

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 468**

51 Int. Cl.:

C08J 5/12 (2006.01)

C09D 5/44 (2006.01)

B05D 3/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03773828 .3**

96 Fecha de presentación: **25.08.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1532197**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.05.2005**

54 Título: **Procedimiento de soldadura de una superficie de polímero con una superficie conductora o semiconductor de la electricidad**

30 Prioridad:
26.08.2002 FR 0210565

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.10.2012

73 Titular/es:
**COMMISSARIAT A L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (50.0%)
BÂTIMENT "LE PONANT D" 25, RUE LEBLANC
75015 PARIS, FR y
ALCHIMEDICS (50.0%)**

72 Inventor/es:
**BUREAU, CHRISTOPHE y
CHARLIER, JULIENNE**

74 Agente/Representante:
PÉREZ BARQUÍN, Eliana

ES 2 389 468 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

Procedimiento de soldadura de una superficie de polímero con una superficie conductora o semiconductora de la electricidad

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a un procedimiento que permite soldar una superficie de polímero con una superficie conductora o semiconductora, a las aplicaciones de este procedimiento, así como a las estructuras que se obtienen mediante su aplicación.

10

Por "superficie de polímero" se entiende una superficie constituida por un polímero y que corresponde a toda o parte de la superficie de un objeto que puede estar, o bien exclusivamente constituido por este polímero, o bien formado por uno o varios materiales distintos y de los cuales al menos una parte de la superficie está constituida por dicho polímero. En particular, el objeto puede ser un objeto que comprende una zona conductora o semiconductora de la electricidad y cuya superficie está constituida por un polímero.

15

Por "superficie conductora o semiconductora" se entiende una superficie constituida por un material conductor o semiconductor de la electricidad y que corresponde a toda o parte de la superficie de un objeto que puede estar, o bien exclusivamente constituido por este material conductor o semiconductor, o bien formado por uno o varios materiales distintos y de los que al menos una parte de la superficie está constituida por dicho material conductor o semiconductor.

20

El procedimiento de acuerdo con la invención puede evidentemente encontrar aplicación en todos los campos en donde es necesario solidarizar un polímero, y en particular un polímero termofusible, con una superficie conductora o semiconductora de la electricidad.

25

A título de ejemplo, se pueden citar el campo de los materiales compuestos como los que se utilizan en las industrias aeroespacial, aeronáutica y del automóvil, donde el procedimiento de acuerdo con la invención puede permitir, por ejemplo, resolver los problemas de desconchado de las pinturas y de los revestimientos que sirven para proteger las piezas frente a la corrosión. También se puede citar el campo biomédico donde el procedimiento de acuerdo con la invención puede ser útil, por ejemplo, para recubrir el material médico o quirúrgico implantable, como endoprótesis vasculares o "stents", guías de aneurisma, guías de catéter, estimuladores cardíacos, prótesis de cadera, electrodos de implantes cocleares, implantes dentales o también electrodos de electrofisiología, con unos materiales biocompatibles específicos para garantizar una liberación controlada de sustancias biológicamente activas.

30

35

Pero, el procedimiento de acuerdo con la invención también puede encontrar aplicación en los campos donde es necesario realizar una fijación mecánica sólida entre dos objetos que presentan unas zonas conductoras o semiconductoras de la electricidad, y en particular cuando la fijación se debe realizar en estas zonas. En particular, el procedimiento objeto de la invención puede ser muy útil en el caso de que se desee que la fijación se realice a unas temperaturas inferiores a las necesarias para realizar una soldadura térmica directa, ya sea por razones técnicas (como la sensibilidad de los materiales al calor) o económicas, o también cuando se prevé realizar la fijación por medio de una unión flexible. Estas exigencias están muy presentes en el ensamblado de elementos sensibles que componen microsistemas, como los microsensores, y en particular en el ensamblado que se realiza mediante la tecnología denominada de "sistemas de conexión mediante esferas de polímero", también conocida por la terminología anglosajona "polymer flip chip" (PFC).

40

45

Estado de la técnica anterior

50

La solidarización de un material orgánico, y en particular de un polímero, con un material conductor o semiconductor de la electricidad plantea un cierto número de dificultades.

En efecto, los materiales orgánicos presentan unos estados de superficie localizados: en términos químicos, se dice que poseen unos grupos funcionales. En este sentido, hacer química sobre una superficie de polímero es "sencillo" en la medida en que se trata de hacer reaccionar juntos unos grupos funcionales y, por lo tanto, de sacar partido de la experiencia adquirida en química orgánica. Por el contrario, la superficie de los materiales conductores o semiconductores se compone de estados electrónicos deslocalizados (dejando aparte los fallos de superficie): en términos químicos, la noción misma de grupos funcionales desaparece y ya no se puede aplicar a la química superficial de los materiales conductores o semiconductores la experiencia adquirida en química orgánica.

55

60

Por esta razón, entre las soluciones propuestas, se encuentran, en primer lugar, las que consisten en dotar a la superficie del material conductor o semiconductor de grupos funcionales orgánicos de tal modo que este material se pueda solidarizar con el material orgánico mediante una reacción química.

65

Esto se puede conseguir, por ejemplo, induciendo la formación sobre esta superficie de capas de óxidos o de

hidróxidos en las que a continuación se pueden hacer reaccionar unos grupos funcionales complementarios, como los grupos isocianatos (EP-A-1110946 [1]), siloxanos (WO-A-00/51732 [2]) o cloruros de ácido (FR-A-781232 [3]), o utilizando unos agentes de acoplamiento bifuncionales o también unos agentes primarios químicos de adhesión como el γ -amino propilo trimetoxi silano (E. P. PLUEDDMANN, en FUNDAMENTALS OF ADHESION, Ed. L. H. Lee, 5 pág. 269, Plenum Press, Nueva York, 1990 [4]).

También se puede tratar previamente la superficie del material conductor o semiconductor de tal modo que se creen en esta unos grupos funcionales que presentan una reactividad superior a la de las capas de óxidos e hidróxidos mencionados con anterioridad, con la intención de conseguir más rápidamente una reacción con el material 10 polímero. Puede tratarse en particular de grupos funcionales inestables, formados de forma transitoria, como los radicales generados por una oxidación violenta de dicha superficie, ya sea por vía química o bien por irradiación.

De este modo, por ejemplo, el documento US-A-6022597 [5] propone exponer la superficie a un reactivo que presenta unos grupos generadores de nitrógeno (grupos azidas, por ejemplo) y bombardear esta superficie con unas 15 partículas (iones, electrones, protones,...) para transformar los grupos generadores de nitrógeno en grupos nitrenos aptos para reaccionar a continuación con un gran número de grupos funcionales orgánicos.

La patente US nº. 6287687 [6] propone funcionalizar una superficie aplicándole un tratamiento de plasma en el cual el gas de plasma contiene un monómero que se puede polimerizar o copolimerizar con otros compuestos 20 polimerizables bajo el efecto de una irradiación.

La patente US nº. 4421569 [7] prevé, por su parte, funcionalizar una superficie aplicándole una suspensión acuosa que comprende un monómero precursor de un polímero, un prepolímero, unas sales metálicas y un catalizador, las 25 sales metálicas sirviendo para oxidar dicha superficie de tal modo que se creen unos radicales que pueden iniciar las reacciones de polimerización del monómero y del prepolímero.

La superficie del material conductor o semiconductor también se puede funcionalizar por medio de radicales a los que se hace reaccionar mediante la irradiación con iones pesados (documento US-A-6306975 [8]), mediante 30 procedimiento térmico (documento WO-A-98/49206 [9]) o mediante procedimiento fotoquímico tal y como se describe en el documento WO-A-99/16907 [10].

Todos estos procedimientos se basan en la voluntad de crear unas uniones químicas lo más fuertes posible y, en particular, unas uniones covalentes en la interfaz material orgánico/material conductor o semiconductor. De una 35 manera general, estos presentan el doble inconveniente de utilizar unos reactivos químicos y/o unas operaciones de activación complejas y caras, y de exigir la optimización de protocolos operativos a menudo largos, las reacciones químicas superficiales produciéndose, en efecto, a unas velocidades marcadamente más bajas que sus equivalentes en disolución.

