

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 712 187**

51 Int. Cl.:

**C09D 5/24**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.08.2013 PCT/EP2013/066879**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.02.2014 WO14026967**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.08.2013 E 13750547 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2018 EP 2882815**

54 Título: **Recubrimientos de superficies**

30 Prioridad:

**13.08.2012 GB 201214390  
09.10.2012 GB 201218058  
09.08.2013 GB 201314298**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**09.05.2019**

73 Titular/es:

**EUROPLASMA NV (100.0%)  
De Bruwaan 5D  
9700 Oudenaarde, BE**

72 Inventor/es:

**LEGEIN, FILIP;  
MARTENS, PETER y  
ROGGE, EVA**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 712 187 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

## Recubrimientos de superficies

La presente invención está relacionada con los recubrimientos de superficies, y está especialmente, aunque no de forma exclusiva, relacionada con los recubrimientos de superficies resistentes a la corrosión y/o repelentes de líquidos, que permiten también la conductividad eléctrica en un artículo al que se ha aplicado el recubrimiento. La invención está relacionada también con los métodos de aplicación de recubrimientos de superficies a artículos. Los artículos son, por ejemplo, los componentes individuales de un dispositivo electrónico (manual)

Los circuitos eléctricos se emplean comúnmente en componentes tales como placas de circuitos impresos

(PCBs), baterías, tarjetas SIM, etc. Estos componentes se ensamblan en un montaje final para formar un dispositivo funcional - como un teléfono móvil o smartphone - listo para ser utilizado por un cliente.

Se sabe que se aplica a un dispositivo funcional montado un recubrimiento de superficies para proteger al dispositivo en sí contra la corrosión. Por ejemplo, se sabe que se aplica a un teléfono móvil funcional montado un recubrimiento de superficies, de forma que la superficie del teléfono móvil tenga propiedades de resistencia al agua.

No obstante, los dispositivos montados con recubrimiento tienen importantes inconvenientes. Por ejemplo, los recubrimientos protectores aplicados así no necesariamente protegen las superficies de los componentes internos del dispositivo, en particular los contactos eléctricos de los componentes internos. Esto es así porque el recubrimiento se aplica a un dispositivo que ya ha sido montado, y por tanto no todas las superficies internas del dispositivo están expuestas al recubrimiento protector. Por tanto, si dicho dispositivo entra posteriormente en contacto con agua, puede resultar inutilizable debido a que la humedad ha penetrado en el dispositivo y ha dañado los circuitos.

Se han propuesto diversos métodos para resolver este problema, que incluyen el uso de un recubrimiento protector sobre los contactos eléctricos de un componente.

En un método, se lamina sobre un componente una capa de unión aislante eléctrica que funciona proporcionando un recubrimiento protector. La capa de unión aislante eléctrica está laminada sobre una superficie plana del componente a elevada temperatura, aplicando presión sobre ella. En un paso posterior se perforan vías u orificios a través de la capa de unión aislante eléctrica, en las posiciones donde se requiere una interconexión eléctrica. Debe apreciarse que este es un proceso complejo y largo de varios pasos, que requiere gran precisión en la perforación, para garantizar que se consiga un buen contacto eléctrico una vez se han montado los componentes.

En otro método, se aplica a un componente una matriz aislante termoplástica que funciona proporcionando un recubrimiento protector. La matriz aislante comprende diversas fibras de níquel conductoras. Idealmente, el eje longitudinal de cada fibra va orientado en una dirección perpendicular al plano mayor del componente, de modo que cuando los componentes están montados para formar un dispositivo, se establece un contacto eléctrico entre los componentes.

Pero este método resulta problemático, porque cada fibra de níquel requiere un recubrimiento aislante para evitar que el propio componente se cortocircuite. Además, la eficacia de ese recubrimiento viene limitada por el grado de precisión de la orientación de la fibra. Se ha observado que no siempre es posible orientar todas las fibras en una dirección perpendicular al plano mayor del componente. Por consiguiente, los componentes que tienen dicho recubrimiento son con frecuencia susceptibles de cortocircuito eléctrico.

En otro método, se lamina un componente con una capa de unión adhesiva que funciona proporcionando un recubrimiento protector. La capa adhesiva permite la conexión ahí de un segundo componente. La capa adhesiva consiste en una resina aislante, con frecuencia termoplástica, que contiene partículas conductoras eléctricas dispuestas de forma que se produce un contacto eléctrico cuando están montados los componentes, sin que los propios componentes sean susceptibles de cortocircuito eléctrico. No obstante, debido a las limitaciones derivadas del pequeño tamaño de las partículas conductoras eléctricas, las capas de unión adhesivas de este tipo disponibles no son adecuadas para los componentes que deben incluirse en pequeños dispositivos como los teléfonos móviles.

También es conocido enmascarar los puntos de contacto eléctrico de un componente antes de aplicarle un recubrimiento de conformación protector. Es preferible el enmascaramiento mediante una tira adhesiva. Una vez se ha aplicado el recubrimiento protector al componente, se retira el enmascaramiento para que se establezca el contacto eléctrico cuando los componentes estén montados. Hay que tener en cuenta que el paso del enmascaramiento de los contactos eléctricos requiere una gran precisión, para garantizar que queden sin recubrimiento solamente los puntos de contacto - esto requiere tiempo. Además, el paso de enmascarar los puntos de contacto no resuelve el problema de que se dañen los circuitos cuando el dispositivo es expuesto a los elementos, por ej. el agua, porque queda una rendija (es decir, después de eliminar el enmascaramiento) por la que puede penetrar la humedad.

Como se apreciará, los recubrimientos y métodos de recubrimiento de las técnicas tradicionales requieren una superficie plana para que el recubrimiento pueda ser laminado o adherido allí. Además, la superficie debe ser capaz de resistir la presión durante el paso de laminación o adhesión.

No obstante, los componentes utilizados por el solicitante pueden ser flexibles y/o las superficies pueden ser muy curvadas. Además, los componentes pueden ser delicados, y por tanto no poder resistir la aplicación de presión física.

5 Constituye un primer pero no exclusivo objetivo de la invención proporcionar un recubrimiento de superficies que supere, o por lo menos reduzca sustancialmente, los inconvenientes asociados a los recubrimientos conocidos descritos más arriba.

Un segundo objetivo no exclusivo de la invención es proporcionar un recubrimiento de superficies que tenga un grosor sustancialmente uniforme en por lo menos una superficie de un artículo, y/o un recubrimiento de superficies que presente mejor adhesión a un artículo que la conseguida con las técnicas tradicionales.

10 Otro objetivo no exclusivo de la invención es proporcionar un mejor método de recubrimiento de un artículo con un recubrimiento de superficies protector. Los artículos son, por ejemplo, los componentes individuales de un dispositivo electrónico (manual)

Otro objetivo más no exclusivo de la invención incluye un método para tratar componentes delicados y/o flexibles.

15 Otro objetivo más no exclusivo de la invención es proporcionar un dispositivo impermeable en el que uno o todos los componentes internos estén cubiertos con un recubrimiento de superficie protector.

20 Debe entenderse que al utilizar el término "dispositivo", los inventores quieren decir una unidad completamente montada que está lista para su uso. Un dispositivo tiene una superficie (exterior) que es presentada al usuario. La superficie exterior tiene un valor decorativo para atraer a los usuarios. Un dispositivo está compuesto por uno o más "componentes". En esta invención, los inventores utilizan el término "componente" para indicar todas las piezas eléctricas localizadas en el interior del dispositivo. Las superficies de estos componentes no resultan visibles desde el exterior del dispositivo una vez éste está completamente montado.

25 La presente invención viene definida en las reivindicaciones 1-12 adjuntas. En un primer aspecto, la invención proporciona un método de recubrimiento de un componente y/o un dispositivo para proteger el componente y/o el dispositivo de daños por corrosión y líquidos, manteniendo la conductividad eléctrica del componente recubierto y/o el dispositivo recubierto, comprendiendo el método proporcionar sobre el componente y/o el dispositivo una capa de una especie de polímero protector formada por cualquiera de los siguientes monómeros precursores:

- acrilato;
- metacrilato, u
- organosilano.

30 De preferencia, el método comprende el paso de aplicar el recubrimiento de polímero sobre uno o más contactos eléctricos del componente o de los componentes.

De preferencia, el método comprende el paso de aplicar el recubrimiento de polímero al componente o los componentes de modo que ninguna área de la superficie del componente o los componentes no quede recubierta.

De preferencia, el recubrimiento es conductor eléctrico gracias al grosor del recubrimiento.

35 De preferencia, el recubrimiento es aislante eléctrico en el plano del recubrimiento.

40 Esto resulta ventajoso porque cuando los componentes se montan después, es posible el contacto eléctrico entre los contactos de un componente (por ej. recubierto) y los contactos de un componente contiguo o adyacente. También hay un riesgo escaso o nulo de que el dispositivo se cortocircuite, por ej., por el paso de una señal eléctrica de una pista conductora de un componente a otra pista conductora del mismo componente, porque el recubrimiento no es conductor eléctrico en el plano transversal.

De preferencia, el método comprende el paso de proteger del recubrimiento por lo menos parte de la superficie exterior del dispositivo. Por ejemplo, El método puede comprender el paso inicial de aplicar un material de barrera, por ej., una cinta o película adhesiva, por lo menos a parte de la superficie exterior del dispositivo, para proteger del recubrimiento por lo menos parte de la superficie exterior.

45 Al menos parte de la superficie exterior del dispositivo puede ser la pantalla de un teléfono móvil, o de una tableta, o los botones exteriores de un reproductor de música, por ej., los botones de volumen de un reproductor MP3, o la tapa posterior de un teléfono móvil, o la lente de la cámara del teléfono móvil, o cualquier otra superficie exterior del dispositivo que resulte visible durante el uso normal. En algunas realizaciones, básicamente toda la superficie exterior del dispositivo está protegida del revestimiento, de modo que solamente a las superficie internas del dispositivo, que son esencialmente las superficies (exteriores) de los componentes (internos), se les aplica un recubrimiento. La ventaja radica en que no son visibles para el usuario rastros no deseados o de textura del recubrimiento de polímero.

