosa (también a veces denominada en este documento como una película de SPD), como se usa en este documento significa una película o lámina, o más de una de las mismas, incluyendo una suspensión de partículas utilizadas o destinadas para su uso en una válvula luminosa de SPD. Dicha película de válvula luminosa usualmente incluye una fase discontinua de un líquido con partículas dispersas, estando dispersa dicha fase discontinua a lo largo de una fase continua encerrada dentro de una o más películas o láminas sólidas rígidas o flexibles. Una emulsión curada, que puede ser parte de una película de válvula luminosa, a veces también  
55 se denomina capa de película o película. La película de válvula luminosa también puede incluir una o más capas adicionales tales como, sin limitación, una película, revestimiento o lámina o combinación de las mismas, que puede proporcionar a la película de válvula luminosa uno o más de, por ejemplo, (1) resistencia al rayado, (2) protección contra radiación ultravioleta, (3) reflejo de energía infrarroja, (4) conductividad eléctrica para transmitir un campo

eléctrico o magnético aplicado al material activable, (5) recubrimientos dieléctricos, (6) coloración de color y (7) control acústico.

5 El tiempo de subida y el tiempo de decaimiento de una película de SPD se vuelve progresivamente más lento cuando la temperatura de la película se vuelve más fría. Esto se debe al hecho de que la viscosidad del líquido de suspensión en las gotas aumenta a medida que disminuye la temperatura. Para superar el efecto, la película de SPD también puede incluir una capa transparente que tiene sobre la misma un recubrimiento conductor transparente, tal como tinóxido de indio (ITO) a través del cual puede pasar una corriente para calentar la película de SPD.

10 Una construcción común (pero no limitativa) de una película de SPD tiene cinco capas, a saber, desde un lado a otro: (1) una primera lámina de plástico de polietileno de tereftalato ("PET"), convenientemente de 5-7 mils (0,12-0,17 mm) de espesor, (2) un recubrimiento de ITO muy transparente, eléctricamente conductor, que actúa o es capaz de actuar como un electrodo, en dicha primera lámina de PET, (3) una capa de emulsión de SPD curada (es decir, reticulada), generalmente de 2-5 mils (0,05-0,12 mm) de espesor y, (4) un segundo recubrimiento de ITO que actúa o es capaz de actuar como un electrodo en (5) a segundo sustrato de plástico de PET. Como se indicó previamente, pueden añadirse capas adicionales que proporcionan otras funciones a la película de SPD de cinco capas descrita anteriormente. Típicamente, la lámina de cobre, el tejido conductor o similar se fijan a los electrodos de modo que se extiendan más allá del perímetro de la película de SPD para una conexión conveniente a una fuente de tensión adecuada. Además, la película de SPD puede laminarse, por ejemplo, con películas adhesivas transparentes y/o láminas de vidrio transparentes o más gruesas para proporcionar resistencia y rigidez y para proteger varias partes de la unidad combinada de tensiones ambientales que, de lo contrario, podrían dañar sus características de presentación.

20 La patente US 5.409.734 describe un ejemplo de un tipo de película de válvula luminosa no reticulada que se hace por separación de fases a partir de una solución homogénea. También se conocen películas de válvula luminosa fabricadas mediante reticulación (curado) de emulsiones.

25 Una variedad de suspensiones líquidas de válvula luminosa es bien conocida en la técnica y tales suspensiones se formulan fácilmente de acuerdo con técnicas bien conocidas para un experto ordinario en la misma. El término suspensión de válvula luminosa líquida, como se indicó anteriormente, cuando se usa en el presente documento significa un medio de suspensión líquido en el que se dispersan una pluralidad de partículas pequeñas. El medio de suspensión líquido comprende uno o más líquidos no acuosos, eléctricamente resistentes en los que está preferiblemente disuelto al menos un tipo de estabilizador polimérico que actúa para reducir la tendencia de las partículas a aglomerarse y para mantenerlas dispersas y en suspensión.

30 Las suspensiones líquidas de válvula luminosa útiles en la presente invención pueden incluir cualquiera de los llamados medios de suspensión líquidos de la técnica anterior previamente propuestos para su uso en válvulas luminosas para la suspensión de las partículas. Los medios de suspensión líquidos conocidos en la técnica que son útiles en este documento incluyen, pero no se limitan a, los medios de suspensión líquidos descritos en las patentes de los Estados Unidos números 4.247.175, 4.407.565, 4.772.103, 5.409.734, 5.461.506, 5.463.492 y 6.936.193. En general, uno o ambos del medio de suspensión o del estabilizador polimérico típicamente disuelto en el mismo se eligen para mantener las partículas en suspensión en equilibrio gravitacional.

35 El estabilizador polimérico, cuando se emplea, puede ser un solo tipo de polímero sólido que se adhiere a la superficie de las partículas, pero que también se disuelve en el(los) líquido(s) no acuoso(s) que comprenden el medio de suspensión líquido. Alternativamente, puede haber dos o más estabilizadores poliméricos sólidos que sirven como un sistema estabilizador polimérico. Por ejemplo, las partículas pueden recubrirse con un primer tipo de estabilizador polimérico sólido, tal como nitrocelulosa que, en efecto, cuando se disuelve, proporciona un recubrimiento superficial simple para las partículas, junto con uno o más tipos adicionales de estabilizador polimérico sólido que cuando se disuelve, se une o se asocia con el primer tipo de estabilizador polimérico sólido y también se disuelve en el medio de suspensión líquido para proporcionar dispersión y protección estérica para las partículas. Además, los estabilizadores poliméricos líquidos se pueden usar ventajosamente, especialmente en películas de válvula luminosa de SPD, como se describe, por ejemplo, en la Patente US 5.463.492.

40 Partículas inorgánicas y orgánicas se pueden usar en una suspensión de válvula luminosa, y tales partículas pueden ser absorbentes de luz o reflectantes de luz en la porción visible del espectro electromagnético.

45 Las válvulas luminosas de SPD convencionales generalmente han empleado partículas de tamaño coloidal. Como se usa en el presente documento, el término coloidal significa que las partículas generalmente tienen una dimensión mayor con un promedio de 1 micrómetro o menos. Preferiblemente, la mayoría de los tipos de partículas de polihaluro o no polihaluro usadas o previstas para su uso en una suspensión de válvula luminosa de SPD tendrán una dimensión mayor que promedie 0,3 micrómetros o menos, y más preferiblemente promedios de menos de la mitad de la longitud de onda de la luz azul, es decir, menos de 2000 Angstroms, para mantener la dispersión de la luz extremadamente baja.