Por otra parte, los procedimientos que aplican unas reacciones de polimerización iniciadas desde la superficie de un 40 material no permiten evacuar, al final de la reacción, los iniciadores, ni algunos monómeros que no han reaccionado. Ahora bien, muchos de estos compuestos son tóxicos, debido a los reactivos, lo que hace que este tipo de procedimientos sean inadecuados para su uso en el campo biomédico.

Además, en la medida en que el material que se debe fijar en los grupos funcionales promovidos en la superficie del 45 material conductor o semiconductor desempeña a su vez la función de reactivo químico, a menudo es necesario modificarlo químicamente para añadirle unos grupos complementarios a los presentes en dicha superficie, lo añade también, a los protocolos operativos, al menos una etapa adicional y grava sensiblemente su coste.

Otro tipo de soluciones consiste, ya no en crear unas uniones químicas en la interfaz material orgánico/material 50 conductor o semiconductor, sino en formar, sobre la superficie conductora o semiconductor, una capa del material orgánico que sea insoluble en la mayoría de los disolventes conocidos, contando con el hecho de que las fuerzas físicas enfrentadas son suficientes para garantizar la adhesión de este material orgánico sobre dicha superficie, siempre y cuando la superficie de contacto sea estable.

Esto se puede conseguir en particular reticulando el material orgánico durante o después de su depósito sobre la 55 superficie del material conductor o semiconductor, pudiéndose realizar este depósito mediante centrifugación o "spin-coating", o mediante inmersión o "dip-coating".

Este método se utiliza en el campo biomédico, por ejemplo para recubrir unos stents mediante unos depósitos 60 poliméricos de moléculas activas, que se estabilizan a continuación mediante reticulación de fibrina (documento EP-A-0701802 [11]) o de un agente químico de reticulación (documento WO-A-98/32474 [12]), así como en el campo de los microistemas para realizar unos pivotes de polímeros que sirven para el ensamblado mecánico de microestructuras mediante la tecnología PFC, o también para la encapsulación de microistemas (US-A-6335571 [13]).

65 Sin embargo, este presenta el gran inconveniente de conducir, a causa de la ausencia de soldaduras interfaciales

entre el material orgánico y el material conductor o semiconductor, a unas uniones que son mecánicamente poco sólidas, en particular cuando están sometidas a unas tensiones del tipo vibraciones, torsiones o similares, en particular al nivel de la interfaz material orgánico/material conductor o semiconductor.

5 Aunque la tecnología PFC se ha desarrollado considerablemente, se realizan todavía numerosos ensamblajes mediante la tecnología denominada "sistemas de conexión mediante esferas de indio" o "flip chip", que utiliza esferas fundibles metálicas a base de plomo y de indio (documento FR-A-2780200 [14]). Este tipo de ensamblajes precisa en general unas temperaturas de soldadura elevadas y también produce unas uniones mecánicamente frágiles ya que se rompen con las tensiones.

10 Por último, hay que señalar que, en el caso del ensamblaje de microestructuras, ninguno de los procedimientos mencionados con anterioridad está adaptado para su uso en unas zonas conductoras o semiconductoras limitadas. En efecto, ya se trate de una fijación por medio de reacciones químicas superficiales, de polímeros reticulados o de esferas fundibles, es necesario recurrir en todos los casos, en al menos una etapa, a un procedimiento de depósito de acuerdo con la topología de las zonas conductoras o semiconductoras, como el empleo de robots dispensadores que pueden pipetear en el lugar deseado una solución de polímero o también las operaciones de ablación por láser específicas para levantar de la superficie una capa de polímero que se ha depositado de manera uniforme.

15 También se conoce por el documento US-A-5284543 [16] un procedimiento que permite preparar un material compuesto formado por una película de elastómero unida a un material de base. Este procedimiento comprende la formación sobre la superficie del material de base de una película de polímero mediante la polimerización de un monómero de tipo hidrocarburo por medio de un plasma de baja presión, y a continuación la soldadura por adherencia de una composición de elastómero sobre la película de polímero mediante la puesta en contacto de esta composición y de esta película y la aplicación de presión y de calor.

20 Por último, se ha propuesto en Lou y otros (*Langmuir*, 18, págs. 2.785-2788, 2002 [17]] y en el documento WO-A-02/098926 [18], que únicamente puede oponerse a la presente invención en virtud del artículo 54(3) CBE 1973, revestir un sustrato metálico con una película de policloruro de vinilo (PVC) electro-injertando sobre ese sustrato un polímero preformado de 4-(acrilóiloxi)-ε-caprolactona (ACL) o de 4-(acrilóiloxi)-ε-caprolactona/ε-caprolactona (ACL-co-ACL), y a continuación formando la película de policloruro de vinilo mediante la técnica de depósito por centrifugación sobre el polímero electro-injertado de este modo.

25 De lo expuesto se deriva que existe la necesidad real de disponer de un procedimiento que permita fijar de forma sólida un material polímero a una superficie conductora o semiconductoras y que esté libre de los inconvenientes que presentan los diferentes procedimientos propuestos hasta la fecha para realizar esta fijación.

Exposición de la invención

30 La presente invención permite responder a esta necesidad proporcionando un procedimiento de soldadura de dos objetos, uno de los cuales comprende una superficie de polímero y el otro comprende una superficie conductora o semiconductoras de la electricidad, dicho procedimiento se caracteriza porque comprende:

a) el electro-injerto de una película orgánica sobre la superficie conductora o semiconductoras, y a continuación

45 b) una operación de soldadura de la superficie de polímero con la superficie conductora o semiconductoras injertada de este modo.

50 En el sentido de la presente invención, se entiende por "electro-injerto" de una película orgánica sobre una superficie conductora o semiconductoras, una operación que consiste en poner esta superficie en contacto con al menos un precursor de esta película orgánica y en inducir, mediante la aplicación sobre la superficie conductora o semiconductoras de uno o varios barridos de potencial eléctrico, la adherencia mediante uniones covalentes de este precursor a dicha superficie y, por consiguiente, la formación de una película orgánica.

55 La adherencia del precursor sobre la superficie conductora o semiconductoras puede, cuando este último se presta a ello, venir acompañada de reacciones de polimerización de dicho precursor que tiene en particular como efecto aumentar el espesor de dicha película orgánica.

60 Por otra parte, se entiende por "operación de soldadura" de una superficie de polímero con una superficie conductora o semiconductoras, una operación que consiste en solidarizar estas dos superficies de tal modo que estas formen una masa unitaria.

65 Tal y como se describe más adelante, esta operación se puede ejecutar tanto en frío, por ejemplo por medio de una sustancia que puede disolver o hinchar la superficie de polímero y la película orgánica electro-injertada sobre la superficie conductora o semiconductoras -este tipo de operación designándose en la siguiente descripción en el término "soldadura por adherencia", como en caliente, es decir mediante un aporte de energía térmica específica para provocar la fusión de las superficies enfrentadas -este tipo de operación denominándose en la siguiente

descripción “termofusión”, e incluso combinando una soldadura por adherencia y una termofusión.

5 Antes de proceder a esta operación de soldadura, el procedimiento de acuerdo con la invención prevé someter a la superficie conductora o semiconductora a un pretratamiento, el cual consiste en un electro-injerto de una película orgánica, la película electro-injertada de este modo presentando la doble ventaja de ser muy adherente en la superficie que la ha originado y de ser orgánica como la superficie de polímero que se debe solidarizar con la superficie conductora o semiconductora.

10 De hecho, aunque el espesor de esta película sea por lo general de bajo a muy bajo (es decir, inferior a 1 μm , e incluso a 500 nm), se observa que, de manera inesperada, resulta idónea para servir de “germen” de soldadura y para permitir la realización de una soldadura entre la superficie conductora o semiconductora y una superficie de polímero, mediante el simple contacto de estas últimas y la aplicación de unas condiciones de soldadura.

15 De este modo, mientras que por lo general es imposible soldar un material polímero con un material conductor o semiconductor, teniendo en cuenta su diferente naturaleza y, por consiguiente, las diferencias de sus temperaturas de fusión, de sus tensiones de adherencia, ..., este tipo de soldadura es posible mediante el procedimiento de acuerdo con la invención gracias a una modificación previa de la superficie del material conductor o semiconductor, esta modificación consistiendo en un electro-injerto de una película orgánica.

20 De conformidad con la invención, el electro-injerto de la película orgánica sobre la superficie conductora o semiconductora puede ser un injerto electro-iniciado o un depósito electro-continuo, en cuyo caso la película orgánica es una película de polímero.