50

De preferencia, el método comprende el paso de depositar el monómero precursor mediante polimerización de plasma de baja potencia y/o baja presión.

5 En algunas realizaciones, el método comprende primero el paso de un pretratamiento para limpiar y/o grabar y/o activar el componente o los componentes electrónicos antes del recubrimiento. Un pretratamiento en forma de un paso de activación y/o limpieza y/o grabado puede ser ventajoso para mejorar la adhesión y la reticulación del recubrimiento de polímero.

10 La adhesión del recubrimiento de polímero al componente o componentes electrónicos es esencial para la resistencia a la corrosión de la superficie recubierta. Tras la producción del componente electrónico, se observa con frecuencia que quedan residuos de la soldadura, del adhesivo o de la manipulación. Estos residuos son principalmente contaminación orgánica o contaminación en forma de óxidos. Cuando el componente se recubre sin pretratamiento, una parte sustancial del recubrimiento de polímero se une a esos residuos, lo que puede provocar posteriormente pequeños agujeros. El pretratamiento en forma de activación y/o limpieza y/o grabado elimina la contaminación y permite una mejor adhesión del recubrimiento a la superficie del componente o componentes electrónicos.

15 De preferencia, este pretratamiento se realiza utilizando gases reactivos, como H<sub>2</sub>, o O<sub>2</sub>, adicional o alternativamente con reactivos de grabado como CF<sub>4</sub>. También puede llevarse a cabo con gases inertes, como Ar, N<sub>2</sub> o He. También pueden utilizarse mezclas de los gases antes mencionados.

De preferencia, el pretratamiento se realiza con O<sub>2</sub>, Ar, o una mezcla de O<sub>2</sub> y Ar.

20 De preferencia, el pretratamiento se lleva a cabo durante de 30 segundos a 30 minutos, por ejemplo de 45 segundos a 15 minutos, preferiblemente de 1 minuto a 10 minutos, ej., 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, o 1 minutos. La duración del pretratamiento depende del precursor utilizado y del grado de contaminación sobre la parte a tratar.

La potencia utilizada en el pretratamiento puede ser aplicada en modo de onda continua o en modo de onda pulsada.

25 De preferencia, cuando se aplica en modo de onda continua en una cámara de plasma de 490 litros, el pretratamiento se realiza a potencias de 5 a 5000 W, más preferiblemente de 25 a 4000 W, aún más preferiblemente de 50 a 3000 W, digamos de 75 a 2500 W, como de 100 a 2000 W, por ej. 2000, 1900, 1800, 1750, 1700, 1600, 1500, 1400, 1300, 1250, 1200, 1100, 1000, 950, 900, 850, 800, 750, 700, 650, 600, 550, 500, 450, 400, 350, 300, 250, 200, 175, 150, 125, o 100 W.

30 De preferencia, cuando se aplica en modo de onda pulsada en una cámara de plasma de 490 litros, el pretratamiento se realiza a potencias de 5 a 5000 W, más preferiblemente de 25 a 4000 W, aún más preferiblemente de 50 a 3000 W, digamos de 75 a 2500 W, como de 100 a 2000 W, por ej., 2000, 1900, 1800, 1750, 1700, 1600, 1500, 1400, 1300, 1250, 1200, 1100, 1000, 950, 900, 850, 800, 750, 700, 650, 600, 550, 500, 450, 400, 350, 300, 250, 200, 175, 150, 125, o 100 W.

35 Cuando se aplica en modo de frecuencia pulsada, la frecuencia de pulso puede ser de 100 Hz a 10 kHz, con un ciclo de trabajo de aproximadamente 0,05 a 50%, dependiendo los parámetros óptimos del gas o mezcla de gases utilizados.

40 De preferencia, en una cámara de plasma de 490 litros, la presión operativa para el pretratamiento es de 10 a 500 mTorr, más preferiblemente de 15 a 250 mTorr, aún más preferiblemente de 20 a 200 mTorr, digamos de 25 a 175 mTorr, como de 30 a 150 mTorr, por ej., 150, 140, 130, 125, 120, 110, 100, 95, 90, 85, 80, 75, 70, 65, 60, 55, 50, 45, 40, 35, o 30 mTorr.

Para sistemas de otras dimensiones, con otro volumen y/o configuración de electrodos, la presión operativa y el tiempo de pretratamiento varían de forma que se utilicen los mejores parámetros de proceso para el pretratamiento.

45 Una cámara de plasma de 490 litros puede acomodar diversos componentes, por ejemplo, 200 smartphones, o 200 teléfonos móviles, o 100 tabletas, o 70 teclados en un solo lote. Una cámara así puede utilizarse tanto para el pretratamiento como para el tratamiento de recubrimiento de polímero de componentes o dispositivos.

En las realizaciones en las que no se lleva a cabo pretratamiento, el paso del recubrimiento es el primer y único paso en todo el proceso. Cuando se utiliza un pretratamiento, el recubrimiento de polímero protector se aplica como paso siguiente, que puede ser realizado en la misma cámara.

50 Es evidente que resulta ventajoso por diversas razones llevar a cabo el pretratamiento y el tratamiento de recubrimiento en la misma cámara: es más eficiente desde el punto de vista de la manipulación, y resultará más rápido y económico que utilizar varias cámaras.

55 De preferencia, el pretratamiento y el paso del recubrimiento se llevan a cabo en la misma cámara sin abrirla entre los pasos, para evitar o por lo menos minimizar el riesgo de que se depositen contaminantes, o una contaminación adicional procedente de la atmósfera, sobre el componente o componentes electrónicos entre el paso del pretratamiento y el del recubrimiento.

En una cámara de plasma de 490 litros, la presión operativa para el paso del recubrimiento es aproximadamente de 10 a 500 mTorr, de preferencia aproximadamente de 15 a 200 mTorr, aún más preferible de aproximadamente 20 a 150 mTorr, digamos de 30 a 100 mTorr, digamos menos de 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30 mTorr, como 50 mTorr.

5 El método puede aplicar la polimerización de plasma de baja potencia y/o baja presión en modo de onda continua (CW) o en modo de potencia pulsada.

De preferencia, el método implica un tiempo de polimerización de aproximadamente 30 segundos a aproximadamente 30 minutos. Cuanto mayor sea el tiempo de polimerización más grueso será el recubrimiento de polímero resultante. Por consiguiente, la elección del tiempo de polimerización, y por tanto del grosor del recubrimiento, depende en cierto grado del uso o aplicación del componente a recubrir.

10 De preferencia, el método implica un tiempo de polimerización de aproximadamente 1 minuto a aproximadamente 25 minutos, ej. aproximadamente de 3 minutos a aproximadamente 25 minutos, ej., de aproximadamente 3 minutos a aproximadamente 20 minutos, ej., de aproximadamente 5 minutos a aproximadamente 20 minutos, ej., de aproximadamente 7 minutos a aproximadamente 20 minutos, ej., de aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 20 minutos, ej., de aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 18 minutos, ej., de aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 16 minutos, ej., de aproximadamente 12 minutos a aproximadamente 16 minutos, como aproximadamente 13, 14 o 15 minutos.

De preferencia, el método comprende los pasos de:

- proporcionar el tipo de polímero protector a por lo menos un componente (ej., tarjeta SIM, batería, micrófono, conectores o auriculares de teléfono móvil); y
- 20 • montar el componente con otro u otros componentes para formar el dispositivo funcional.

El método puede comprender también el paso de desmontar inicialmente el dispositivo funcional.

El método puede comprender también el paso de llevar a cabo un pretratamiento para limpiar y/o activar y/o grabar una o más superficies del componente o componentes antes de depositar el recubrimiento.

25 En un segundo aspecto la invención proporciona un componente y/o un dispositivo con un recubrimiento de polímero para proteger el componente y/o el dispositivo de la corrosión, permitiendo la conductividad eléctrica del componente y/o dispositivo recubierto, y el recubrimiento está formado por uno o más de los siguientes monómeros precursores:

- acrilato;
- metacrilato, u
- 30 • organosilano.

El dispositivo puede ser un dispositivo electrónico (manual) como un teléfono móvil; un smartphone;

un asistente personal digital (PDA); una tableta; un altavoz; un reproductor de música. como un reproductor MP3; un lector electrónico; un teclado; un sistema GPS; un dispositivo utilizado en el deporte, como un podómetro, un monitor de ritmo cardíaco, un sensor de cadencia y similares; una cámara de vídeo o una cámara fotográfica.

El dispositivo comprende uno o más componentes; como una placa de circuitos impresos (PCB), una batería, una tarjeta SIM, un conector, etc.

De preferencia, el componente o los componentes comprenden recubrimiento de polímero en uno o más contactos eléctricos de los mismos.

40 De preferencia, el componente o los componentes no comprenden superficie no recubierta.

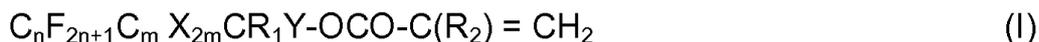
Alternativamente, por lo menos una parte de la superficie exterior del dispositivo puede no estar recubierta, ej., básicamente toda la superficie exterior del dispositivo puede no estar recubierta. Por básicamente toda la superficie exterior queremos decir las superficies del dispositivo visibles para el usuario, ej. la lente de la cámara, la tapa posterior, la pantalla (táctil), los botones exteriores.

45 De preferencia, el recubrimiento es el resultado de que cada uno de los monómeros precursores sean polimerizados y depositados mediante polimerización de plasma de baja potencia y/o baja presión.