50 Como se describió anteriormente, la lámina de cobre, el tejido conductor o similar están fijadas a los electrodos de SPD, de modo que se extienden más allá del perímetro de la película de SPD para su conexión conveniente a una

fuente de tensión adecuada. En las películas de SPD y en los laminados de SPD de la técnica anterior se aplica una capa delgada de pasta de plata conductora, tal como la composición conductora de DuPont #4817N, a los electrodos SPD con un cepillo y se deja evaporar el solvente, por ejemplo, acetato de butilo. A continuación, la lámina de cobre, tal como la lámina de cobre 3M con adhesivo conductor #1181 o tejido conductor, tal como productos de supresión EMI 3M #517-2191, que tienen un adhesivo eléctricamente conductor sensible a la presión en un lado, se fijan a los electrodos de SPD recubiertos con plata.

El documento WO 94/18599 divulga una conexión entre un bus de alimentación y una capa conductora de un dispositivo de película delgada que comprende un adhesivo que incluye partículas metálicas y un elemento conductor adherido al adhesivo.

#### 10 **Deficiencias de películas de SPD de la técnica anterior**

15 Cuando se aplica un campo eléctrico a través de la película de SPD a través de la lámina de cobre o tejido conductor, las partículas se alinean permitiendo que la luz pase a través de la celda. La válvula luminosa es relativamente transparente en el estado encendido. Por lo tanto, el mantenimiento del contacto entre la lámina de cobre o el tejido conductora y el electrodo de SPD es crítico para la operación de la película de SPD o del laminado de SPD.

20 En el caso de una película de SPD de la técnica anterior, la adherencia relativamente débil entre la lámina de cobre o tejido conductor, pasta de plata y los electrodos de SPD frecuentemente conduce a la pérdida de contacto. Esto puede ser el resultado del peso de los cables de la fuente de alimentación estirando de la lámina de cobre o el tejido conductor del electrodo de SPD, la manipulación de la película de SPD durante su preparación para la laminación o condiciones ambientales tales como variaciones de temperatura y/o cambios en la humedad, que causan la pérdida de contacto. Incluso con laminados de SPD, donde la película de SPD está intercalada entre dos láminas de vidrio con dos o más capas de películas transparentes adhesivas de fusión en caliente, ha habido casos en que las temperaturas y las presiones relativamente altas utilizadas para laminar las películas de SPD han causado que la lámina o tejido de cobre débilmente adheridas se mueva fuera del electrodo de SPD durante el proceso de laminación. El resultado es un laminado de SPD que no funciona y que no cambiará al estado encendido cuando se aplica tensión a la lámina de cobre o tejido conductor. Esto es muy costoso porque la película de SPD, la película adhesiva de fusión en caliente y los sustratos de vidrio se vuelven inútiles.

Por consiguiente, sería beneficioso proporcionar un SPD que evite estos problemas.

#### **Sumario**

30 Es un objeto de la presente divulgación proporcionar un adhesivo conductor que proporcione una unión fuerte entre la barra ómnibus conductora y el electrodo de ITO-PET de un SPD y, al mismo tiempo, mantenga una buena conductividad eléctrica.

35 Un adhesivo de acuerdo con una realización de la presente solicitud utiliza preferiblemente epoxi que contiene plata o cola polimérica que contiene plata para ofrecer una unión fuerte entre la barra ómnibus conductora y el electrodo de ITO-PET y, al mismo tiempo, mantenga una buena conductividad eléctrica.

Una conexión entre un bus de alimentación y una capa conductora de un dispositivo de partículas en suspensión de acuerdo con una realización de la presente solicitud incluye un adhesivo combinado con partículas metálicas, de tal manera que conduzcan electricidad. El adhesivo se aplica a una superficie de la capa conductora. Se adhiere una lámina de cobre conductora o tejido conductor al adhesivo y se conecta eléctricamente al bus de alimentación.

40 Un procedimiento para proporcionar una conexión entre un bus de alimentación y una capa conductora de un dispositivo de partículas en suspensión de acuerdo con una realización de la presente solicitud incluye mezclar partículas metálicas en el adhesivo, donde la cantidad de partículas metálicas se basa en peso, aplicar el adhesivo con partículas adhesivas a la capa conductora, presionar un elemento conductor sobre el adhesivo para adherirse a la capa conductora, esperar un período de tiempo predeterminado y conectar el elemento conductor al bus de alimentación.

45 Un procedimiento para proporcionar una conexión entre un bus de alimentación y una capa conductora de un dispositivo de partículas en suspensión de acuerdo con una realización de la presente solicitud incluye mezclar partículas metálicas en el adhesivo, donde la cantidad de partículas metálicas es del 65 % al 90 % en peso, aplicar el adhesivo con las partículas metálicas a la capa conductora, esperar un período de tiempo predeterminado, presionar un elemento conductor sobre el adhesivo para adherirse a la capa conductora y conectar la lámina del elemento conductor al bus de alimentación.

50 Un procedimiento para proporcionar una conexión entre un bus de alimentación y una capa conductora de un dispositivo de partículas en suspensión de acuerdo con una realización de la presente solicitud incluye mezclar partículas metálicas en el adhesivo, donde la cantidad de partículas metálicas es del 65 % al 90 % en peso, aplicar el adhesivo con las partículas metálicas a la capa conductora, presionar un elemento conductor sobre el adhesivo para adherirse a la capa conductora, esperar un período de tiempo predeterminado, conectar la lámina de cobre

conductora al bus de alimentación, separar el elemento conductor del adhesivo y volver a aplicar el elemento conductor al adhesivo.

**Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una ilustración de una película de SPD con una barra ómnibus conductora; y

5 La figura 2 ilustra los requisitos para medir la resistencia al desprendimiento (como se analiza en este documento) de una muestra de ensayo.

**Descripción detallada de las realizaciones**

La presente divulgación se dirige específicamente al uso de película que incluye una capa formada por reticulación y emulsión, y a películas laminadas producidas de este modo. Véanse, por ejemplo, las patentes US 5.463.491 y 5.463.492, y la solicitud de patente US n.º de serie 10/898.303, publicada como US 2005/0227061 el 13 de octubre de 2005, todas las cuales se asignan al cesionario de la presente invención. Diversos tipos de emulsiones de SPD, y procedimientos para curar las mismas, se describen en las patentes US 6.301.040, 6.416.827 y 6.900.923. Tales películas y variaciones de las mismas se pueden curar mediante reticulación provocada por la exposición de las películas a (1) radiación ultravioleta, (2) haces de electrones o (3) calor. Todas las patentes y solicitudes de patente 10 y otras referencias citadas en esta solicitud se incorporan aquí por referencia.