25 En el caso de un injerto electro-iniciado, solo la adherencia del precursor sobre la superficie conductora o semiconductora es resultado de una reacción electroquímica, es decir, de una reacción provocada por la aplicación del potencial eléctrico, las reacciones de polimerización de este precursor siendo -cuando estas existen- puramente químicas, autónomas e independientes de cualquier potencial eléctrico.

30 Mientras que, en el caso de un depósito electro-continuo, las reacciones de polimerización del precursor son electroquímicas, como la adherencia de este precursor sobre la superficie conductora o semiconductora, y están vinculadas, por lo tanto, a que se mantenga un potencial eléctrico. Un ejemplo de depósito electro-continuo es la electropolimerización que utiliza como precursores los monómeros conductores como el pirrol, la anilina, el tiofeno o también el EDOT (Etileno Di-Oxi Tiofeno).

35 En el marco de la presente invención, se prefiere que el electro-injerto de la película orgánica de polímero sea un injerto electro-iniciado, los inventores habiendo, en efecto, constatado que este tipo de electro-injerto presenta la ventaja: (i) de conducir a la formación de uniones covalentes entre la película orgánica de polímero y la superficie conductora o semiconductora; (ii) de permitir una localización máxima del depósito de polímero en unas zonas seleccionadas que presentan un trabajo de salida determinado; (iii) de permitir un control muy preciso sobre la
40 homogeneidad de espesor, incluso en topografías con caídas óhmicas muy accidentadas (superficie rugosas, superficies trabajadas que comprenden patrones con un alto cociente de aspecto, ...).

45 De acuerdo con un primer modo preferente de aplicación del procedimiento de acuerdo con la invención, la película orgánica siendo una película de polímero, el precursor es un monómero o un prepolímero precursor de esta película o también una mezcla de ambos.

50 En este modo preferente de aplicación, el electro-injerto de la película de polímero comprende, además de la adherencia del precursor de esta película a la superficie conductora o semiconductora, unas reacciones de polimerización en cadena de este precursor. Estas reacciones de polimerización se realizan a partir de los monómeros y/o prepolímeros que se han adherido a dicha superficie por efecto del potencial eléctrico, y conduce a un crecimiento o “brote” de cadenas poliméricas desde esta superficie. Cada cadena de polímero formada de este modo está, por lo tanto, unida de forma covalente a la superficie conductora o semiconductora.

55 Cuando el injerto es electro-iniciado, los monómeros y prepolímeros precursores de la película orgánica se pueden seleccionar, en primer lugar, entre los compuestos orgánicos que comprenden los grupos vinílicos, en cuyo caso la electro-iniciación consiste en una electro-reducción (o una electro-oxidación) de estos monómeros y/o prepolímeros, y son los monómeros y/o prepolímeros electro-reducidos de este modo (o electro-oxidados) los que inician las reacciones de polimerización, que en este caso son aniónicas (o catiónicas).

60 Se pueden utilizar con esta finalidad, todos los compuestos monómeros o prepolímeros, parcial o totalmente funcionalizados por unos grupos vinílicos, y en particular los monómeros vinílicos como el acrilonitrilo, el metacrilonitrilo, los acrilatos y metacrilatos (acrilato y metacrilato de metilo, acrilato y metacrilato de etilo, acrilato y metacrilato de propilo, acrilato y metacrilato de butilo, acrilato y metacrilato de hidroxietilo, acrilato y metacrilato de glicidilo, el dimetacrilato de polietileno glicol, el acrilato y el metacrilato de polidimetilsiloxano), las acrilamidas y
65 metacrilamidas, los cianoacrilatos, el ácido acrílico y el ácido metacrílico, el estireno, los halogenuros de vinilo, la N-vinil pirrolidona, la 2-vinil piridina, la 4-vinil piridina y los compuestos telequímicos de extremos vinílicos.

5 Cuando el injerto es electro-iniciado, los monómeros y prepolímeros también se pueden seleccionar entre los compuestos orgánicos que comprenden los grupos cíclicos separables mediante un ataque nucleófilo o electrófilo, en cuyo caso el electro-injerto se realiza de acuerdo con el mismo principio que el anterior, dejando aparte el hecho de que el crecimiento de las cadenas poliméricas es resultado de la apertura de los ciclos de los monómeros o prepolímeros.

10 Se pueden utilizar en ese caso todos los compuestos monómeros o prepolímeros que están funcionalizados, parcial o totalmente, por los grupos cíclicos separables mediante un ataque nucleófilo o electrófilo, y en particular los epóxidos, la ϵ -caprolactona, la butirolactona y los compuestos telequéricos de extremos cíclicos separables.

15 De acuerdo con otro modo preferente de aplicación del procedimiento de acuerdo con la invención, el precursor de la película orgánica se selecciona entre las sales de diazonio, en particular las sales de arildiazonio, las sales de sulfonio, de fosfonio, de yodonio y sus mezclas, estas sales estando, de preferencia, funcionalizadas por unos fragmentos macromoleculares del tipo polietileno y otras poliolefinas, polióxido de etileno, y de manera más general cualquier oligómero o polímero termofusible.

20 Estas sales tienen en común que su reducción conduce a unos radicales que se adsorben sobre la superficie conductora o semiconductor y no dan lugar a ningún crecimiento de cadenas poliméricas. Se trata, por lo tanto, de un caso particular de un injerto electro-iniciado, en el cual este último queda reducido a su mínima expresión y permite realizar unas películas muy finas, próximas a la monocapa molecular.

25 De acuerdo con la invención, también se puede realizar el electro-injerto de la película orgánica utilizando varios precursores seleccionados entre los diferentes tipos de precursores citados con anterioridad.

30 Sea como sea, el electro-injerto de la película orgánica se obtiene, de preferencia, sumergiendo la superficie conductora o semiconductor en una solución que contiene el o los precursores de dicha película orgánica y conectando esta superficie a un potencióstato de tal modo que le aplique uno o varios barridos de potencial eléctrico, estos barridos pudiendo ser unos barridos continuos o discontinuos, sinusoidales o a intervalos.

35 Una vez realizado el electro-injerto de la película orgánica, se puede proceder a la operación de soldadura de la superficie de polímero con la superficie conductora o semiconductor, dicha operación consiste, de preferencia, en una termofusión o una soldadura por adherencia o también en una combinación de termofusión/soldadura por adherencia.

40 La termofusión se puede realizar aplicando una superficie sobre la otra y aplicando al conjunto resultante, eventualmente presionado o apretado, una energía térmica, por ejemplo mediante calentamiento o mediante la aplicación de una radiación electromagnética, suficiente como para conseguir la fusión de las dos superficies enfrentadas y, por consiguiente, su interpenetración.

Una energía térmica suficiente corresponde, por ejemplo, a una temperatura superior a aquella que, de las temperaturas de transición vítrea de la superficie de polímero que hay que soldar y de la película orgánica electro-injertada sobre la superficie conductora o semiconductor, es la más elevada.

45 En lo que se refiere a la soldadura por adherencia, se utiliza, de preferencia, como agente de unión, una sustancia, por ejemplo un disolvente, que es capaz a la vez de disolver o de hinchar la superficie de polímero que hay que soldar y la película orgánica electro-injertada sobre la superficie conductora o semiconductor.

50 Esta soldadura por adherencia se puede llevar a cabo de diferentes formas según su finalidad. De este modo, por ejemplo, la soldadura se puede realizar impregnando con un agente de unión la superficie de polímero y la superficie conductora o semiconductor, y a continuación aplicando una superficie sobre la otra y secando el conjunto resultante, eventualmente con una presión reducida y/o bajo presión o apriete.

55 El polímero que constituye la superficie de polímero que hay que soldar puede ser puramente orgánico o híbrido (es decir, orgánico-inorgánico), termofusible o termoplástico siempre y cuando, en este último caso, se pueda solubilizar o hinchar mediante una sustancia que es también un disolvente o un agente de hinchamiento del material que forma la película orgánica electro-injertada.

60 Por otra parte, cuando la película orgánica electro-injertada es, a su vez, una película de polímero, el polímero que constituye la superficie de polímero que hay que soldar puede ser tanto idéntica como diferente del polímero que constituye esta película orgánica.