De preferencia, los monómeros precursores de acrilato y/o metacrilato comprenden una cadena de perfluorocarbono.

De preferencia, los monómeros precursores de acrilato y/o metacrilato tienen una fórmula genérica (I):

50



donde n es de 2 a 9, m es de 1 a 9, X e Y es H, F, Cl, Br o I y R<sub>1</sub> es -H o un alquilo, por ej. -CH<sub>3</sub>, o un alquilo sustituido, por ej., un alquilo halo-sustituido por lo menos parcialmente, R<sub>2</sub> es H o un alquilo, por ej., -CH<sub>3</sub>, o un alquilo sustituido, por ej., un alquilo halo-sustituido por lo menos parcialmente.

5 En algunas realizaciones R<sub>i</sub> puede ser H, R<sub>2</sub> puede ser H e Y puede ser H.

En algunas realizaciones n es de 2 a 6, m es de 0 a 9, X e Y es H, F, Cl, Br o I y R<sub>1</sub> es H o un alquilo, por ej., -CH<sub>3</sub>, o un alquilo sustituido, por ej., un alquilo halo-sustituido por lo menos parcialmente, R<sub>2</sub> es H o un alquilo, por ej., -CH<sub>3</sub>, o un alquilo sustituido, por ej., un alquilo halo-sustituido por lo menos parcialmente. En tales realizaciones, los inventores han observado que el recubrimiento de polímero tiene una superficie superhidrofóbica con ángulos de contacto para agua de más de 100 grados. Los mismos recubrimientos son superoleofóbicos con unos niveles de repelencia al aceite superiores a 4, por ejemplo de hasta 6 conforme con ISO14419. Tales superficies superhidrofóbicas y/o superoleofóbicas formadas con esta particular clase de monómero resultan carecer de ácido perfluorooctanoico (PFOA) o sulfonato de perfluorooctano (PFOS), en contraste con las superficies superhidrofóbicas y/o superoleofóbicas formadas de realizaciones con n de 7 a 9, por ej., 8, siendo n el número de átomos de carbono de la cadena de perfluorocarbono de la molécula. Por carecer queremos decir que el grado de PFOA y PFOS está por debajo del límite detectable.

Sorprendentemente, los inventores han observado que tener uno o todos los componentes y el interior del dispositivo recubiertos con superficies superhidrofóbicas y/o superoleofóbicas, formadas por monómeros con la fórmula general (I), puede hacer que los dispositivos electrónicos, como dispositivos electrónicos manuales, resulten a prueba de salpicaduras y/o impermeables, bloqueando la penetración de agua en el dispositivo (re)ensamblado, durante una exposición accidental al agua, incluso sin recubrir el exterior del dispositivo.

E incluso en aquellos casos en los que se fuerza al agua a penetrar en el dispositivo electrónico (manual), cualquier daño que pueda este sufrir se minimizará si no se elimina totalmente, debido al recubrimiento por separado del componente o componentes electrónicos claves. El recubrimiento protector del interior del dispositivo electrónico (manual) protege el dispositivo contra posibles cortocircuitos derivados de la penetración de agua.

Las superficies superhidrofóbicas y/o superoleofóbicas formadas con monómeros de la fórmula general (I), pueden hacer que los dispositivos electrónicos (manuales) sean a prueba de salpicaduras y/o impermeables. Los dispositivos recubiertos son de IPX 6 a IPX 7, dependiendo de la composición del propio dispositivo electrónico (manual) (re)ensamblado y del monómero precursor utilizado.

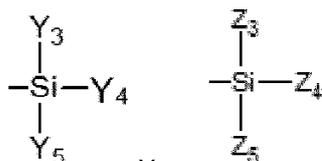
30 En algunas industrias, en particular en la producción de alambres y cables, se ha registrado una tendencia a alejarse del uso de los perfluorocarbonos, porque en algunas circunstancias, aunque no siempre, pueden formarse subproductos tóxicos. Los inventores han observado sorprendentemente que utilizando monómeros precursores de organosilano no se forman subproductos tóxicos.

De preferencia, los monómeros precursores de organosilano comprenden los siloxanos, los silanos o mezclas de ambos.

De preferencia, los monómeros precursores de organosilano tienen una fórmula genérica (II), o son monómeros cíclicos comprendiendo la unidad de repetición (III).

Los monómeros que comprenden la fórmula (II) tienen la estructura

40 Y<sub>1</sub>-X-Y, (II)



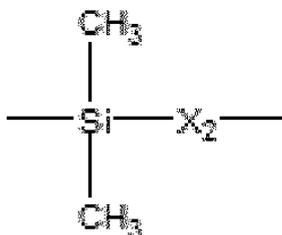
donde X es O NH, Y<sub>1</sub> es Y<sub>2</sub> es y donde Y<sub>3</sub>, Y<sub>4</sub>, Y<sub>5</sub>, Z<sub>3</sub>, Z<sub>4</sub>, y Z<sub>5</sub> son cada uno independientemente H o un grupo alquilo. Los grupos alquilo pueden ser lineales o ramificados. Los grupos alquilo son un alquilo de C<sub>1</sub> a C<sub>10</sub>, de preferencia un alquilo C<sub>1</sub> a C<sub>5</sub>, más preferiblemente alquilo C<sub>1</sub> a C<sub>2</sub>, por ejemplo -CH<sub>3</sub>.

45 En algunas realizaciones Y<sub>1</sub> y Y<sub>2</sub> son lo mismo, y así Y<sub>3</sub> será lo mismo que Z<sub>3</sub>, Y<sub>4</sub> lo mismo que Z<sub>4</sub> e Y<sub>5</sub> lo mismo que Z<sub>5</sub>.

De preferencia, ningún átomo de silicio en  $Y_1$  y/o  $Y_2$  va unido a tres átomos H, de forma que de preferencia por lo menos uno de  $Y_3$ ,  $Y_4$ , o  $Y_5$ , y por lo menos uno de  $Z_3$ ,  $Z_4$  y  $Z_5$  son cada uno independientemente H o un grupo alquilo. En algunas realizaciones, cualquiera o cada uno de  $Y_3$  y  $Z_3$ ,  $Y_4$  y  $Z_4$ ,  $Y_5$  y  $Z_5$  pueden ser idénticos.

5 De preferencia, el monómero precursor de organosilano es hexametildisiloxano (HMDSO) o hexametildisilazano (HMDS).

Los posibles monómeros cíclicos son monómeros que comprenden n veces la unidad de repetición (III)



(III)

donde  $X_2$  es O NH, y donde n es de 2 a 10, de preferencia de 3 a 6, por ejemplo 6, 5, 4, o 3.

10 De preferencia, el método comprende el paso de introducir el o cada uno de los monómeros precursores de organosilano en una cámara, por ej., una cámara de plasma, mediante un gas portador como  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $N_2O$ ,  $CH_4$ , He o Ar, más preferiblemente  $O_2$ .

15 La composición del gas introducido en la cámara comprende de preferencia aproximadamente 1 % a aproximadamente 50 % del gas portador. De preferencia, la composición de gas introducida en la cámara comprende aproximadamente 5% a aproximadamente 30% del gas portador, y más preferiblemente aproximadamente 10% del gas portador.

20 Preferiblemente, el recubrimiento tiene un grosor del rango de aproximadamente 10 nm a aproximadamente 1  $\mu\text{m}$ , de preferencia de aproximadamente 10 nm a aproximadamente 500 nm, o más preferible de aproximadamente 20 nm a aproximadamente 250 nm, o aún más preferible de aproximadamente 30 nm a aproximadamente 150 nm, o de mayor preferencia de aproximadamente 40 nm a aproximadamente 100 nm, como por ejemplo aproximadamente 70 nm. Debe entenderse que el grosor del recubrimiento variará dependiendo del sustrato, la elección del monómero precursor, las condiciones de la deposición (por ej., temperatura, presión, velocidad de flujo) y el tiempo del proceso, etc.

25 Los inventores han observado también que, contrariamente a lo que enseñaba la técnica tradicional, los recubrimientos que utilizan monómeros precursores de acrilato o metacrilato no requieren un gas portador, porque estos tipos de monómero pueden golpear el plasma ellos mismos para iniciar la polimerización.

30 De preferencia, el recubrimiento se aplica en un solo paso - en otras palabras, depositado en un único proceso ininterrumpido. El grosor de la capa de polímero único depositada está en el rango de aproximadamente 10 nm a 500 nm, habitualmente aproximadamente 100 nm, aunque esto depende de los precursores de monómero utilizados y también del tiempo de tratamiento.

Como se utilizan aquí, los términos "eje x" y "eje y" se refieren a los ejes que se extienden en un plano formando o comprendiendo una superficie del componente.

35 Como se utiliza aquí, el término "eje z" se refiere a un eje perpendicular a la superficie principal del componente. Así, un contacto eléctrico a través del recubrimiento, entre un componente y un componente adyacente, puede ser denominado conductividad del eje z.

Para que la invención pueda entenderse más fácilmente, ahora se describirá solo a modo de ejemplo y con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

La Figura 1 muestra una ilustración esquemática de una aguja con un recubrimiento conforme con la invención;

La Figura 2 muestra una ilustración esquemática de un dispositivo montado (a) y un dispositivo desmontado (b);

40 La Figura 3 muestra una ilustración esquemática de un componente electrónico cubierto con un recubrimiento conforme con la invención; y

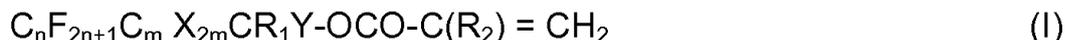
La Figura 4 muestra una ilustración esquemática de un sistema de plasma adecuado para llevar a cabo el método de la presente invención.

Los inventores han observado que cualquiera o más de los siguientes monómeros precursores pueden ser utilizados para formar un recubrimiento de superficie resistente a la corrosión y/o repelente líquido que también proporciona conductividad eléctrica a un componente al que se ha aplicado el recubrimiento.