**Materiales e instrumento de caracterización:**

Se han probado varios tipos diferentes de sistemas de adhesión, por ejemplo, epoxi que contiene plata, cola GOOP (por ejemplo, adhesivo Amazing GOOP® ("GOOP") ("Amazing GOOP" es una marca registrada de Eclectic Products, Inc. Corporation), pasta de plata Dupont (por ejemplo, Dupont Conductor Paste #4817N vendido por parte de Dupont Electronic Materials), cola hecha en laboratorio y cola GOOP que contiene plata con varios materiales conductores diferentes, por ejemplo, adhesivo de un solo lado que contiene cobre conductor (1,4 mils (0,03 mm) de espesor), lámina de cobre conductora sin adhesivo (2 mils (0,05 mm) y 1,4 mils (0,03 mm) de espesor) y adhesivo de un solo lado que contiene tejido conductor.

Se obtuvieron adhesivos con y sin plata y se utilizan para fijar lámina de cobre y tejido conductor a electrodos de SPD. Se añadieron partículas metálicas conductoras tales como plata (Ag) y zinc (Zn) al adhesivo antes del uso para impartir conductividad. Para estas pruebas se utilizaron láminas de cobre con y sin adhesivo conductor y tejido conductor con una capa de adhesivo conductor. La resistencia al desprendimiento de la unión entre el electrodo de SPD y la lámina de prueba o las muestras de tejido se midió con el aparato de prueba Shimadzu EZ. Estas pruebas demostraron una fuerte unión entre la barra ómnibus conductora mejorada y el electrodo ITO-PET y, al mismo tiempo, una buena conductividad eléctrica para la operación de la película de SPD o el laminado de SPD.

Diferentes materiales conductores se utilizaron para las barras ómnibus, por ejemplo, de espesor de lámina de cobre conductora de 2 mils (0,05 mm) con revestimiento de adhesivo conductor en un solo lado; láminas de cobre conductoras de 1,4 mils (0,03 mm) y 2 mils (0,05 mm) de espesor sin recubrimiento adhesivo en ambos lados y tejido conductor con revestimiento adhesivo en un solo lado. Pasta de plata, en la que se dispersaron micropartículas y nanopartículas de plata previamente en solvente orgánico, por ejemplo, acetato de butilo, de Dupont, epoxi que contiene plata, por ejemplo, adhesivo epoxi EPO-TEK® EE129-4 ("EPO-TEK") vendido por Electron Microscopy Sciences of Hatfield, PA (EPO-TEK es una marca registrada de Epoxy Technology Inc. de Billerica, Massachusetts), y se usaron colas domésticas, por ejemplo, GOOP, como materiales comerciales disponibles.

40 El sistema de prueba Shimadzu Trapezium 2 EZ-S fabricado por Shimadzu Scientific Instruments, Inc. de Columbia, Maryland se utilizó para medir la resistencia al desprendimiento del electrodo de ITO-PET unido y la barra ómnibus conductora.

**Procedimientos:**

**Preparación de la muestra:**

45 Procedimiento #1: El sistema epoxi EPO-TEK que contiene plata (colocación primero de la barra ómnibus, después el curado). Primero, los dos elementos epoxi, la parte A y la parte B, se mezclaron bien a una relación de 1:1 a temperatura ambiente en un recipiente apropiado y se aplicó una capa delgada de esta mezcla en el electrodo de ITO-PET. La lámina conductora de cobre o el tejido conductor (barra ómnibus) se colocó encima de la capa delgada de mezcla de epoxi y se presionó suavemente hacia abajo para asegurarse de que la capa conductora entrara en contacto con la mezcla de epoxi. Se tuvo cuidado de evitar cualquier área no contactada o burbujas de aire entre la capa conductora y la mezcla de epoxi que contiene plata, lo que reducirá drásticamente la fuerza de unión y puede provocar una desconexión eléctrica. Finalmente, la muestra se dejó reposar durante al menos 24 horas a temperatura ambiente o un período de tiempo más corto a temperaturas más altas para curar completamente la mezcla de epoxi. Antes de su uso, la conductividad de la muestra se verificó con un ohmímetro para garantizar que 55 estuviera conectada correctamente.

Procedimiento #2: Un segundo sistema epoxi EPO-TEK (curado primero, después colocación de la barra ómnibus). En este enfoque, los dos elementos epoxi, la parte A y la parte B, se mezclaron bien a una relación de 1:1 a temperatura ambiente en un recipiente apropiado y se aplicó una capa delgada de esta mezcla en el electrodo de ITO-PET. La muestra se dejó reposar entonces durante al menos 24 horas a temperatura ambiente o un período de tiempo más corto a temperaturas más altas para curar completamente la mezcla de epoxi. La lámina conductora de cobre o el tejido conductor (barra ómnibus) se colocó encima de la capa delgada curada de mezcla de epoxi y se presionó suavemente hacia abajo para asegurarse de que la capa conductora contacta con la capa delgada curada de epoxi. Este procedimiento es similar al utilizado para películas y laminados de SPD de la técnica anterior que usan la composición conductora DuPont #4817N. Se tuvo cuidado de evitar cualquier área no contactada o burbujas de aire entre la capa conductora y la mezcla de epoxi, lo que reducirá drásticamente la fuerza de unión y puede provocar una desconexión eléctrica.

Procedimiento #3: Sistema epoxi/cola EPO-TEK (curado primero, después colocación de la barra ómnibus). Los dos elementos de epoxi parte A, parte B (1:1) y cola se mezclaron bien con una relación predeterminada (en este caso, (parte A + parte B)/cola está en una relación de 1:1) a temperatura ambiente en un recipiente apropiado y se aplicó una capa delgada de esta mezcla en el electrodo de ITO-PET. En segundo lugar, la muestra se dejó reposar durante al menos 24 horas a temperatura ambiente o durante un período de tiempo más corto a temperaturas más altas para curar completamente la mezcla de epoxi. La lámina conductora de cobre o el tejido conductor (barra ómnibus) se colocó encima de la capa delgada curada de mezcla de epoxi/cola y se presionó suavemente hacia abajo para asegurarse de que la capa conductora contacta con la capa delgada curada de epoxi. Se tuvo cuidado de evitar cualquier área no contactada o burbujas de aire entre la capa conductora y la mezcla de epoxi/cola, lo que reducirá drásticamente la fuerza de unión y puede provocar una desconexión eléctrica.