65 Algunos polímeros adecuados son, en particular, los polietilenos, los polipropilenos, los poliestirenos, los poliacrilonitrilos, los polisiloxanos, los poliésteres, como el ácido poliláctico y el ácido poliglicólico, los polioctoésteres, las policaprolactonas, las polibutirolactonas, los poliacrílicos, los polimetacrílicos, las poliacrilamidas, las resinas epóxidas, las resinas ABS, el policloruro de vinilo, el policarbonato, el politetrafluoroetileno y los poliéteres

perfluorados, las resinas fenoplastas, los poliuretanos, las resinas epoxi, sus copolímeros y sus mezclas.

Los polímeros termofusibles -o termoplásticos- son lo que se prefiere utilizar en el marco de la presente invención, aunque los polímeros termoendurecibles también pueden constituir unos candidatos interesantes.

5 En cuanto al material que puede constituir la superficie conductora o semiconductor, puede ser cualquier material conocido por presentar unas propiedades conductoras o semiconductoras de la electricidad, como los metales (nobles o no) y aleaciones metálicas, el silicio, el germanio o también el arseniuro de galio.

10 El procedimiento de acuerdo con la invención presenta numerosas ventajas.

En efecto, este ofrece, en primer lugar, la posibilidad de soldar un material polímero con un material conductor o semiconductor, es decir un material con un muy elevado punto de fusión para el cual no existe, por lo general, una gama de temperaturas que permita una termosoldadura con un polímero, los polímeros descomponiéndose en su mayoría con las temperaturas de fusión de los materiales conductores y semiconductores.

15 También ofrece la posibilidad de soldar un primer material conductor o semiconductor recubierto de una película orgánica, electro-injertada o no, con un segundo material conductor o semiconductor el cual no está recubierto de una película orgánica. En efecto, en ese caso, basta con tratar previamente la superficie del segundo material de tal modo que la recubra de una película orgánica electro-injertada y que proceda a continuación a una operación de soldadura de ambos materiales conductores o semiconductores tal y como se ha descrito con anterioridad. Como variante, la operación de soldadura se puede realizar después de haber no solo electro-injertado una película orgánica sobre la superficie del segundo material conductor o semiconductor, sino de haber intercalado además una película de polímero entre las películas orgánicas que forman las superficies de ambos materiales conductores o semiconductores. De este modo, cuando la película orgánica que forma la superficie del primer material conductor o semiconductor es, a su vez, una película electro-injertada, son dos las soldaduras que se realizan de acuerdo con la invención.

30 En todos los casos, se ha comprobado que los mejores resultados se obtienen cuando la película orgánica que forma la superficie del primer material conductor o semiconductor es una película electro-injertada, el electro-injerto permitiendo, en efecto, disponer de unas superficies de contacto más fuertes que las de los demás métodos actualmente disponibles para formar una película orgánica sobre una superficie.

35 Partiendo de lo anterior, el procedimiento de acuerdo con la invención permite también soldar juntos dos materiales conductores o semiconductores que no están, ni uno ni otro, recubiertos de una película de polímero.

40 En particular, permite realizar una soldadura entre dos materiales que tienen unas temperaturas de fusión muy elevadas -lo que es, en particular, el caso de los metales, del silicio y del germanio- sin recurrir nunca a una etapa que implique una temperatura de fusión de este tipo. Esta ventaja puede resultar muy útil cuando se trata de unir dos zonas conductoras o semiconductoras que pertenecen a objetos distintos y complejos, algunas de cuyas zonas son termosensibles. Contribuye, además, a realizar unos ahorros sustanciales en materia de consumo energético ya que se sustituye una operación de soldadura que hay que realizar a temperaturas muy elevadas por una operación de electro-injerto, que se lleva a cabo a temperatura ambiente, y una operación de termofusión de dos materiales orgánicos, que necesita unas temperaturas mucho más bajas que la termofusión de materiales inorgánicos, e incluso una operación de soldadura por adherencia, que se realiza en frío.

50 Tal y como se ha mencionado con anterioridad, la película orgánica electro-injertada sobre la superficie conductora o semiconductor puede estar o no constituida por el mismo polímero que el que forma la superficie de polímero con la cual dicha superficie conductora o semiconductor está prevista para que la suelden.

55 En el caso de que sea idéntico, el procedimiento de acuerdo con la invención permite obtener muy fácilmente, sobre un material conductor o semiconductor, unas películas de espesas a muy espesas, y en particular unas películas macroscópicas (es decir, con un espesor superior a 500 μm) y muy adherentes, mientras que el electro-injerto únicamente conduce a la formación de películas cuyo espesor no supera el orden del micrón. Las películas que se obtienen de este modo pueden, por ejemplo, ser unas películas plásticas realizadas mediante extrusión o cualquier otro medio, que se suelda a continuación sobre el material conductor o semiconductor previamente electro-injertado por una película de la misma clase.

60 En el caso de que sea diferente, el procedimiento de acuerdo con la invención permite obtener, sobre una superficie conductora o semiconductor, una película de polímero que, normalmente, no se habría podido electro-injertar sobre esta superficie o solo se habría podido hacer con grandes dificultades. En efecto, el electro-injerto es un proceso complejo que no permite el injerto de todos los polímeros con la misma eficacia sobre todas las superficies conductoras o semiconductoras. Además, algunos polímeros como los que se obtienen por policondensación de monómeros, no se prestan a un electro-injerto. El procedimiento de acuerdo con la invención ofrece una solución a este problema ya que basta con electro-injertar, sobre la superficie conductora o semiconductor, una película de polímero que sea, a la vez, compatible con la que se pretendía revestir inicialmente esta superficie, y fácil de electro-

injertar sobre dicha superficie.

En todos los casos, el procedimiento de acuerdo con la invención permite crear unas uniones de adherencia muy sólidas entre las superficies soldadas.

5 Además de todas las ventajas mencionadas con anterioridad, el procedimiento de acuerdo con la invención también presenta otras ventajas, y en particular las de:

10 - no precisar ninguna modificación, y en particular ninguna funcionalización, previa de la superficie de polímero que hay que soldar, lo que, en el caso de un polímero biocompatible, suprime el riesgo de que pierda sus propiedades de biocompatibilidad;

15 - no utilizar ningún compuesto químico que no sea el precursor de la película orgánica electro-injertada y, llegado el caso, el agente de unión, lo que limita de manera considerable los riesgos de toxicidad en el caso de aplicaciones biomédicas; y

- ser fácil de llevar a cabo y no exigir ni un protocolo operativo, ni un equipamiento complejo y caro.

20 Por esta razón, este puede encontrar muy numerosas aplicaciones entre las que se puede citar la fabricación y la restauración de materiales compuestos destinados a las industrias aeroespaciales, aeronáutica, automovilística, biomédica, electrónica y de los microsistemas, la fabricación de material médico y quirúrgico implantable, la unión de elementos sensibles integrantes de los microsistemas y la encapsulación (« packaging ») de los microsistemas.

25 La invención también tiene por objeto una estructura que comprende dos objetos de los cuales uno comprende una superficie conductora o semiconductor de la electricidad y el otro comprende una superficie de polímero, estas superficies estando soldadas entre sí por medio de una película orgánica de un espesor inferior a 1 μm que está electro-injertada sobre dicha superficie conductora o semiconductor de la electricidad.

30 También se ha descrito una estructura que comprende una superficie conductora o semiconductor soldada a una superficie de polímero por medio de una película orgánica, en la que dicha película orgánica está unida a dicha superficie conductora o semiconductor mediante unas uniones covalentes.

35 Estas estructuras son, por ejemplo, algunos dispositivos médicos o quirúrgicos implantables, como stents, guías de aneurisma, guías de catéter, estimuladores cardíacos, prótesis de cadera, electrodos de implantes cloqueares, implantes dentales o también los electrodos de electrofisiología, o bien algunos microsistemas, como los microsensores.

40 Además de las disposiciones anteriores, la invención comprende también otras disposiciones que se mostrarán en la siguiente descripción, que se refiere a unos ejemplos de realización de soldaduras mediante el procedimiento de acuerdo con la invención y de sus prestaciones, y que se da a título ilustrativo y no excluyente, en referencia a los dibujos que se anexan.