Los monómeros precursores pueden ser seleccionados de entre las siguientes familias:

- 5
- acrilatos;
  - metacrilatos;
  - organosilanos; o mezclas de los anteriores.

Más específicamente, los inventores han observado que los monómeros precursores con la fórmula (I)



10 forman recubrimientos que presentan un resistencia a la corrosión particularmente buena, al tiempo que proporcionan conductividad eléctrica al componente al que son aplicados.

En la fórmula (I) n es de 2 a 9, m es de 1 a 9, X e Y es H, F, Cl, Br o I y R<sub>1</sub> es H o un alquilo, ej., -CH<sub>3</sub>, o un alquilo sustituido, por ej., un alquilo por lo menos parcialmente halo-sustituido, R<sub>2</sub> es H o un alquilo, por ej., -CH<sub>3</sub>, o un alquilo sustituido, por ej., un alquilo por lo menos parcialmente halo-sustituido.

15 En una realización n es 8, m es 1, X es H, R<sub>1</sub> es H, Y es H y R<sub>2</sub> es H, es decir, acrilato de 1H,1H,2H,2H-perfluorodecilo.

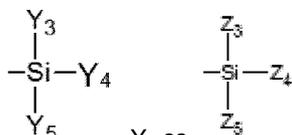
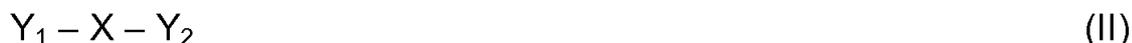
En una segunda realización n es 8, m es 1, X es H, R<sub>1</sub> es H, Y es H y R<sub>2</sub> es -CH<sub>3</sub>, es decir, metacrilato de 1H,1H,2H,2H-perfluorodecilo.

20 En una tercera realización n es 6, m es 1, X es H, R<sub>1</sub> es H, Y es H y R<sub>2</sub> es H, es decir, acrilato de 1H,1H,2H,2H-perfluorooctilo.

En una cuarta realización n es 6, m es 1, X es H, R<sub>1</sub> es H, Y es H y R<sub>2</sub> es -CH<sub>3</sub>, es decir, metacrilato de 1H,1H,2H,2H-perfluorooctilo.

25 Los inventores han observado que los monómeros precursores de organosilano, como uno o más de los siloxanos o silanos, forman también recubrimientos con una resistencia a la corrosión particularmente buena, proporcionando al propio tiempo conductividad eléctrica al componente al que son aplicados. Se ha observado que los organosilanos no producen subproductos tóxicos al ser aplicados mediante deposición de plasma de baja potencia.

Los monómeros precursores de organosilano pueden ser representados por una fórmula general (II), o son monómeros cíclicos comprendiendo la unidad de repetición (III):



30 donde X es O NH, Y<sub>1</sub> es  $\text{---Si---}$ , Y<sub>2</sub> es  $\text{---Si---}$  y donde Y<sub>3</sub>, Y<sub>4</sub>, e Y<sub>5</sub>, Z<sub>3</sub>, Z<sub>4</sub>, y Z<sub>5</sub> son todos independientemente H o un grupo alquilo. Los grupos alquilo pueden ser lineales o ramificados. Los grupos alquilo son un alquilo C<sub>1</sub> a C<sub>10</sub>, de preferencia un alquilo C<sub>1</sub> a C<sub>5</sub>, más preferiblemente un alquilo C<sub>1</sub> a C<sub>2</sub>, por ejemplo -CH<sub>3</sub>.

35 De preferencia, ningún átomo de silicio en Y<sub>1</sub> y/o Y<sub>2</sub> va unido a tres átomos H, de forma que de preferencia por lo menos uno de Y<sub>3</sub>, Y<sub>4</sub>, o Y<sub>5</sub>, y por lo menos uno de Z<sub>3</sub>, Z<sub>4</sub> y Z<sub>5</sub> son cada uno independientemente H o un grupo alquilo. En algunas realizaciones, cualquiera o cada uno de Y<sub>3</sub> y Z<sub>3</sub>, Y<sub>4</sub> y Z<sub>4</sub>, Y<sub>5</sub> y Z<sub>5</sub> pueden ser idénticos.

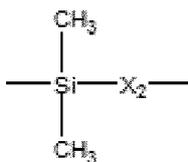
En una primera realización, X es O, Y<sub>1</sub> es idéntico a Y<sub>2</sub>, e Y<sub>3</sub>, Y<sub>4</sub>, Y<sub>5</sub>, Z<sub>3</sub>, Z<sub>4</sub> y Z<sub>5</sub> son -CH<sub>3</sub>, por ej., hexametildisiloxano (HMDSO).

En una segunda realización, X es NH, Y<sub>1</sub> es idéntico a Y<sub>2</sub>, e Y<sub>3</sub>, Y<sub>4</sub>, Y<sub>5</sub>, Z<sub>3</sub>, Z<sub>4</sub> y Z<sub>5</sub> son -CH<sub>3</sub>, indicando el monómero hexametildisilazano (HMDSN).

40 En una tercera realización X es O, Y<sub>3</sub>, Y<sub>4</sub>, Y<sub>5</sub>, Z<sub>3</sub> y Z<sub>4</sub> son -CH<sub>3</sub> y Z<sub>5</sub> es H, indicando el monómero pentametildisiloxano.

En una cuarta realización, X es O, Y<sub>1</sub> es idéntico a Y<sub>2</sub>, e Y<sub>3</sub>, Y<sub>4</sub>, Y<sub>5</sub>, Z<sub>3</sub>, Z<sub>4</sub> y Z<sub>5</sub> son -CH<sub>3</sub>, indicando el monómero hexaetildisiloxano.

Los posibles monómeros cíclicos son monómeros que comprenden n veces la unidad de repetición (III)



(III)

donde  $X_2$  es O NH, y donde n es de 2 a 10, de preferencia de 3 a 6, por ejemplo 6, 5, 4, o 3.

En otra realización  $X_2$  es O y n es 4, indicando el monómero octametilciclotetrasiloxano.

Y en otra realización más  $X_2$  es O y n es 5, indicando el monómero

5 decametilciclopentasiloxano.

Y en otra realización más  $X_2$  es O y n es 6, indicando el monómero dodecilmetilciclohexasiloxano.

Y en otra realización más  $X_2$  es NH y n es 3, indicando el monómero hexametilciclotrisilazano.

Y en otra realización más  $X_2$  es NH y n es 4, indicando el monómero octametilciclotetrasilazano.

10 En algunas realizaciones, se prefiere realizar un paso de pretratamiento para limpiar y/o activar y/o grabar uno o cada componente de un dispositivo funcional antes del paso de deposición del recubrimiento.

De preferencia, este pretratamiento se lleva a cabo utilizando gases reactivos, por ej.,  $H_2$ ,  $O_2$ , reactivos de grabado como  $CF_4$ , o gases inertes, como Ar,  $N_2$  o He. También pueden utilizarse mezclas de los gases antes mencionados.

Más preferiblemente, el pretratamiento se realiza con  $O_2$ , Ar, o una mezcla de  $O_2$  y Ar.

15 En los casos en los que se realiza un pretratamiento para limpiar y/o activar y/o grabar la superficie de los componentes individuales, este paso se lleva a cabo tras la evacuación de la cámara y antes de la introducción de uno o más monómeros precursores. Son reactivos adecuados para realizar este proceso de pretratamiento, por ejemplo  $O_2$ , Ar, o una mezcla de  $O_2$  y Ar.

Durante el pretratamiento, la potencia puede ser aplicada en modo de onda continua o en modo de onda pulsada.

20 Cuando se aplica en modo de potencia pulsada, la frecuencia de pulso puede ser de 100 Hz a 10 kHz, con un ciclo de trabajo de aproximadamente 0,05 a 50%, dependiendo los parámetros óptimos del gas o mezcla de gases utilizados y la configuración de la cámara y el plasma que se usen.

Los solicitantes han observado que en una cámara de plasma de 490 litros, para obtener resultados satisfactorios la presión operativa para el pretratamiento puede ser del orden de 10 a 500 mTorr, pero se obtienen buenos resultados en el rango de 30 a 150 mTorr.

25 El pretratamiento puede realizarse durante un periodo que va de 30 segundos a 30 minutos, pero más habitualmente durante periodos de 1 minuto a 10 minutos. Los factores que afectan a la duración del pretratamiento incluyen el precursor utilizado, el grado de contaminación de los componentes individuales a tratar, el tamaño de la cámara, la potencia utilizada y el patrón o forma del plasma.

30 El recubrimiento protector de la presente invención se aplica típicamente a los componentes de un dispositivo funcional como puede ser un teléfono móvil, un smartphone o un audífono, como sigue.

35 Durante la fabricación de un dispositivo funcional los componentes individuales del dispositivo son colocados en una cámara de plasma de modo que sus superficies, incluyendo los puntos de contacto eléctricos, queden expuestos a un monómero precursor en presencia de un plasma. La cámara es evacuada a una presión baja y se introduce en ella el precursor del monómero. El plasma se golpea entonces. El plasma inicia la polimerización de forma que los componentes quedan cubiertos con un recubrimiento de polímero protector (el proceso de deposición se comentará con más detalle más adelante). En esta realización hay que observar que los componentes individuales son tratados antes de su montaje en el dispositivo funcional final.

Alternativamente, en los casos en que una parte o toda la superficie exterior del dispositivo está ya fabricada, por lo menos parte de esta superficie exterior se cubre con un material de barrera, por ej., una cinta o película adhesiva.

40 Alternativamente, si es posible, la parte o la totalidad de la superficie exterior del dispositivo que ya está fabricada, no se introduce en la cámara de plasma y no se le aplica recubrimiento.