Procedimiento #4: El sistema de cola (colocación de barra ómnibus primero, después el secado). Para fines comparativos, cola simple, es decir, cola que no contiene plata, se aplicó directamente tanto en el electrodo de ITO-PET como en la lámina de cobre conductora o el tejido conductor (barra ómnibus) en una capa delgada. Las dos partes se unieron entre sí mediante una fuerza suave para garantizar que se logra un contacto completo a través de toda la lámina conductora de cobre o el área del tejido conductor. La muestra se dejó reposar en un área bien ventilada durante al menos varias horas para secar por completo el solvente residual en la cola.

Finalmente, las muestras fueron cortadas a las dimensiones deseadas para ensayo y aplicaciones como se describe a continuación.

En otros ejemplos donde primero era la colocación de la barra ómnibus con el secado después, solventes orgánicos, por ejemplo, tolueno o acetato de propilo fueron utilizados para diluir la cola antes de repetir las etapas anteriores para la conexión de la lámina de cobre conductora o tejido conductor al electrodo de ITO-PET.

En todavía otros ejemplos en los que la colocación de la barra ómnibus precedió al secado, la pasta de plata de Dupont se mezcló con el solvente orgánico, cola diluida en tolueno o acetato de propilo en una proporción de cola/tolueno o acetato de propilo/pasta de plata (1/2/1). Se usó un agitador de laboratorio para obtener una dispersión homogénea de estos componentes. Una vez más, se repitieron las etapas para conectar la lámina de cobre conductora o el tejido conductor (barra ómnibus) al electrodo de ITO-PET.

En aún otros ejemplos donde se proporcionó el secado primero seguido de la colocación de la barra ómnibus, cola/plata (u otras partículas de metal) se mezcló bien a una relación predeterminada de 8:2 a temperatura ambiente en un recipiente adecuado y una capa delgada de esta mezcla se aplicó en el electrodo de ITO-PET. En segundo lugar, la muestra se dejó reposar en un área bien ventilada durante al menos varias horas para secar por completo el solvente residual. La lámina conductora de cobre o tejido conductor se colocó sobre la capa delgada seca de cola con plata (o cola metalizada de otro modo) y se presionó hacia abajo para asegurarse de que la capa conductora entre en contacto completamente con la capa delgada de plata de cola seca. Esto es similar al procedimiento para películas y laminados de SPD de la técnica anterior que usan la composición conductora de DuPont #4817N. Se tuvo cuidado de evitar cualquier área no contactada o burbujas de aire entre la capa conductora y la capa delgada de plata de cola seca, lo que reducirá drásticamente la fuerza de unión y puede provocar una desconexión eléctrica.

#### **Prueba de resistencia al desprendimiento:**

Una película 10 de SPD con barras 12 ómnibus conductoras se muestra en la figura 1, en la que la lámina de cobre conductora o el tejido conductor de las barras 12 ómnibus se adhiere al lado 14a conductor de un electrodo 14 de PET recubierto con ITO. El elemento 14b indica el lado no conductor del electrodo 14 de ITO PET.

La resistencia al desprendimiento de la unión entre el electrodo 14 de ITO-PET y la lámina de cobre conductora de prueba o la barra 12 ómnibus de tejido se midió con el sistema de prueba Shimadzu Trapezium 2 EZ-S. La muestra probada se preparó como se describe a continuación. Las barras 12 ómnibus a su vez están conectadas a una fuente de alimentación a través de un bus de alimentación, cable u otra conexión eléctrica. Aunque la presente aplicación utiliza el término "bus de alimentación", este término se aplica a cualquier conexión eléctrica deseada entre la barra ómnibus y la fuente de alimentación.

El electrodo 14 de ITO-PET unido con la barra 12 ómnibus conductora se cortó en una tira de 120 mm x 12,7 mm

(longitud x anchura). El electrodo 14 de ITO-PET y la barra 12 ómnibus conductora en un extremo de la muestra se plegaron en direcciones opuestas para formar una forma de T (como se muestra en la figura 2). Los agarres de sujeción (no mostrados) del sistema de prueba EZ-S se usaron para sujetar la muestra mediante el electrodo 14 de ITO-PET y la barra 12 ómnibus conductora. El instrumento fue operado para desprender la muestra y registrar la resistencia al desprendimiento a una velocidad de movimiento predeterminada del cabezal de agarre (velocidad del cabezal transversal). La unidad de resistencia al desprendimiento es en Newtons por 12,7 mm de ancho (N/12,7 mm). En este caso, el ancho de muestra de 12,7 mm es un número arbitrario que se eligió en función del ancho de la lámina de cobre conductora. Para la comparación con la literatura, el número de ancho debe convertirse al mismo valor, por ejemplo, el mismo ancho. La Tabla 1 y la Tabla 2 enumeran información detallada de la muestra junto con los resultados de la prueba de desprendimiento.

También se realizó una prueba de volver a unir. En esta prueba, la misma barra ómnibus de lámina/tejido se volvió a colocar justo después de la prueba de desprendimiento. La muestra nuevamente adherida se despegó de nuevo y se registró la nueva resistencia al desprendimiento como fijación adicional, todo bajo las mismas condiciones exactas de prueba.

La Tabla 1 y la Tabla 2 enumeran los ejemplos de resistencia al desprendimiento de la unión del electrodo de ITO-PET con diferentes materiales conductores (lámina conductora, lado adhesivo o lado no adhesivo, tejido conductor, lado adhesivo) usando diferentes adhesivos (mezcla epoxi con plata, cola GOOP prístina y mezcla de cola GOOP y plata).