Breve descripción de los dibujos

45 La figura 1 corresponde a dos fotografías, respectivamente A y B, tomadas mediante microscopio óptico con dos aumentos diferentes (50x y 100x) y que muestran una zona de contacto entre un filamento de oro y una lámina de oro soldados mediante termofusión de acuerdo con la invención.

50 La figura 2 corresponde a dos fotografías, respectivamente A y B, que muestran la zona de soldadura de una película de poliestireno y de una lámina de acero inoxidable soldados mediante termofusión de acuerdo con la invención.

55 La figura 3 es una fotografía que ilustra la capacidad de una soldadura, realizada mediante termofusión de acuerdo con la invención entre dos láminas de acero inoxidable, para resistir a una separación de estas láminas.

60 La figura 4 representa los perfiles de liberación de pentoxifilina que se obtienen para dos películas de ácido poliláctico (PLA) cargados respectivamente con un 20% y un 40% (m/m) de pentoxifilina y soldados por adherencia de acuerdo con la invención sobre unas láminas de acero inoxidable (curvas 2 y 3), y el que se obtiene para una película de PLA cargada con un 20% (m/m) de pentoxifilina y que se ha depositado sobre una lámina de acero inoxidable (curva 1).

La figura 5 representa el espectro que se obtiene con espectroscopia infrarroja de reflexión (IRRAS) de una película de poli-orto éster (POE) depositada sobre una lámina de acero inoxidable y que tiene un espesor de 500 nm.

65 La figura 6 representa los perfiles de erosión de una película de POE soldada por adherencia de acuerdo con la invención sobre una lámina de acero inoxidable (curva 2) y de una película de POE depositada sobre una lámina de

acero inoxidable (curva 1).

Ejemplo 1: soldadura mediante termofusión de un filamento de oro sobre una lámina de oro

5 En una celda electroquímica de tres electrodos, se disuelve metacrilato de butilo (BuMA) en una solución que comprende $5 \cdot 10^{-2}$ mol/l de perclorato de tetraetil amonio en dimetilformamida (DMF), a razón de 5 moles de metacrilato de butilo por litro de solución.

10 Se sumerge a continuación en esta solución una lámina de vidrio recubierta de una capa de oro evaporada. Esta lámina está conectada al terminal de trabajo de una potenciostato y sirve de electrodo de trabajo. Los otros dos electrodos del dispositivo son un electrodo de platino de gran tamaño, que sirve de contraelectrodo, así como un filamento de plata, utilizado como electrodo de referencia.

15 A continuación, se aplican a la lámina de oro 10 barridos de potencial en condiciones voltamétricas, entre -0,1 y -2,6 V/(Ag⁺/Ag), a una velocidad de 100 mV/s. La lámina se aclara con DMF y luego con acetona, y finalmente se seca bajo corriente de argón. Se obtiene de este modo una película de polimetacrilato de butilo (poli-BuMA) de alrededor de 50 nm de espesor.

20 Se aplica el mismo tratamiento a un filamento de oro de 25 μm de diámetro y de 3 cm de largo. Se verifica, mediante espectroscopia IRRAS, que el filamento está efectivamente recubierto de poli-BuMA, aunque es difícil determinar su espesor exacto.

25 El filamento se deposita a continuación sobre la lámina y se sujeta por medio de una pinza de Mohr. El conjunto se coloca durante una noche dentro de una estufa calentada a 200 °C, lo que representa una temperatura muy inferior a la temperatura de fusión del oro (1.064,43 °C).

Tras el enfriamiento y la retirada de la pinza de Mohr, se constata que se puede levantar la lámina de oro solo con coger el filamento, lo que prueba que la unión que se establece entre esta lámina y el filamento es fuerte.

30 La figura 1 representa dos fotografías tomadas con microscopio óptico en unas zonas donde la termofusión entre el filamento y la lámina resulta evidente, la fotografía A correspondiendo a un aumento de 50x y la fotografía B correspondiendo a un aumento de 100x.

35 Esta figura muestra que el número de puntos de anclaje es sin embargo bastante bajo, lo que probablemente se debe al hecho de que el filamento, al no ser rectilíneo, no ha podido estar en contacto con la lámina en toda su longitud durante la termosoldadura.

Ejemplo 2: soldadura mediante termofusión de una película de poliestireno sobre una placa de acero inoxidable

40 Se sumerge una lámina de acero inoxidable 316L de 10 cm de largo por 1 cm de ancho en una solución con 3,125 mol/l de metacrilato de metilo (MMA), 10^{-2} mol/l de tetrafluoroborato de 4-nitrofenil diazonio y con $2,5 \cdot 10^{-2}$ mol/l de nitrato de sodio en DMF. Esta lámina sirve de electrodo de trabajo en un montaje con tres electrodos similar al que se ha utilizado en el ejemplo 1.

45 Se somete esta lámina a una serie de 50 barridos de potencial en condiciones voltamétricas, entre -0,1 y 3,0 V/(Ag⁺/Ag), a una velocidad de 100 mV/s. A continuación se aclara la lámina con DMF, y luego con acetona, y por último se seca bajo corriente de nitrógeno. Se obtiene una película de polimetacrilato de metilo (poli-MMA) de alrededor de 300 nm de espesor.

50 Se aplica a continuación una película de poliestireno de 10 cm de largo por 1 cm de ancho y 75 μm de espesor sobre toda la lámina así tratada. Se presiona la película contra la lámina a la altura de uno de sus extremos por medio de una pinza de Mohr, de tal modo que la zona presionada tiene alrededor de 2 cm de largo por 1 cm de ancho.

55 El conjunto se coloca dentro de una estufa a 200 °C durante 2 días.

60 Tras el enfriamiento y la retirada de la pinza de Mohr, se constata que la película de poliestireno está soldada a la lámina de acero inoxidable. Se constata, en particular, que se puede levantar la lámina con solo coger el conjunto por el extremo no soldado de la película de poliestireno, tal y como se ilustra en las fotografías A y B de la figura 2.

Ejemplo 3: soldadura mediante termofusión de una película de poliestireno sobre una placa de acero inoxidable

65 Se realiza, siguiendo el mismo protocolo que se ha descrito en el ejemplo 2, la soldadura de películas de poliestireno de 75 μm de espesor sobre unas láminas de acero inoxidable 316L tratadas previamente con unas películas electro-

inertadas, respectivamente de polimetacrilonitrilo (PMAN), de polimetacrilato de hidroxietilo (PHEMA) y de poli-ε-caprolactona (PCL), con unos espesores comprendidos entre 300 y 500 nm.

- 5 Se observan unos resultados similares a los referidos en el ejemplo 2, es decir que la soldadura de las películas de poliestireno sobre las láminas es lo suficientemente fuerte como para que estas se puedan levantar cogiendo los conjuntos por el extremo no soldado de estas películas.

Ejemplo 4: soldadura mediante termofusión de dos láminas de acero inoxidable 316L

- 10 Se tratan previamente, de forma idéntica, dos láminas de acero inoxidable 316L de 10 cm de largo por 1 cm de ancho con una película de poli-MMA electro-inertada de alrededor de 300 nm de espesor, siguiendo un protocolo similar al que se ha descrito en el ejemplo 2.

- 15 Se superponen las dos láminas y se intercalan entre sí, a la altura de uno de sus extremos, una película de poliestireno de 2 cm de largo por 1 cm de ancho y 75 μm de espesor. Se sujeta el sándwich así obtenido por medio de una abrazadera en un área que mide alrededor de 2 cm de largo por 1 cm de ancho.

Se coloca el conjunto dentro de una estufa a 200 °C durante 2 días.

- 20 Tras el enfriamiento y la retirada de la abrazadera, se observa que las dos láminas están soldadas. Se coloca el conjunto sobre el canto y se separan los extremos no soldados de las dos láminas. Se inserta en el espacio así formado una cuña de tal modo que se mantenga una separación de 1 cm entre los extremos no soldados de las láminas. Tal y como se puede ver en la figura 3, se constata que esta tensión no ha fracturado la soldadura.

- 25 **Ejemplo 5: soldadura mediante soldadura por adherencia de una película de ácido poliláctico sobre una lámina de acero inoxidable 316L**

- 30 Este ejemplo ilustra el beneficio que aporta una soldadura por adherencia, realizada mediante el procedimiento de acuerdo con la invención, entre una película de ácido poliláctico (PLA) y una superficie en acero inoxidable 316L, sobre la estabilidad de la superficie de contacto que resulta de esta soldadura por adherencia.