45 Alternativamente, un dispositivo funcional totalmente montado, como puede ser un teléfono móvil, un smartphone, un teclado o un audífono, puede ser desmontado en sus componentes individuales, de forma que los componentes puedan ser tratados a nivel de componente. Los componentes recubiertos individualmente son posteriormente reensamblados para formar un dispositivo funcional con un recubrimiento protector.

Alternativamente, el método comprende el paso de proteger del recubrimiento por lo menos parte de la superficie exterior del dispositivo. Por ejemplo, El método puede comprender el paso inicial de aplicar un material de barrera,

por ej., una cinta o película adhesiva, por lo menos a parte de la superficie exterior del dispositivo, para proteger del recubrimiento por lo menos parte de la superficie exterior.

Una vez el dispositivo ha sido montado o reensamblado como se describe más arriba, se puede aplicar al dispositivo otro recubrimiento, colocando el dispositivo completo en una cámara de plasma y repitiendo el proceso de deposición. Puede ser preferible que el dispositivo esté parcialmente cubierto con un material de barrera para evitar la deposición del polímero sobre partes del dispositivo tales como la pantalla o la lente de la cámara.

El proceso de deposición de plasma se realiza como sigue. Una vez los componentes individuales o el propio dispositivo han sido introducidos en la cámara de plasma, la cámara es evacuada y se introducen uno o varios monómeros precursores distintos. Estos monómeros son normalmente introducidos en forma gaseosa. Se activa un campo electromagnético RF y se golpea un plasma. Durante tiempos de tratamiento breves, típicamente de unos 2 a 15 minutos, un plasma hará que un recubrimiento de polímero protector básicamente uniforme se deposite sobre los componentes. El recubrimiento cubre todas las superficies del componente que han sido expuestas al plasma, incluyendo todos los puntos de contacto eléctrico. Entonces se apaga el campo electromagnético RF, lo que apagará el plasma y la cámara de plasma vuelve a presión atmosférica.

La potencia utilizada para el paso del recubrimiento puede ser aplicada en modo de onda continua o de onda pulsada. Se sabe de la técnica tradicional que para precursores complejos, especialmente los acrilatos y metacrilatos de la presente invención, la potencia media aplicada en la que se lleva a cabo el proceso de recubrimiento de plasma, tiene que ser baja para mantener intacto el grupo funcional de la molécula precursora.

La potencia media a la que se llevará a cabo el proceso de recubrimiento depende en gran medida del monómero precursor utilizado, y del tamaño y diseño de la cámara y la configuración de los electrodos. La elección de la forma en que se aplica la potencia dependerá de la potencia media requerida para el sistema concreto, y el monómero o monómeros precursores utilizados. Por ejemplo, en una cámara pequeña con un volumen de 50 litros, se requerirá normalmente una potencia media baja. Pero puede no ser posible satisfacer los requisitos de potencia baja con un modo de plasma de potencia continua, por lo que se usa en su lugar un modo de plasma pulsado.

De preferencia, en una cámara de plasma de 490 litros la potencia aplicada para el proceso de recubrimiento, si se aplica en modo de onda continua, es del orden de 5 a 5000 W, más preferible aproximadamente de 10 a 2500 W, aún más preferible aproximadamente, digamos de 15 a 2000 W, por ejemplo de 20 a 1500 W, digamos de 25 a 1000 W, digamos de 30 a 750 W, digamos de 35 a 500 W, digamos de 500, 475, 450, 425, 400, 375, 350, 325, 300, 275, 250, 225, 200, 190, 180, 175, 170, 160, 150, 140, 130, 125, 120, 110, 100, 95, 90, 85, 80, 75, 70, 65, 60, 55, 50, 45, 40, o 35 W.

De preferencia, en una cámara de plasma de 490 litros la potencia aplicada para el proceso de recubrimiento, si se aplica en modo de onda pulsada, es del orden de 5 a 5000 W, más preferible aproximadamente de 10 a 4000 W, aún más preferible aproximadamente, digamos de 20 a 3000 W, por ejemplo de 30 a 2500 W, digamos de 50 a 2000 W, digamos de 75 a 1500 W, digamos de 100 a 1000 W, digamos de 1000, 975, 950, 925, 900, 875, 850, 825, 800, 775, 750, 725, 700, 675, 650, 625, 600, 575, 550, 525, 500, 475, 450, 425, 400, 375, 350, 325, 300, 275, 250, 225, 200, 190, 180, 175, 170, 160, 150, 140, 130, 125, 120, 110 o 100 W.

De preferencia, cuando es en modo de potencia pulsada, la frecuencia de repetición de pulso puede ser de 100 Hz a 10 kHz, con un ciclo de trabajo de aproximadamente 0,05 a 50%, dependiendo de los parámetros óptimos del monómero utilizado.

De preferencia, el electrodo o electrodos de radiofrecuencia generan un campo eléctrico de alta frecuencia a frecuencias de 20 kHz a 2,45 GHz, más preferible de 40 kHz a 13,56 MHz, siendo preferible de 13,56 MHz.

En algunas realizaciones, la cámara de plasma tiene por lo menos dos entradas para el monómero precursor o los reactivos de pretratamiento.

De preferencia, durante el paso del pretratamiento, cada entrada alimenta el gas o mezcla de gases del pretratamiento a un sistema de distribución que distribuye el gas o mezcla de gases uniformemente por la cámara. Por ejemplo, la entrada puede alimentar un colector que alimenta a la cámara.

De preferencia, durante el paso del recubrimiento, cada entrada alimenta monómero, preferiblemente combinado con un gas portador para monómeros precursores de organosilano, a un sistema de distribución de monómero que distribuye el monómero, preferiblemente combinado con un gas portador para monómeros precursores de organosilano, uniformemente por toda la cámara. Por ejemplo, la entrada de monómero puede alimentar un colector que alimenta a la cámara.

En una realización, cada entrada es espacialmente distinta. Por ejemplo, una primera entrada está situada en una primera pared de la cámara de plasma, y una segunda entrada puede estar situada en una pared distinta de la primera entrada, por ej., la pared opuesta.

En algunas realizaciones, el método puede comprender introducir el gas o la mezcla de gases del pretratamiento y/o el monómero, preferiblemente combinados con un gas portador para monómeros precursores de organosilano, en la cámara de plasma en una primera dirección de flujo; y cambiar el flujo al cabo de un tiempo predeterminado, por

ejemplo de 10 a 200 segundos, por ejemplo de 30 a 180, de 40 a 150 segundos, por ejemplo menos de 150, 140, 130, 120, 110, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30 o 20 segundos a una segunda dirección de flujo.

De preferencia, puede procederse a un nuevo cambio de dirección del flujo, por ej., el flujo puede cambiarse de nuevo a la primera dirección de flujo o a una u otras direcciones de flujo distintas.

- 5 De preferencia, el monómero y/o el gas/mezcla de gases portadores pueden entrar en la cámara de plasma en la primera dirección de flujo durante un 20 a 80% del tiempo de un proceso individual, o un 30 a 70% del tiempo, o un 40 a 60% del tiempo, o un 50% del tiempo.

- 10 De preferencia, el monómero y/o el gas/mezcla de gases portadores pueden entrar en la cámara de plasma en la segunda dirección de flujo durante un 20 a 80% del tiempo de un proceso individual, o un 30 a 70% del tiempo, o un 40 a 60% del tiempo, o un 50% del tiempo.

De preferencia, la primera y la segunda dirección de flujo discurren en sentidos básicamente opuestos. Por ejemplo, durante un proceso, el gas o mezcla de gases y/o el monómero, preferiblemente combinado con un gas portador para monómeros precursores de organosilano, pueden ser introducidos en la cámara de plasma a través de paredes que están básicamente opuestas entre sí.

- 15 En otra realización, la primera y la segunda dirección de flujo pueden discurrir en una dirección orientada en un ángulo tangencial entre sí. En caso de dos direcciones de flujo, este discurre en una dirección y luego cambia preferiblemente a la dirección inversa.

- 20 Una ventaja de cambiar la dirección de flujo durante el proceso es que dentro de la cámara de plasma se crea una distribución más uniforme del monómero y la presión correspondiente. En cámaras mayores, por ej., cámaras de 200 litros y más, esto proporciona un pretratamiento más uniforme (que es un proceso de limpieza y/o activación y/o grabado), y un grosor de recubrimiento más uniforme sobre los componentes electrónicos que se deben recubrir, en toda la cámara de plasma. Cámaras más pequeñas, de por ejemplo 50 litros, son en general lo suficientemente pequeñas para permitir una distribución del plasma uniforme en toda la cámara desde una sola entrada a la misma, aunque en algunos casos el flujo cruzado puede resultar beneficioso también en esas cámaras.

- 25 Con referencia a la figura 4, se describirá ahora un sistema de deposición de plasma que puede ser utilizado para la presente invención. El sistema, indicado generalmente en 100, incluye una cámara de vacío 101 en comunicación con un aparato de entrada 102 vía una línea de entrada 120 y un aparato de escape 103 vía una línea de salida 130. El aparato de entrada 102 incluye un sistema de suministro de monómero líquido 121, un sistema de suministro de gas 122 y una primera 125 y una segunda 126 válvula de entrada a la cámara. En las realizaciones en las que se  
30 procede a un pretratamiento utilizando una mezcla de gas, se pueden utilizar sistemas de suministro de gas adicionales. El aparato de escape 103 incluye válvulas de bomba por orden de flujo primera 131 y segunda 132, una válvula reguladora 133, una bomba de origen y rotatoria 134 y una válvula de escape 135.

- 35 Dentro de la cámara de vacío 101 hay electrodos 104 dispuestos en formación apilada. Interpuesta entre cada conjunto de electrodos de plasma 104 hay una bandeja de muestra 105. A efectos de claridad, solo se presenta una única bandeja de muestra 105 en la Fig. 4, la bandeja de muestra 105 está interpuesta entre el par de electrodos más bajo 104. El espacio entre conjuntos de electrodos adyacentes 104 es una cámara de muestra. Durante el uso, uno o más componentes electrónicos están situados sobre o dentro de la bandeja de muestra 105. La bandeja de muestra 105 se posiciona posteriormente entre un par de electrodos 104 dentro de la cámara de vacío 101.