**Tabla 1. Resistencia al desprendimiento del electrodo ITO-PET con barra de bus conductora**

Muestra		Resistencia al desprendimiento (N/12,7 mm)	
ITO/PET desnudo (estado de la técnica, sin plata)	Cobre, lado adhesivo	2,89	
ITO/PET desnudo (estado de la técnica, sin plata)	Tejido, lado adhesivo	3,50	
Pasta comercial de plata con sustrato de ITO-PET (técnica anterior)	Cobre, lado adhesivo	0,028	
EPO-TEK	Curado a temperatura ambiente, 24 horas	Cobre, lado adhesivo	5,94
		Cobre, lado no adhesivo	4,41
		Cobre, tira pura (2 mils (0,05 mm) de espesor)	4,06
		Cobre, tira pura (1,4 mils (0,03 mm) de espesor)	3,56
		Tejido, lado adhesivo	3,34
		Tejido, lado no adhesivo	2,32
	Curado a 85 °C, 1 hora	Cobre, lado no adhesivo	4,75
		Tejido, lado no adhesivo	3,77
GOOP	Original	Cobre, lado no adhesivo	6,15
	Acetato de propilo diluido	Cobre, lado no adhesivo	8,30
	Tolueno diluido	Cobre, tira pura (2 mils (0,05 mm) de espesor)	4,32
		Tejido, lado adhesivo	10,08
		Tejido, lado no adhesivo	2,50
Plata GOOP +	Acetato de propilo diluido	Cobre, lado no adhesivo	1,59
Plata GOOP +	Tolueno diluido	Cobre, lado adhesivo	1,91
		Cobre, lado no adhesivo	2,18
		Cobre, tira pura (2 mils (0,05 mm) de espesor)	1,40
		Cobre, tira pura (1,4 mils)	0,83

Muestra		Resistencia al desprendimiento (N/12,7 mm)	
		(0,03 mm) de espesor)	
		Tejido, lado adhesivo	4,44
		Tejido, lado no adhesivo	1,03

**Tabla 2. Resistencia al despegue del electrodo ITO-PET con barra ómnibus conductora**

Muestra			Resistencia al despegue (N/12,7 mm)	
EPO-TEK-(100 procedimiento #2	%)	Curado a temperatura ambiente, 24 horas	Tejido, lado adhesivo	2,58
EPO-TEK-(100 Procedimiento #2	%)	Curado a temperatura ambiente, 24 horas	Tejido, Fijación adicional en el lado del adhesivo	1,65
EPO-TEK+ GOOP Procedimiento #3	(1/1)	Curado a temperatura ambiente, 24 horas	Tejido, lado adhesivo	3,76
EPO-TEK+ GOOP Procedimiento #3	(1/1)	Curado a temperatura ambiente, 24 horas	Tejido, Fijación adicional en el lado del adhesivo	3,92
EPO-TEK+ Cola de laboratorio Procedimiento #3	(1/1)	Curado a temperatura ambiente, 24 horas	Tejido, lado adhesivo	2,00
Pasta de plata + GOOP (8/2) Procedimiento #4		Tolueno diluido	Tejido, lado adhesivo	2,82
Polvo de zinc + GOOP (8/2) Procedimiento #4		Tolueno diluido	Tejido, lado adhesivo	3,88

- 5 Con referencia a la figura 1, la lámina de cobre con adhesivo conductor adherido directamente al lado conductor del electrodo de ITO-PET 14 en ausencia de una capa de pasta de plata (ITO-PET desnudo) proporciona una fuerte unión, pero, debido a que el adhesivo de la lámina conductora es significativamente más bajo en conductividad que la plata, a menudo da como resultado una conductividad eléctrica deficiente de la barra ómnibus de ITO-PET. En la película de SPD de la técnica anterior, se recubrió una fina capa de pasta de plata conductora sobre la parte superior del electrodo 14 de ITO-PET y se adhirió una lámina de cobre conductora a la parte superior de esta delgada capa de plata como la barra ómnibus 12. Este procedimiento dio una buena conductividad eléctrica entre el electrodo de ITO-PET y la lámina de cobre conductora. Desafortunadamente, la adherencia entre la barra 12 ómnibus conductora y el electrodo 14 de ITO-PET se puso en peligro, debido a la unión débil de la capa de pasta de plata. La barra 12 ómnibus conductora se despegó fácilmente del electrodo 14 de ITO-PET y se descubrió a menudo que grandes áreas de la capa de pasta de plata perdían contacto con el electrodo de ITO-PET, lo que conducía a fallos en el control de la película de SPD o laminado de película de SPD.

### Exposición de resultados

#### **1. Sustrato de ITO-PET desnudo frente a sustrato de ITO-PET recubierto con pasta de plata comercial:**

- 20 La Tabla 1 muestra que el electrodo 14 de ITO-PET desnudo se unió fuertemente con la barra 12 ómnibus de la lámina de cobre conductora, pero cuando se usó pasta de plata como la capa intermedia para mejorar la conductividad eléctrica (la práctica de la técnica anterior), la fuerza de unión disminuyó drásticamente de 2,89 N/12,7 mm (para cobre, lado adhesivo) o 3,50 N/12,7 mm (para tejido conductor, lado adhesivo) a solo 0,028 N/12,7 mm.

#### **2. Sustrato comercial de ITO-PET recubierto con pasta de plata frente epoxi que contiene plata como capa adhesiva:**

- 25 A partir de la Tabla 1, cuando epoxi que contiene plata sustituyó a la pasta de plata como la capa intermedia de mejora conductora, la resistencia al desprendimiento entre el lado adhesivo de la lámina de cobre (barra 12 ómnibus) y el electrodo 14 de ITO-PET era de 5,94 N/12,7 mm, más de 200 veces mayor que el valor del lado adhesivo del cobre y del electrodo de ITO-PET (0,028 N/12,7mm). Incluso cuando se usó el lado no adhesivo de la



lámina de cobre, la resistencia al desprendimiento (4,41 N/12,7 mm) fue significativamente mayor que la del lado adhesivo del cobre y del electrodo 14 de ITO-PET utilizando la pasta de plata. De manera similar, la resistencia al desprendimiento entre el lado adhesivo del tejido conductor (barra 12 ómnibus) y el electrodo 14 de ITO-PET fue de 3,34 N/12,7 mm, más de 100 veces mayor que el valor del lado adhesivo del cobre y el electrodo de ITO-PET (0,028 N/12,7mm) cuando se utilizó pasta de plata. También la resistencia al desprendimiento del lado no adhesivo del tejido conductor y del electrodo 14 de ITO-PET (2,32 N/12,7 mm) fue significativamente mayor que la del lado adhesivo del cobre y el sustrato de ITO-PET usando pasta de plata.