- 35 Este beneficio es evidente al soldar por adherencia dos películas de PLA cargadas, una con un 20% (m/m), la otra con un 40% (m/m), de pentoxifilina sobre dos láminas de de acero inoxidable 316L previamente tratadas con una película de poli-BuMA electro-inertado, y al comparar la cantidad de pentoxifilina que liberan estas películas, cuando las láminas se mantienen varios días dentro de una solución acuosa, con la que libera una película de PLA cargada con un 20% (m/m) de pentoxifilina, que se ha depositado sobre una lámina de acero inoxidable 316L que no se ha tratado previamente con una película de poli-BuMA electro-inertada.

- 40 Para ello, se realiza el electro-injerto de una película de poli-BuMA de alrededor de 300 nm de espesor sobre dos láminas de acero inoxidable 316L de 10 cm de largo por 1 cm de ancho, siguiendo el mismo protocolo operativo que se ha descrito en el ejemplo 2.

- 45 Por otra parte, se prepara una solución de ácido poliláctico [(ácido poli(2-hidroxi-propiónico))], con una masa molecular en peso igual a 250.000 g/mol, al 10% (m/m) en cloroformo, este último siendo un disolvente del PLA. A partir de esta solución, se preparan dos soluciones de PLA, respectivamente con un 20 y un 40% (m/m) de pentoxifilina. Tras la agitación de estas soluciones durante 2 horas, se deposita una película de PLA cargada con un 20 o un 40% (m/m) de pentoxifilina sobre unas láminas de acero inoxidable recubiertas de poli-BuMA electro-inertado mediante inmersión de estas láminas dentro de dichas soluciones. Las películas que se obtienen de este modo tienen un espesor de alrededor de 3 μm. También se somete una lámina de acero inoxidable 316L no tratada previamente con una película de poli-BuMA electro-inertada a una inmersión dentro de la solución con un 20 % (m/m) de pentoxifilina.

- 50 Las láminas preparadas de este modo se ponen dentro de una estufa a 40 °C durante 4 h. Cada una de estas se introduce a continuación en un recipiente cerrado que contiene una solución acuosa de amortiguación PBS, con un pH de 7,4, y se coloca en una incubadora a 37 °C en agitación.

- 55 Se realizan unos muestreos regulares de la solución acuosa en la que se baña cada lámina, que se renueva de forma simultánea. Cada muestreo se extrae con cloroformo y la concentración de pentoxifilina presente en la solución se determina mediante espectrometría UV-visible de transmisión a 278 nm.

- 60 Los resultados que se obtienen se ilustran en la figura 4 en la que el eje de las ordenadas representa la concentración acumulada (en porcentajes) de pentoxifilina liberada, mientras que el eje de las abscisas representa el tiempo (en horas), las curvas 1, 2 y 3 correspondiendo respectivamente:

- 65 - curva 1: a la película de PLA cargada con un 20 % (m/m) de pentoxifilina depositada sobre la lámina de acero inoxidable no tratada previamente;

- curva 2: a la película de PLA cargada con un 20 % (m/m) de pentoxifilina soldada sobre una de las dos láminas de acero inoxidable tratadas previamente con una película de poli-BuMA electro-injertada;

- 5 - curva 3: a la película de PLA cargada con un 20 % (m/m) de pentoxifilina soldada sobre una de las dos láminas de acero inoxidable tratadas previamente con una película de poli-BuMA electro-injertada.

Esta figura muestra que la pentoxifilina que libera la película de PLA depositada sobre la lámina de acero inoxidable no tratada previamente es rápida, ya que se alcanza un plato entre los 8 y 10 días de incubación, reflejando una interrupción de esta liberación. Una inspección de esta lámina muestra que la película de PLA se ha soltado por capas y no se adhiere a la superficie de acero inoxidable.

Las curvas 2 y 3 muestran, por su parte, que tras una "ráfaga" de liberación muy rápida debida a una difusión excesiva de la pentoxifilina, los perfiles de liberación de la pentoxifilina por las películas de PLA soldadas sobre las láminas de acero inoxidable tratadas previamente con una película de poli-BuMA electro-injertada, se vuelven lineales y garantizan una liberación progresiva de este compuesto. Una inspección de estas láminas no muestra, por otra parte, ningún deterioro local (desconchado, por ejemplo) de las películas de PLA. Esto significa que la superficie de contacto PLA/poli-BuMA es lo suficientemente sólida como para resistir al medio de liberación y sugiere que la liberación se debería únicamente a una hidrólisis progresiva de PLA al nivel de su superficie en contacto con la solución acuosa.

Por otra parte, este ejemplo demuestra que el procedimiento de acuerdo con la invención permite fijar de forma sólida, sobre una superficie metálica, una película de un polímero biocompatible como el PLA, sin tener que modificar previamente este polímero -lo que elimina cualquier riesgo de alterar la biocompatibilidad de este- e incluir, además, una molécula frágil, muy sensible al calor y a la temperatura, como la pentoxifilina, dentro de esta película.

De esto se deriva que el procedimiento de acuerdo con la invención puede ser muy útil para recubrir material médico o quirúrgico, y en particular los implantes, con materiales biocompatibles, y en particular con materiales destinados a liberar de forma controlada sustancias biológicamente activas.

Ejemplo 6: soldadura mediante soldadura por adherencia de una película de polioctoéster (POE) sobre una lámina de acero inoxidable 316L

Este ejemplo también ilustra el beneficio que aporta una soldadura por adherencia, realizada mediante el procedimiento de acuerdo con la invención, entre una película de polioctoéster (POE) y una superficie de acero inoxidable 316L, sobre la estabilidad de la superficie de contacto que resulta de esta soldadura por adherencia.

Este beneficio es evidente al soldar mediante adherencia una película de POE sobre una lámina de acero inoxidable 316L previamente recubierta de una película de poli-BuMA electro-injertada y al comparar la erosión de esta película, cuando la lámina se mantiene varios días dentro de una solución acuosa de cloruro de sodio con 9 g/l a 37 °C, con respecto a la de una película de POE depositada sobre una lámina de acero inoxidable no tratada previamente con una película de poli-BuMA electro-injertada.

Para ello, se realiza el electro-injerto de una película de poli-BuMA de alrededor de 300nm de espesor sobre una lámina de acero inoxidable 316L de 10 cm de largo por 1 cm de ancho siguiendo el mismo protocolo que se ha descrito en el ejemplo 2.

Por otra parte, se prepara un POE₉₅LA₅ (Mw: 60.000, Mn: 38.000, Tg: -14 °C que es un POE sólido, tal y como se describe en M. B. SINTZEL y otros (*Biomaterials*, 19, pág. 791, 1998) [15].

A continuación, se prepara una solución de POE al 5 % (m/m) en tetrahidrofurano (THF), este último siendo en efecto un disolvente del POE y un agente de hinchamiento del poli-BuMA. Mediante la inmersión dentro de esta solución, se deposita una película con un espesor de alrededor de 500 nm de POE sobre la lámina de acero inoxidable recubierta de la película de poli-BuMA electro-injertada así como sobre una lámina de acero inoxidable no tratada previamente con una película de poli-BuMA electro-injertada.

Las láminas se secan dentro de una estufa a 40 °C durante 6 h. A continuación se dejan incubar siguiendo el mismo protocolo que se ha descrito en el ejemplo 5.

Con regularidad, se sacan las láminas, se escurren y se secan bajo una corriente de argón, y se evalúa la erosión de las películas de POE que recubren estas láminas siguiendo la evolución del coeficiente de transmisión de la banda de los grupos carbonilos del POE a 1.745 cm⁻¹ tal y como se mide mediante espectroscopia IRRAS, en función del tiempo.

La figura 5, que corresponde al espectro IRRAS de una película de POE de 500 nm de espesor (esto es, el espesor inicial de las películas de POE que se utilizan en el presente ejemplo) depositada sobre una lámina de acero

inoxidable, muestra la banda de los grupos carbonilos del POE situada en el número de onda 1.745 cm^{-1} y que sirve para seguir la erosión de las películas de POE.