- 40 Para facilitar la descripción, la secuencia del proceso que se describe a continuación solo incluye un paso de recubrimiento, utilizando un monómero que no requiere un gas portador. En algunas realizaciones se procede a un proceso de limpieza y/o activación y/o grabado pretratamiento antes de la deposición del recubrimiento. En otros casos donde el monómero precursor es un monómero organosilano, se usa preferiblemente un gas portador para golpear el plasma.

- 45 Una vez la bandeja de muestra 105 está situada dentro de la cámara de vacío 101, la cámara 101 es evacuada y la presión se reduce a un vacío de nivel básico mediante la bomba 134, con la válvula de bomba primera 131 y segunda 132 abiertas, y la válvula de entrada de la cámara primera 125 y segunda 126 cerradas. Se vaporiza una cantidad de monómero en el sistema de suministro de monómero líquido 127.

- 50 En realizaciones alternativas, se puede utilizar monómero sólido o gaseoso. En realizaciones donde el monómero es un sólido puede ser también vaporizado, por ej., calentándolo en un bote. En realizaciones donde el monómero es un gas, típicamente no hay necesidad de vaporización.

- 55 Una vez se ha alcanzado la presión más baja objetivo dentro de la cámara de vacío 101, se cierra la primera válvula de bomba 131, y se abren la primera válvula de entrada de la cámara 125 y la válvula de suministro de monómero líquido 138. Cantidades controladas de vapor de monómero precursor fluyen dentro de la cámara 101. La presión dentro de la cámara 101 se regula a un nivel operativo, que depende del equipo y del monómero utilizados, por introducción de más monómero o ajuste de la válvula reguladora 133, que típicamente es una válvula de mariposa.

Una vez la presión dentro de la cámara 101 es estable, los conjuntos de electrodos 104 se activan para generar plasma dentro de la cámara 101. Así, el monómero es activado y se produce la polimerización sobre una o más superficies del componente o componentes electrónicos de las bandejas de muestra 105.

Durante el proceso, la dirección del flujo de monómero a través de la cámara 101 puede ser cambiada mediante el control de la primera válvula de entrada de la cámara 125 y la segunda 126, y la primera válvula de bomba 131 y la segunda 132. Por ejemplo, la mitad del tiempo la primera válvula de entrada de la cámara 125 está abierta y la primera válvula de bomba 131 está cerrada (con la segunda válvula de entrada de la cámara 126 cerrada y la segunda válvula de bomba 132 abierta). Durante el resto del tiempo la segunda válvula de entrada de la cámara 126 está abierta y la segunda válvula de bomba 132 está cerrada (con la primera válvula de entrada de la cámara 125 cerrada y la primera válvula de bomba 131 abierta). Esto significa que durante la mitad del tiempo el monómero fluye desde un lado de la cámara 101 al otro, y durante el resto del tiempo al revés. Por ejemplo, durante la mitad del tiempo el monómero fluye desde la derecha a la izquierda, y durante el resto del tiempo el monómero fluye desde la izquierda a la derecha. La dirección del flujo de monómero puede alternarse una o más veces durante un ciclo de proceso.

Las líneas de entrada 120 y de salida 130 están separadas entre sí. La línea de entrada 120 puede ir acoplada a un sistema de distribución dispuesto para distribuir gas por la cámara 101. El sistema de distribución puede estar incorporado sobre o dentro de la pared de la cámara 101, de forma que pueda ser mantenido a la misma temperatura que la cámara 101.

Para seguridad del operador, se recomienda que al final de cada proceso las válvulas de entrada de la cámara 125, 126 se cierren, y la presión de la cámara 101 se reduzca al nivel básico para eliminar todo monómero residual presente. Se introduce un gas inerte como el nitrógeno desde un tercer bote 122 abriendo la válvula 124. El nitrógeno se utiliza como fluido de purga y es bombeado fuera junto con el monómero residual. Tras completar la purga, se elimina el vacío y se introduce aire en la cámara 101 hasta alcanzar la presión atmosférica.

Los monómeros precursores de la presente invención pueden ser gaseosos o líquidos. Los precursores líquidos se evaporan calentando antes de introducirlos en la cámara de plasma. Los precursores gaseosos son introducidos así en la cámara de plasma.

Donde el monómero o monómeros precursores son organosilanos, el o cada monómero es introducido preferiblemente en la cámara de plasma en combinación con un gas portador, como H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, He o Ar. El gas portador actúa también para iniciar la polimerización golpeando el plasma.

En una realización, el gas portador fue O<sub>2</sub> y el flujo de gas total contenía un 15 % de gas portador y un 85 % de monómero.

En otra realización, el gas portador fue O<sub>2</sub> y el flujo de gas total contenía un 10 % de gas portador y un 90 % de monómero.

Donde el monómero o monómeros precursores son acrilatos o metacrilatos, no se requiere un gas portador, porque esos tipos de monómero pueden golpear el plasma para iniciar la polimerización ellos mismos.

El recubrimiento comprende una única capa delgada de polímero con un grosor del rango de aproximadamente 20 nm a 200 nm, habitualmente de unos 100 nm, aunque esto depende de los precursores de monómero utilizados y también del tiempo de tratamiento.

Cuando los componentes han sido montados formando un dispositivo, los recubrimientos son de tal modo que se establece un contacto eléctrico a través del recubrimiento y entre dos componentes. En otras palabras, se dice que el recubrimiento es conductor del eje z. Además, el riesgo de cortocircuito en el dispositivo es muy bajo o próximo a cero porque el recubrimiento es aislante eléctrico en un plano que es ortogonal al eje z, y en un plano transversal, en otras palabras la dirección del eje x y la dirección del eje y.

Para demostrar el concepto de la invención se dan los siguientes ejemplos solo a efecto de demostración.

**Ejemplo 1**

Con referencia primero a la Figura 1, una aguja 11 formada con un material conductor eléctrico se recubrió depositando un recubrimiento de polímero 12 por deposición de plasma de baja potencia. El monómero precursor utilizado fue acrilato de 1 H,1 H,2H,2H-perfluorodecilo.

La conductividad a través del recubrimiento se midió cada 5 minutos durante el tratamiento de polimerización, mediante un medidor de resistencia 13. Los datos se presentan en la Tabla 1.

Tiempo de tratamiento	Grosor de recubrimiento	Conductor eléctrico a través del recubrimiento
5 minutos	65 nm	Sí
10 minutos	125 nm	Sí

15 minutos	185 nm	Sí
20 minutos	250 nm	Sí
30 minutos	375 nm	Sí
40 minutos	500 nm	Sí

Tabla 1: La conductividad eléctrica es una función del tiempo de tratamiento y del grosor del recubrimiento

Como se apreciará, los resultados muestran que el recubrimiento seguía siendo conductor en el eje Z incluso después de tratamientos largos de 40 minutos, donde el recubrimiento de polímero tiene un grosor de 500 nm.

5 **Ejemplo 2**

Pequeños componentes eléctricos de un micrófono para un audífono se cubrieron con recubrimientos protectores conforme con la Tabla 2. En el proceso 1 el monómero precursor era acrilato de 1H,1H,2H,2H-perfluorodecilo; en el proceso 2 el monómero precursor utilizado era metacrilato de 1H,1H,2H,2H-perfluorooctilo; y en el proceso 3 el monómero precursor utilizado era hexametildisiloxano (HMDSO). Se montaron los componentes y se encendió el audífono. Se observó que el audífono funcionaba, lo que demuestra que cada recubrimiento era conductor eléctrico a través de su espesor (como se apreciará en la Tabla 3).

10

	Proceso 1	Proceso 2	Proceso 3
<b>Monómero precursor</b>	C <sub>13</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> F <sub>17</sub>	C <sub>12</sub> H <sub>9</sub> O <sub>2</sub> F <sub>13</sub>	HMDSO
<b>Repelencia al aceite (ISO 14419)</b>	Nivel 8	Nivel 5-6	Nivel 0
<b>Electrodo</b>	RF/Tierra	RF/Tierra	RF/Tierra
<b>Frecuencia</b>	13,56 MHz	13,56 MHz	13,56 MHz
<b>Modo de frecuencia</b>	pulsado	cw	cw
<b>Tiempo de tratamiento</b>	2 minutos	5 minutos	5 minutos

Tabla 2: Revisión del proceso 1 a 3 cuando se aplica recubrimiento a piezas electrónicas de un micrófono para un audífono.

Proceso	Grosor recubrimiento	Conductor eléctrico a través del recubrimiento
Proceso 1	50 nm	Sí
Proceso 2	150 nm	Sí
Proceso 3	300 nm	Sí

15

Tabla 3: Muestra el grosor de cada recubrimiento del proceso 1 a 3 y demuestra que los recubrimientos son conductores eléctricos a través de su grosor.

**Ejemplo 3**

La Figura 2a muestra un teléfono móvil 20 montado comprendiendo un auricular 21, una batería 22 y una tarjeta SIM 23. El auricular 21, la batería 22 y la tarjeta SIM 23 tienen contactos eléctricos.

20

Tras desmontar el teléfono 20, el auricular 21, la batería 22 y la tarjeta SIM 23 se introdujeron en una cámara de plasma 30 como se muestra en la Figura 2b. Los componentes fueron pretratados con O<sub>2</sub> durante de 2 a 5 minutos, y cubiertos con un recubrimiento protector conforme con la invención, mediante deposición de plasma de baja potencia durante aproximadamente de 10 a 20 minutos.

5 El auricular 21, la batería 22 y la tarjeta SIM 23 se volvieron a montar para formar el teléfono móvil 20 utilizable. El teléfono móvil 20 se encendió y funcionaba.