Para investigar el efecto del espesor de lámina de cobre sobre la fuerza de unión, dos espesores diferentes de lámina de cobre que no contiene adhesivo se ensayaron como la barra 12 ómnibus con el epoxi que contiene plata. Las resistencias al desprendimiento de 4,06 N/12,7 mm para una lámina de cobre de 2 mils (0,05 mm) y 3,56 N/12,7 mm para una lámina de cobre de 1,4 mils (0,03 mm) volvieron a ser mucho más altas que la resistencia al desprendimiento del lado adhesivo del cobre y el electrodo de ITO-PET utilizando la pasta de plata. Además, la lámina de cobre de 2 mils (0,05 mm) de espesor proporciona una mayor adhesión que la lámina de cobre de 1,4 mils (0,03 mm) de espesor.

Para mejorar aún más la eficiencia, el epoxi que contiene plata de EPO-TEK se curó a 85 °C y el tiempo de curado disminuyó de 24 horas a temperatura ambiente a solo 1 hora. Esto no solo acortó drásticamente el tiempo de procesamiento, sino que también aumentó la resistencia al desprendimiento de los lados no adhesivos de la lámina de cobre y el tejido conductor de 4,41 N/12,7 mm y 2,32 N/12,7 mm a 4,75 N/12,7 mm y 3,77 N/12,7 mm, respectivamente.

Una posible desventaja de los materiales epoxi que contienen plata, sin embargo, es que algunos epoxis pueden degradar la película de SPD si el epoxi contacta el elemento de modulación de luz de la película de SPD. Esta situación es especialmente probable si el epoxi se cura a temperaturas elevadas (por ejemplo > 25 °C), que son las más eficientes como se indicó anteriormente. El problema potencial puede reducirse o eliminarse utilizando la cola GOOP u otros materiales adhesivos que no degraden la película de SPD, como se analiza más adelante.

### **3. Sustrato comercial de ITO-PET recubierto con pasta de plata frente a cola GOOP que contiene plata como capa adhesiva:**

A partir de la Tabla 1, cuando la cola GOOP que contiene plata diluida en plata (plata/GOOP/tolueno 1:1:2) se utilizó en lugar de pasta de plata Dupont como la capa intermedia de mejora conductora, la resistencia al desprendimiento entre el lado adhesivo de la barra 12 ómnibus de la lámina de cobre y el electrodo 14 de ITO-PET era de 1,91 N/12,7 mm, significativamente más alta que la muestra recubierta de pasta de plata simple (0,028 N/12,7 mm) en las mismas condiciones. El lado no adhesivo de la barra ómnibus de la lámina de cobre y la resistencia al desprendimiento del electrodo 14 de ITO-PET fue de 2,18 N/12,7 mm. Usando la tira de cobre puro de 2 mils (0,05 mm), fue de 1,40 N/12,7 mm, mientras que con la tira de cobre puro de 1,4 mils (0,03 mm), se obtuvo una resistencia al desprendimiento de (0,83 N/12,7 mm). Todos estos valores de resistencia al desprendimiento fueron significativamente mayores que si se usara la pasta de plata comercial. Los valores para el lado adhesivo del tejido conductor (4,44 N/12,7 mm) y el lado no adhesivo del tejido conductor (1,03 N/12,7 mm) también fueron impresionantes y superiores cuando se compara con el uso de la pasta de plata. El solvente orgánico de tolueno se añadió para ayudar a mezclar la plata y la cola GOOP. Aunque se usó una relación 2:1 de solvente y cola, la presente divulgación no se limita a esta relación. Se puede usar cualquier cantidad de solvente adecuada para permitir la mezcla de las partículas metálicas en la cola.

### **4. Cola GOOP que contiene plata respecto a la propia cola GOOP:**

La Tabla 1 muestra que cuando las partículas de plata se mezclaron con cola GOOP, la capacidad de unión disminuyó (por ejemplo, 6,55 N/12,7 mm de resistencia al desprendimiento para GOOP original con el lado no adhesivo de la lámina de cobre frente a 2,18 N/12,7 mm para GOOP + plata con el lado no adhesivo de la lámina de cobre y 10,08 N/12,7 mm para GOOP diluido con tolueno con el lado adhesivo del tejido conductor respecto a 4,44 N/12,7 mm para GOOP + plata con tolueno diluido con el lado adhesivo del tejido conductor). Para asegurarse de que el sistema de cola que contiene plata tenía suficiente capacidad de unión, los parámetros de procesamiento (temperatura, proporción de mezcla entre cola GOOP, pasta de plata y dispersante (por ejemplo, solvente orgánico) se ajustaron para obtener un sistema que no solo ofrecía una unión fuerte entre la barra ómnibus conductora y el sustrato de ITO-PET, sino también tenía buena conductividad.

Por lo tanto, en una realización preferida de cola GOOP que contiene partículas de plata, en la que el 80 % de partículas de plata se dispersan en un 20 % de cola GOOP en peso proporciona una alta fuerza de unión, por ejemplo, 2,82 N/12,7 mm (Tabla 2) de resistencia al desprendimiento en comparación con la de la técnica anterior (0,028 N/12,7mm, Tabla 1).

### **5. Epoxi que contiene plata diluido con cola respecto al propio epoxi que contiene plata:**

Para disminuir aún más el coste, mientras se mantiene una buena fuerza de unión y la conductividad de la barra 12 ómnibus, se investigó material epoxi que contiene plata de EPO-TEK mezclada con cola GOOP o cola hecha en laboratorio (EPO-TEK/cola 1:1) como medios de unión. La Tabla 2 muestra que la resistencia al desprendimiento de

3,76 N/12,7 mm para EPO-TEK+GOOP 1/1 es incluso mayor que la de la resina epoxi que contiene plata con el lado adhesivo del tejido (Tabla 1, EPO-TEK, Tejido, Lado adhesivo, 3,34 N/12,7 mm). Aunque la cola hecha en laboratorio, un copolímero de acrilato de bajo peso molecular, en las mismas condiciones solo tiene una resistencia al desprendimiento de 2,00 N/12,7 mm para EPO-TEK + cola de laboratorio (1/1) en la Tabla 2, más bajo que la de epoxi con cola GOOP, todavía es mucho más resistente que la técnica anterior, que solo tiene una resistencia al desprendimiento de 0,028 N/12,7 mm.