5 La figura 6, cuyo eje de las ordenadas representa el coeficiente de transmisión (en porcentajes) de la banda de los grupos carbonilos, mientras que el eje de las abscisas representa el tiempo (en días), representa el perfil de erosión de la película de POE soldada sobre la lámina de acero inoxidable tratada previamente con una película de poli-BuMA electro-injertada (curva 2) y el de la película de POE depositada sobre la lámina de acero inoxidable no tratada previamente (curva 1).

10 Esta figura muestra que la película de POE depositada sobre la lámina de acero inoxidable no tratada previamente se libera muy rápidamente de la superficie de esta lámina, lo que coincide con una inspección de la lámina que muestra que esta lámina se ha levantado por capas.

15 Por el contrario, no se observa ningún deterioro de la película de POE soldada por adherencia sobre la lámina previamente tratada con una película de poli-BuMA electro-injertada. Simplemente se observa que desaparece de manera progresiva mediante hidrólisis al estar en contacto con la solución acuosa.

Estos resultados confirman, por si esto fuera necesario, los que se han obtenido anteriormente en el ejemplo 5.

20 Documentos citados

[1] EP-A-1110946

[2] WO-A-00/51732

25

[3] FR-A-2781232

[4] E. P. PLUEDDMANN, en FUNDAMENTALS OF ADHESION, Ed. L. H. Lee, pág. 269, Plenum Press, Nueva York, 1990

30

[5] US-A-6022597

[6] US-A-6287687

35

[7] US-A-4421569

[8] US-A-6306975

[9] WO-A-98/49206

40

[10] WO-A-99/16907

[11] EP-A-0701802

45

[12] WO-A-98/32474

[13] US-A-6335571

[14] FR-A-2780200

50

[15] M. B. SINTZEL y otros, *Biomaterials*, 19, pág. 791, 1998

[16] US-A-5284543

55

[17] X. Lou y otros, *Langmuir*, 18, págs. 2785-2788, 2002

[18] WO-A-02/098926

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de soldadura de dos objetos entre sí, uno de los cuales comprende una superficie de polímero y el otro comprende una superficie conductora o semiconductora de la electricidad, que se caracteriza porque comprende:
- 10 a) el electro-injerto de una película orgánica sobre la superficie conductora o semiconductora, y a continuación
- b) una operación de soldadura de la superficie de polímero con la superficie conductora o semiconductora injertada de este modo.
- 15 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que se caracteriza porque el electro-injerto de la película orgánica es un injerto electro-iniciado.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, que se caracteriza porque la película orgánica es una película de polímero.
- 20 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, que se caracteriza porque la película de polímero se obtiene a partir de monómeros y/o prepolímeros parcial o totalmente funcionalizados por unos grupos vinílicos.
- 25 5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, que se caracteriza porque la película de polímero se obtiene a partir de un monómero vinílico seleccionado entre el acrilonitrilo, el metacrilonitrilo, los acrilatos y metacrilatos, las acrilamidas y metacrilamidas, los cianoacrilatos, el ácido acrílico y el ácido metacrílico, el estireno, los halogenuros de vinilo, la N-vinil pirrolidona, la 2-vinil piridina, la 4-vinil piridina y los compuestos telequéricos de extremos vinílicos.
- 30 6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, que se caracteriza porque la película de polímero se obtiene a partir de monómeros y/o prepolímeros parcial o totalmente funcionalizados por unos grupos cíclicos separables mediante un ataque nucleófilo o electrófilo.
7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, que se caracteriza porque la película orgánica se obtiene a partir de sales de diazonio, de sulfonio, de fosfonio, de yodonio y sus mezclas.
- 35 8. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza porque la operación de soldadura consiste en una termofusión o una soldadura por adherencia o una combinación de ambas.
9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, que se caracteriza porque la soldadura por adherencia se realiza mediante una sustancia que puede disolver o hinchar la superficie de polímero que hay que soldar y la película orgánica electro-injertada sobre la superficie conductora o semiconductora.
- 40 10. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza porque el polímero que constituye la superficie de polímero se selecciona entre los polietilenos, los polipropilenos, los poliestirenos, los poliacrilonitrilos, los polisiloxanos, los poliésteres, los poliortoésteres, las policaprolactonas, las polibutirilactonas, los poliacrílicos, los polimetacrílicos, las poliacrilamidas, las resinas epóxicas, sus copolímeros y sus mezclas.
- 45 11. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza porque el polímero que constituye la superficie de polímero es un polímero termofusible.
- 50 12. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza porque la superficie de polímero es una película de polímero que recubre un material conductor o semiconductor.
- 55 13. Aplicación del procedimiento, tal y como se ha definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, a la fabricación o la restauración de materiales compuestos destinados a las industrias aeroespaciales, aeronáutica, automovilística, biomédica, micro-electrónica y de los microsistemas.
14. Aplicación del procedimiento, tal y como se ha definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, a la fabricación de material médico y quirúrgico implantable.
- 60 15. Aplicación del procedimiento, tal y como se ha definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, al ensamblaje de elementos sensibles integrantes de los microsistemas o a la encapsulación de los microsistemas.
- 65 16. Estructura que comprende dos objetos, uno de los cuales comprende una superficie conductora o semiconductora de la electricidad y el otro comprende una superficie de polímero, estas superficies estando soldadas entre sí por medio de una película orgánica de un espesor inferior a 1 μm que está electro-injertada sobre dicha superficie conductora o semiconductora de la electricidad.