El teléfono móvil 20 fue entonces expuesto al agua durante aproximadamente 10 minutos. Cuando el teléfono móvil 20 fue sacado del agua y encendido volvió a funcionar.

10 El teléfono móvil 20 fue también sometido a un complejo test de corrosión por pulverización de sal, y se observó que su funcionalidad no se veía afectada incluso después de 6 ciclos de test consecutivos. Además, no era visible ninguna corrosión.

El ciclo del complejo test de corrosión por pulverización de sal comprendía 3 pasos:

- Pulverizar la muestra durante 30 minutos con una solución de agua salada al 5%

- Mantener la muestra a alta humedad durante 120 minutos

15 - Mantener la muestra a temperatura ambiente durante 60 minutos.

El mismo test de pulverización de sal se llevó a cabo con un teléfono móvil cuyos componentes no habían sido sometidos a un recubrimiento protector conforme con la invención. Resultaron visibles claros signos de corrosión.

**Ejemplo 4**

20 Componentes electrónicos para altavoces fueron recubiertos conforme con los 3 procesos de la Tabla 4. Se utilizaron dos monómeros distintos. Tras el recubrimiento los componentes son comprobados con un test de corrosión conforme con IEC 60068-2-52. Posteriormente no se advirtió corrosión visible en los componentes pretratados con Ar y O<sub>2</sub>, y resultaron visibles unos pocos pequeños puntos de corrosión en algunas pero no todas las muestras recubiertas sin pretratamiento. Las muestras de referencia no recubiertas presentaron una importante corrosión tras el test de corrosión.

	Proceso 1	Proceso 2	Proceso 3
<b>Pretratamiento</b>	/	Ar	O <sub>2</sub>
<b>Tiempo de pretratamiento</b>	/	5 minutos	5 minutos
<b>Monómero precursor</b>	C <sub>13</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> F <sub>17</sub>	C <sub>13</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> F <sub>17</sub>	HMDSO
<b>Frecuencia</b>	13,56 MHz	13,56 MHz	13,56 MHz

25

<b>Modo de frecuencia</b>	Cw	cw	cw
<b>Tiempo de recubrimiento</b>	20 minutos	20 minutos	15 minutos
<b>Corrosión tras el test</b>	Casi nada	Nada	Nada

Tabla 4: Revisión del proceso 1 a 3 cuando se aplica recubrimiento a piezas electrónicas de un micrófono

**Ejemplo 5**

30 La Figura 3 muestra un componente electrónico 40 de un reproductor MP3 que ha sido recubierto, conforme con un aspecto de la presente invención, con un recubrimiento protector 41 mediante deposición de plasma de baja potencia durante aproximadamente 10 minutos. Una medición de resistencia a través del recubrimiento 41 mediante un medidor de resistencia 13', indicó conductividad eléctrica a través del grosor del recubrimiento 41. El componente 40 fue montado después para formar un reproductor MP3 funcional.

35

**Ejemplo 6**

El siguiente experimento fue realizado para demostrar que el recubrimiento puede resistir la exposición a la intemperie y los tests repetidos.

5 Una placa de cobre fue recubierta con una capa de polímero protectora conforme con la invención. La placa de cobre recubierta fue sometida entonces al test de corrosión con pulverización de sal como se describió en el Ejemplo 3, tras lo cual no se observó corrosión. Se midió la conductividad eléctrica a través del recubrimiento, y se confirmó que la placa de cobre recubierta era conductora de eje z.

Este ciclo se repitió una segunda y una tercera vez. No se observó corrosión después de cada ciclo, y el recubrimiento se mantuvo eléctricamente conductor a través de su grosor.

10 El hecho de que no se observará corrosión confirma también que no se produce ningún daño en el recubrimiento con las mediciones repetidas, utilizando el medidor de resistencia.

Ciclo del test	Corrosión	Conductor eléctrico a través del recubrimiento
1ciclo	No	Sí
2ciclos	No	Sí
3 ciclos	No	Sí

Tabla 5: Muestra que no se observó corrosión y que el recubrimiento se mantuvo conductor de eje z tras la repetida exposición a un test de corrosión.

15 **Ejemplo 7: Repelencia al aceite y el agua**

El solicitante observó que la elección del modo en el que se aplica la potencia (modo de onda pulsada o modo de onda continua) depende del monómero y el equipo utilizados. Esto es especialmente así para los acrilatos y los metacrilatos utilizados en la presente invención. El solicitante ha observado que los perfluoro(metil)acrilatos con máximo 6 átomos de carbono en la cadena perfluorocarbono proporcionan unos recubrimientos de polímero con unos niveles significativamente mejores de repelencia al aceite cuando se depositan en modo de onda continua, que en modo de onda pulsada. En modo de onda continua, el nivel 6 de repelencia al aceite, según ISO 14419, se obtiene con potencia baja, por ej., a 100 W, y tiempos de tratamiento cortos, por ej., 2 minutos en una cámara de plasma de 490 l - en la que por ej., se recubren en un solo lote 200 smartphones o 100 tabletas. No es conveniente utilizar alta potencia, por ej., 350 W, 500 W, 1000 W o incluso más, porque el precursor del monómero puede fragmentarse, produciendo recubrimientos defectuosos que tienden a tener bajos niveles de uniformidad en la calidad y el grosor.

20

25

Modo de deposición	Tiempo de tratamiento (min)	Repelencia al aceite
Onda continua (cw)	2 minutos	L 6
Pulsada	2 minutos	L 3
Onda continua (cw)	5 minutos	L 6
Pulsada	5 minutos	L 4

Tabla 6: Muestra los niveles de repelencia al aceite de los procesos de onda continua y pulsada

**Ejemplo 8: Penetración de agua e inmersión**

30 Un teléfono móvil, como un smartphone, por ej., un iPhone 4, un iPhone 4S o un Samsung Galaxy II, fue cubierto con un recubrimiento de polímero protector como sigue:

- El teléfono móvil fue desmontado retirando la tapa posterior;
- Fueron extraídos del teléfono móvil el micrófono, la cámara, la tarjeta SIM y la batería;
- La lente de la cámara y la superficie exterior del teléfono móvil fueron cubiertos con una película protectora;

- Se procedió a un pretratamiento de plasma para limpiar, activar y grabar las superficies expuestas del teléfono móvil;
- Se utilizó polimerización de plasma de onda continua y baja potencia para depositar un recubrimiento de polímero sobre las superficies expuestas del teléfono móvil;
- 5 - La película protectora fue luego retirada de la lente de la cámara y la superficie exterior del teléfono móvil;
- El teléfono móvil se montó de nuevo, para formar un teléfono móvil con un recubrimiento de polímero aplicado a sus superficies interiores.

*Test 1*

10 El teléfono móvil fue pulverizado con agua durante 5 minutos en la parte frontal, posterior y el lado izquierdo y el derecho. Durante la pulverización, el teléfono móvil estuvo inclinado en un ángulo de 45°. Después se comprobó el teléfono móvil y no se observaron defectos funcionales.

*Test 2*

15 Se dejó caer el teléfono móvil desde una altura de 50 cm dentro de un recipiente con agua. El teléfono móvil se dejó totalmente sumergido durante 1 minuto. Después se comprobó el teléfono móvil y no se observaron defectos funcionales.

*Test 3*

20 Un iPhone 4, un iPhone 4S y un Samsung Galaxy II fueron cubiertos con un recubrimiento de polímero protector como se describe más arriba. Se proyectó entonces agua con un caudal de 100 l/min a una presión de 100 kN/m<sup>2</sup> desde todos los ángulos sobre los teléfonos durante un periodo de 3 minutos. Después los sensores de humedad no habían cambiado de color y no se observaron defectos funcionales.

*Test 4*

25 Los iPhone 4, iPhone 4S y Samsung Galaxy II del Test 3 fueron también sumergidos en agua durante 2 minutos. No se observó penetración de agua después de los 2 minutos. Los teléfonos móviles fueron comprobados y no se observaron defectos funcionales.

*Test 5*

30 Para forzar la penetración de agua, los dispositivos manuales recubiertos (iPhone 4 e iPhone 4S) conforme con el método anterior, fueron sumergidos en agua durante 2 minutos. Se forzó la penetración de agua en el dispositivo a través de la abertura del cargador dejando caer el dispositivo verticalmente en el agua. Al cabo de 2 minutos, los dispositivos manuales fueron sacados del agua y se dejó que el agua se escurriera. Los dispositivos fueron comprobados y no se observaron defectos funcionales. Se retiró la tapa posterior a efectos de comprobación y los sensores de humedad no habían cambiado de color.

*Test 6*

35 Un iPhone 4, un iPhone 4S y un Samsung Galaxy II fueron recubiertos conforme con el método anterior y luego se sumergieron en agua durante 30 minutos. Después se retiró la cubierta posterior para una comprobación y los sensores de humedad no habían cambiado de color. Todas las funciones fueron comprobadas y no se observaron defectos funcionales. No se observó entrada de agua.

40 El recubrimiento de la invención puede ser aplicado a todas las superficies expuestas de un componente, antes de que este haya sido montado en el dispositivo final. Además, el dispositivo montado posteriormente funciona aunque se haya aplicado el recubrimiento sobre los contactos eléctricos de los componentes individuales. El método de deposición no requiere pasos adicionales, como el enmascaramiento de los puntos de contacto o la perforación de vías, y por consiguiente constituye una solución rápida y efectiva, pero rentable, para proporcionar un dispositivo con un recubrimiento protector resistente a la corrosión. El método evita también la necesidad de aplicar presión física a un componente para laminar sobre él un recubrimiento. Así, los recubrimientos de la invención pueden ser aplicados

45 sobre componentes flexibles y delicados. Como se apreciará, los recubrimientos de la invención protegen los circuitos de la corrosión y/o el deterioro por líquidos, permitiendo al mismo tiempo que se establezca un contacto eléctrico.