#### **6. Recolocación de la barra ómnibus conductora adhesiva sobre la superficie de ITO PET recubierta con adhesivo epoxi:**

En caso de delaminación o desalineación de la barra 12 ómnibus conductora durante el proceso de laminación o la manipulación de la barra ómnibus, es necesario investigar la capacidad de unión de recolocación de elementos conductores sobre el electrodo 14 de ITO PET recubierto con plata. La Tabla 2 muestra que, para un sistema de plata con solo epoxi (EPO-TEK 100 %, procedimiento #2), la resistencia al desprendimiento del tejido conductor recolocado es de 1,65 N/12,7 mm en comparación con su valor original de 2,58 N/12,7 mm. En las mismas condiciones, la resistencia al desprendimiento del sistema de cola epoxi (EPO-TEK + GOOP 1/1, procedimiento #3) del tejido recolocado es de 3,92 N/12,7 mm en comparación con su resistencia al desprendimiento original de 3,76 N/12,7 mm. El procedimiento #1 es un procedimiento de una sola vez para conectar la barra ómnibus. Por lo tanto, se prefieren el procedimiento #2, el procedimiento #3 y el procedimiento #4, que son propicios para volver a unir la barra ómnibus. La presencia de cola no solo reduce el coste de los materiales de forma espectacular, sino que también mantiene la capacidad de unión para la recolocación. Obviamente, esta sería una gran ventaja durante la fabricación, donde la manipulación de la barra ómnibus puede provocar un desprendimiento accidental o una desalineación.

#### **7. Otros metales conductores, tales como cobre (Cu), zinc (Zn), hierro (Fe), magnesio (Mg) pueden usarse como medios conductores.**

Polvo de zinc se dispersó en cola GOOP diluida en tolueno (2 g de solvente/1 g de cola) en relación en peso del 80 % de zinc con un 20 % de cola sólida. La Tabla 2 muestra que después del secado completo, la resistencia al desprendimiento del tejido sobre PET recubierto con ITO con zinc/cola como medio de unión es de 3,88 N/12,7 mm, considerablemente más alta que la técnica anterior (0,028 N/12,7 mm) y comparable con partículas de plata/cola o sistemas de partículas de plata/epoxi (consulte la Tabla 1). Esto tiene una gran ventaja en términos de coste del material, disponibilidad y capacidad de procesamiento considerando la relativa facilidad de mezclar polvo de zinc seco en cola diluida con solvente.

#### **Conclusiones**

El epoxi que contiene plata puede mejorar significativamente la unión (resistencia al desprendimiento) entre los materiales de la barra ómnibus, tales como la lámina de cobre conductora y el tejido conductor, y el sustrato del electrodo de ITO-PET. Diluir el epoxi que contiene plata con una cola reduce significativamente los costes, mientras mantiene una resistencia al desprendimiento relativamente alta.

Usando el procedimiento #2 para aplicar el adhesivo conductor con el epoxi que contiene plata o el procedimiento #3 para aplicar el epoxi que contiene plata diluido con cola o el procedimiento #4 para aplicar el metal conductor que contiene cola permite la recolocación de la alineación o la separación accidental de elementos conductores con restauración de alta resistencia al desprendimiento.

La cola GOOP polimérica mezclada con partículas de plata también puede servir para este propósito sin una degradación potencial del elemento modulador de luz de la película de SPD y a un coste menor, pero requiere más trabajo. Sin embargo, es probable que el riesgo reducido de dañar el elemento modulador de luz merezca la mano de obra adicional.

Los diferentes solventes orgánicos afectan al rendimiento de la capacidad de unión de la cola GOOP con sustrato de electrodo de ITO-PET. Aunque la mezcla de cola GOOP con partículas de plata disminuye la fuerza de unión entre la barra 12 ómnibus y el electrodo 14 de ITO-PET, todavía es significativamente mayor que la fuerza de unión entre la pasta comercial de plata y el sustrato de ITO-PET actualmente utilizado para películas de SPD y laminados de SPD. Para fines de control de costes, se usa preferentemente una lámina conductora sin adhesivo (lámina conductora pura) en lugar de una lámina conductora que contiene adhesivo. El tejido conductor también proporciona una fuerza de unión comparativamente buena con una mejor flexibilidad y durabilidad. Otros adhesivos sintéticos pueden proporcionar una forma más flexible de equilibrar el coste y el rendimiento, y pueden ofrecer un rango más amplio de opciones de materiales y capacidades de unión.

Partículas de metal conductor distintos de la plata, tal como, pero no limitado a, zinc, cobre, hierro y magnesio pueden añadirse al adhesivo para impartir conductividad.

Así, de acuerdo con la presente divulgación, una conexión entre un electrodo de un dispositivo de SPD y un bus de alimentación del mismo incluye, preferiblemente, un adhesivo con una cantidad predeterminada de partículas metálicas mezcladas con el mismo colocada en el electrodo y una lámina de cobre conductora, o de otro conductor

adherido al adhesivo y conectado o formando al menos una parte del bus de alimentación. Las diferentes realizaciones descritas en este documento proporcionan diferentes ventajas en diversas áreas que incluyen un coste reducido, facilidad de fabricación, tolerancia para la recolocación, etc.

5 Aunque la presente invención ha sido descrita en relación con realizaciones particulares de la misma, muchas otras variaciones y modificaciones y otros usos serán evidentes para los expertos en la técnica. Por lo tanto, se prefiere que la presente invención no esté limitada por la divulgación específica en este documento.