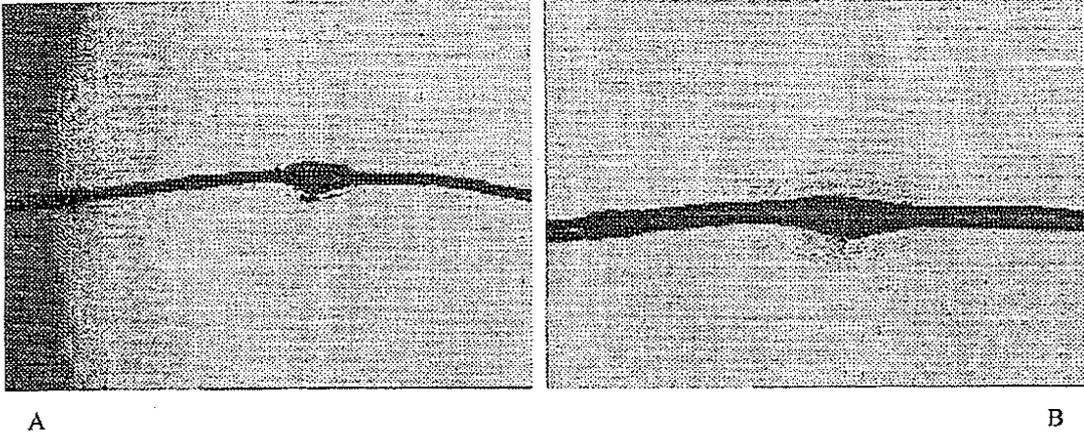


FIGURA 1

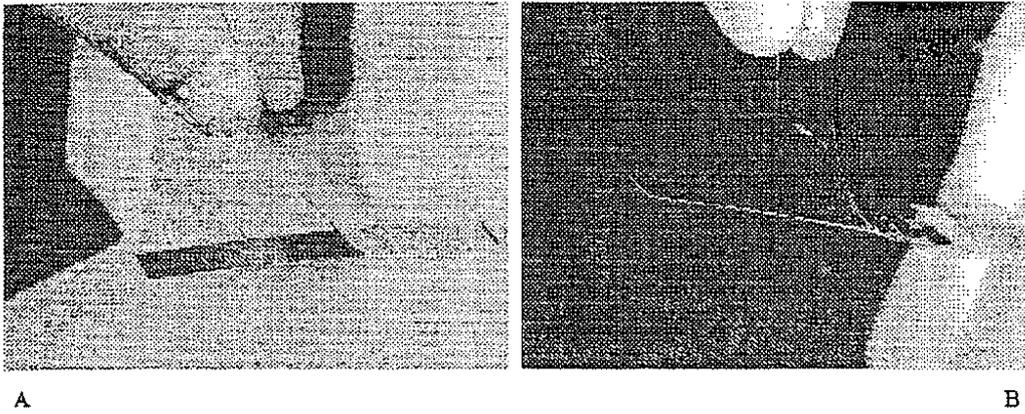


FIGURA 2

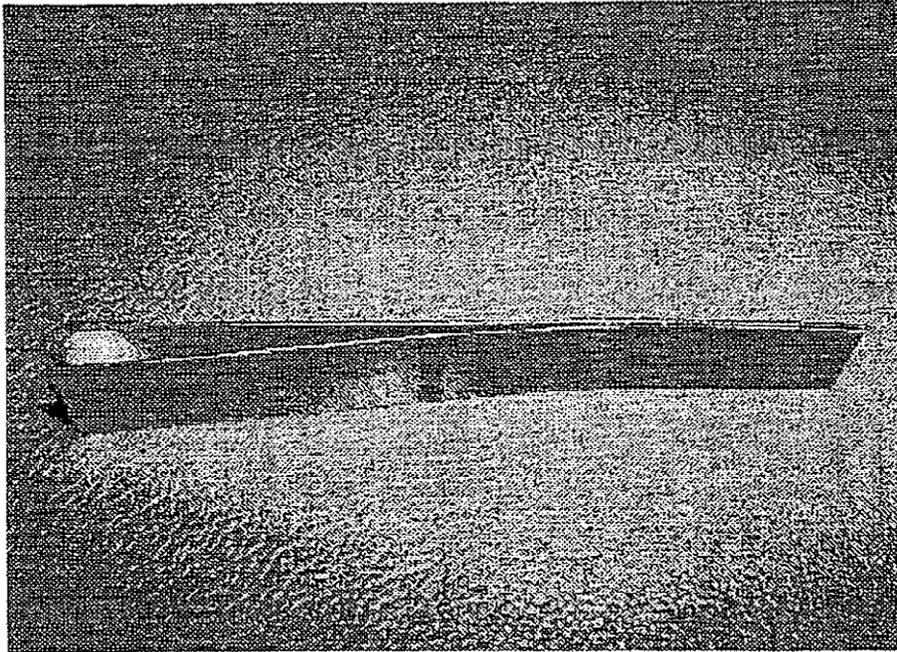


FIGURA 3

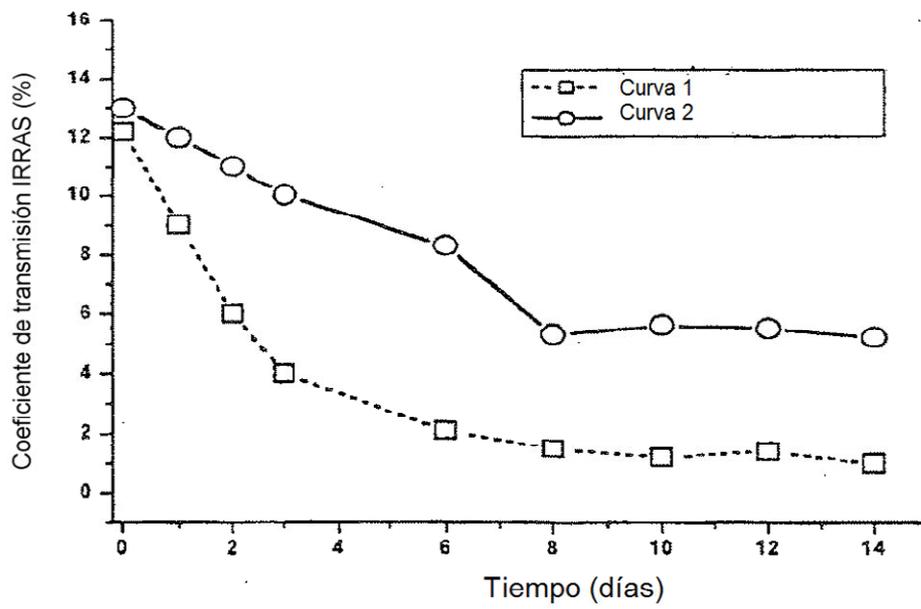


FIGURA 6

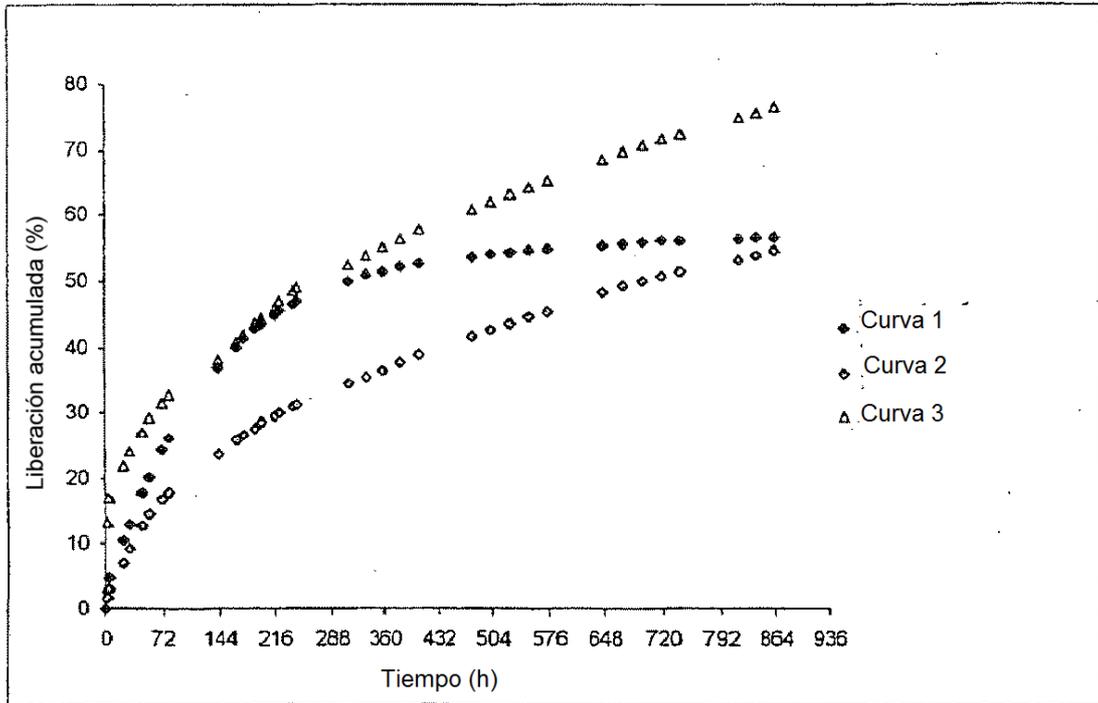


FIGURA 4

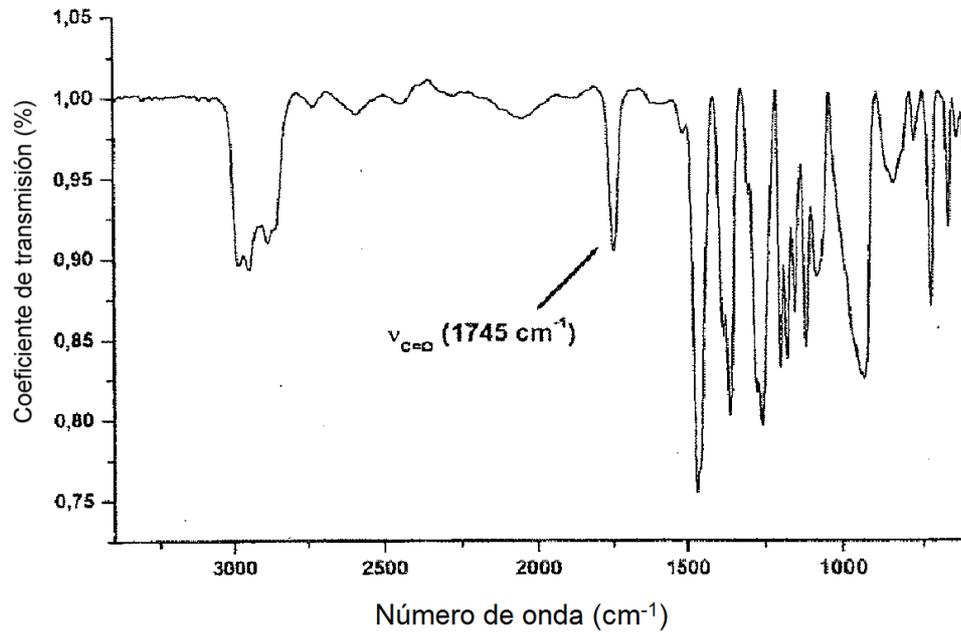


FIGURA 5