50 Finalmente, las realizaciones de la invención en que se utilizan monómeros organosilanos pueden ser preferentes, porque tales monómeros no crean subproductos tóxicos cuando se aplican por deposición de plasma a baja potencia. Así los monómeros organosilanos pueden ser considerados una alternativa no tóxica.

REIVINDICACIONES

1. Un componente con un recubrimiento de polímero que protege el componente de la corrosión y proporciona conductividad eléctrica a los contactos eléctricos del componente, estando formado dicho recubrimiento por uno o más de los monómeros precursores, incluyendo acrilato, metacrilato u organosilanos, y donde el componente está recubierto en básicamente toda su superficie, incluyendo uno o más contactos eléctricos del mismo, y el recubrimiento de polímero es conductor eléctrico en una dirección que se extiende a través del grosor del recubrimiento, y es básicamente aislante eléctrico en una dirección que se extiende paralelamente a la superficie del recubrimiento de polímero.

2. El componente de la Reivindicación 1, donde el componente es uno de lo siguiente, una placa de circuitos impresos (PCB), una batería, una tarjeta SIM, un conector o una cámara.

3. El componente de las Reivindicaciones 1 o 2, donde el/ o cada monómero precursor de acrilato y/o metacrilato incluye una cadena perfluorocarbono.

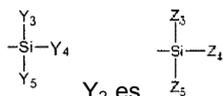
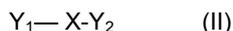
4. El componente de cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 3, donde el/ o cada monómero precursor de acrilato y/o metacrilato tiene una fórmula genérica (I):



donde n es de 2 a 9, m es de 1 a 9, X e Y es H, F, Cl, Br o I y R<sub>1</sub> es -H o un alquilo, ej., -CH<sub>3</sub>, o un alquilo sustituido, por ej., un alquilo halo-sustituido por lo menos parcialmente, R<sub>2</sub> es H o un alquilo, ej., -CH<sub>3</sub>, o un alquilo sustituido, por ej., un alquilo halo-sustituido por lo menos parcialmente.

5. El componente de cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 4, donde el componente alcanza un nivel de repelencia del aceite de 4 a 7 inclusive.

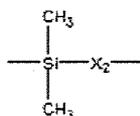
6. El componente de una de las Reivindicaciones 1 o 2, donde los monómeros precursores del organosilano tienen una fórmula genérica (II):



donde X es O NH, Y<sub>1</sub> es un alquilo, Y<sub>2</sub> es un alquilo, y donde Y<sub>3</sub>, Y<sub>4</sub>, Y<sub>5</sub>, Z<sub>3</sub>, Z<sub>4</sub> y Z<sub>5</sub> son cada uno independientemente H o un alquilo.

7. El componente de la Reivindicación 6, donde los grupos alquilo son alquilo C<sub>1</sub> a C<sub>5</sub>.

8. El componente de cualquiera de las Reivindicaciones 1 o 2, donde los monómeros precursores de organosilano son monómeros cíclicos que contienen n veces la unidad de repetición (III):



(III)

donde X<sub>2</sub> es O NH, y donde n es de 2 a 10.

9. El componente de la Reivindicación 8, donde n es de 3 a 6.

10. El componente de cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 9, donde el recubrimiento de polímero comprende una única capa.

11. El componente de cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 10, donde el recubrimiento tiene un grosor de aproximadamente 10 nm a aproximadamente 1 μm.

12. Un dispositivo electrónico incluyendo por lo menos un componente conforme con cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 11, incluyendo el dispositivo uno o más de: un smartphone, un teléfono móvil, un asistente personal digital (PDA), un altavoz, una tableta, un reproductor musical, como un reproductor MP3, un lector electrónico, un teclado, un sistema GPS, un podómetro, un monitor de frecuencia cardíaca, un sensor de cadencia, una videocámara o una cámara fotográfica.

45

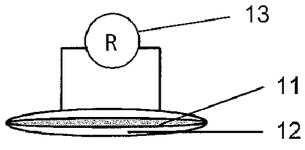


Fig. 1

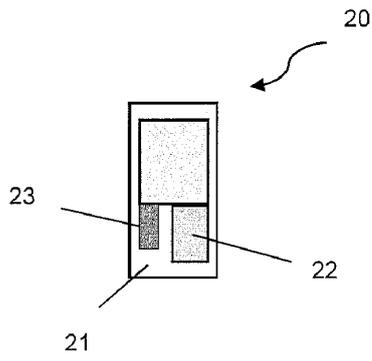


Fig. 2a

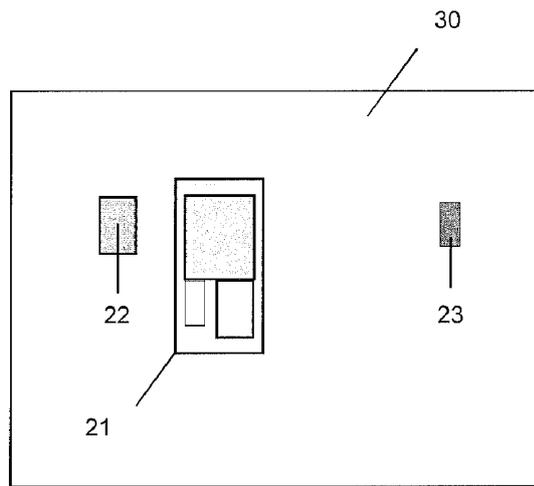


Fig. 2b

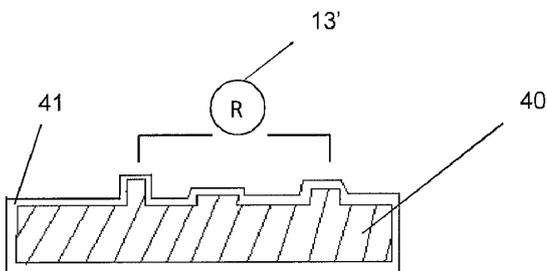


Fig. 3

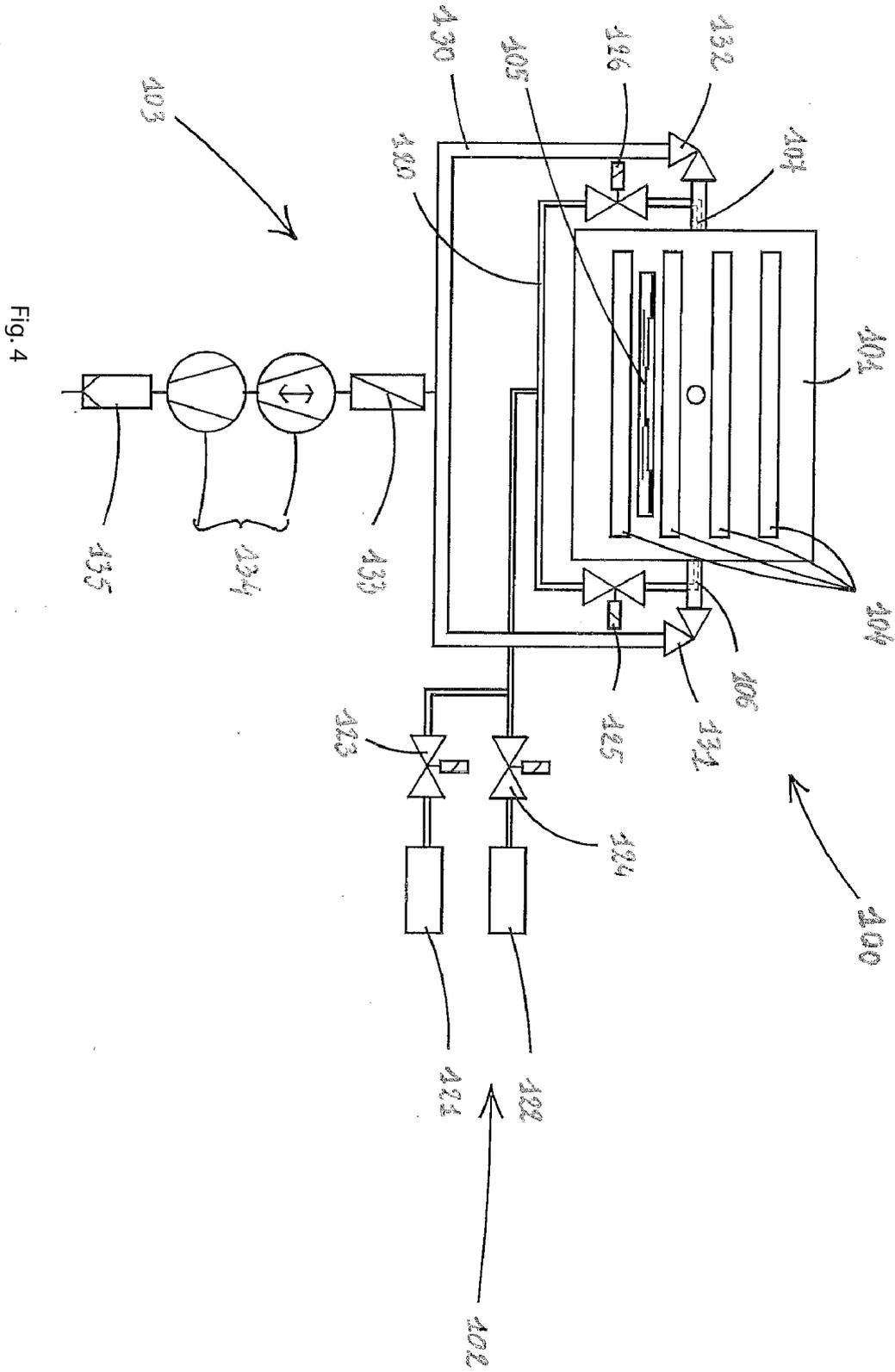


Fig. 4