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de partículas en suspensión conectable a un bus de alimentación para aplicar potencia a dicho dispositivo, y que comprende una conexión para conectar el dispositivo a dicho bus de alimentación, en el que la conexión comprende:
  - 5 un adhesivo que incluye partículas metálicas, de manera que el adhesivo conduce electricidad, estando el adhesivo aplicado a una superficie de la capa conductora del dispositivo de partículas en suspensión, y  
un elemento conductor adherido al adhesivo y conectable al bus de alimentación, y  
en el que las partículas metálicas se proporcionan en una relación del 65-90 % de partículas metálicas al 10-35 % de adhesivo en peso.
- 10 2. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que el elemento conductor comprende además un adhesivo conductor aplicado a una primera superficie del mismo, en el que el elemento conductor se adhiere al adhesivo a través de la primera superficie.
3. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que el elemento conductor es una lámina de cobre conductora que forma al menos una parte del bus de alimentación.
- 15 4. El dispositivo de la reivindicación 3, en el que la lámina conductora tiene un espesor de 0,03 mm.
5. El dispositivo de la reivindicación 3, en el que la lámina conductora tiene un espesor de 0,05 mm.
6. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que el material conductor es un tejido conductor que forma al menos una parte del bus de alimentación.
- 20 7. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que el adhesivo es una mezcla de un solvente orgánico y una cola de polímero, en el que una cantidad de solvente orgánico utilizado es suficiente para permitir que se mezcle la cola de polímero.
8. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que las partículas metálicas son partículas de plata.
9. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que las partículas metálicas son partículas de zinc.
10. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que el adhesivo es un material epoxi.
- 25 11. Un procedimiento para proporcionar una conexión entre un bus de alimentación y una capa conductora de un dispositivo de partículas en suspensión, que comprende:
  - mezclar partículas metálicas en un adhesivo, donde la cantidad de partículas metálicas es del 65 % al 90 % de partículas metálicas hasta del 10 % al 35 % de adhesivo en peso; aplicar el adhesivo con partículas metálicas a la capa conductora;
  - 30 presionar un elemento conductor sobre el adhesivo para adherirse a la capa conductora;  
esperar un período predeterminado de tiempo; y  
conectar el elemento conductor al bus de alimentación.
12. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que el elemento conductor forma al menos una porción del bus de alimentación.
- 35 13. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que el adhesivo es una mezcla de un solvente orgánico y una cola de polímero, en el que una cantidad de solvente orgánico utilizada es suficiente para permitir que se mezcle la cola de polímero.
14. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que las partículas metálicas son partículas de plata.
15. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que las partículas metálicas son partículas de zinc.
- 40 16. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que el adhesivo es una mezcla de partes iguales de epoxi y cola de polímero.
17. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que el adhesivo es un epoxi.
18. Un procedimiento para proporcionar una conexión entre un bus de alimentación y una capa conductora de un dispositivo de partículas en suspensión, que comprende:
  - 45 mezclar partículas metálicas en un adhesivo, donde la cantidad de partículas metálicas es del 65 % al 90 % de

partículas metálicas hasta del 10 % al 35 % de adhesivo en peso; aplicar el adhesivo con partículas metálicas a la capa conductora;

esperar un período predeterminado de tiempo;

presionar un elemento conductor sobre el adhesivo para adherirse a la capa conductora; y

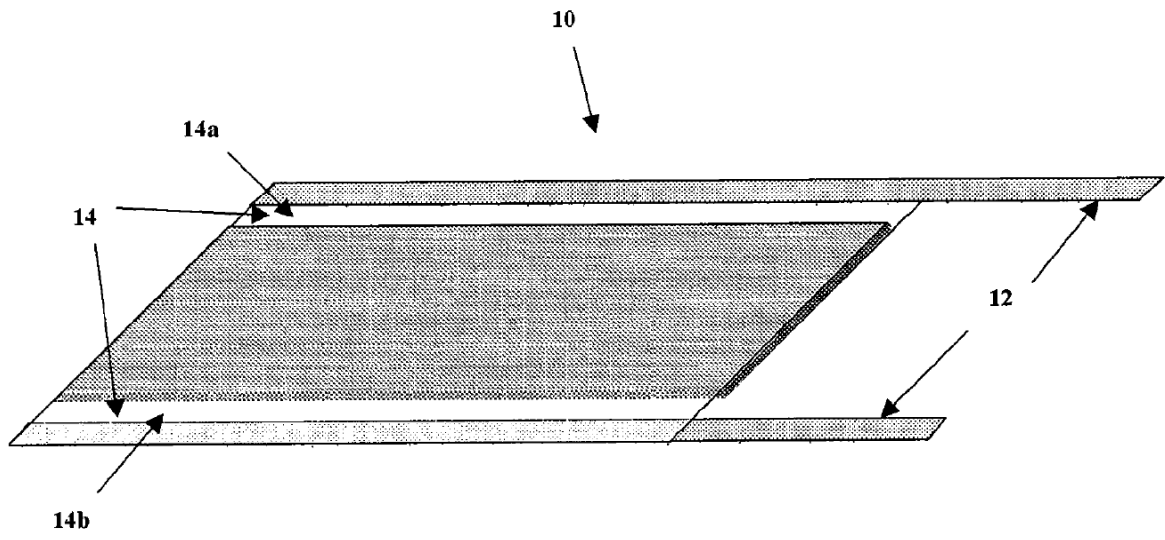
5 conectar el elemento conductor al bus de alimentación.

19. El procedimiento de la reivindicación 11, para proporcionar una conexión entre un bus de alimentación y una capa conductora de un dispositivo de partículas en suspensión, en el que el procedimiento comprende, además:

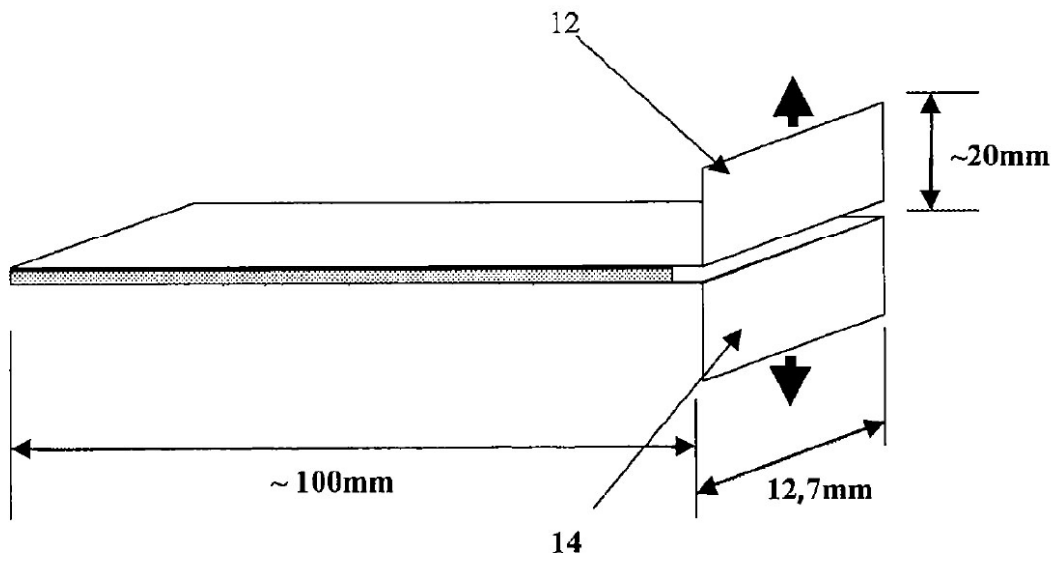
separar el elemento conductor del adhesivo; y

volver a aplicar el elemento conductor al adhesivo.

10



**Fig 1.**



**Fig 2.**