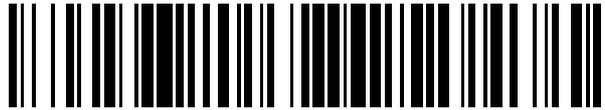


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 570 534**

51 Int. Cl.:

B26F 3/02 (2006.01)

B26F 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2014** **E 14003512 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.02.2016** **EP 2862685**

54 Título: **Procedimiento para separar materiales unidos por un material**

30 Prioridad:

18.10.2013 DE 102013017320

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

18.05.2016

73 Titular/es:

AIRBUS DEFENCE AND SPACE GMBH (100.0%)
Willy-Messerschmitt-Strasse 1
85521 Ottobrunn, DE

72 Inventor/es:

KURTOVIC, ANTE y
SÜSS, MANUELA

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 570 534 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 para separar materiales unidos por un material.

Campo de la invención

5 La invención se refiere a un procedimiento para separar las superficies de dos materiales unidos por un material según el preámbulo de la reivindicación 1, por ejemplo tal como se describe en el documento DE 26 48 342 A.

Antecedentes de la invención

10 Como es sabido, dos materiales, al menos uno de los cuales presenta una superficie nanoestructurada de poros abiertos, se pueden unir entre sí de forma extremadamente firme, ya que la nanoestructura de poros abiertos posibilita una adherencia extraordinaria de los materiales más diversos. En el estado actual de la técnica se han descrito múltiples procedimientos para producir una nanoestructura de este tipo de superficies mediante rayo láser, haz de electrones o haz de iones.

15 Sin embargo, si dos materiales así unidos se deben separar por cualquier motivo, se plantean problemas considerables. En la mayoría de los casos, la única posibilidad consistía en separar los materiales desgastando mecánicamente el segundo material que está unido con la superficie nanoestructurada de poros abiertos del primer material, si se trata de un revestimiento o estructura relativamente delgado, o serrando el material compuesto por la zona de unión.

El objetivo de la invención consistía en proporcionar un procedimiento más sencillo para separar los materiales así unidos.

Sumario de la invención

20 La invención se refiere a un procedimiento para separar las superficies de dos materiales unidos por un material, siendo al menos uno de ellos un material cuya superficie unida por el material tiene una nanoestructura de poros abiertos y un material inorgánico sólido, un material compuesto inorgánico/orgánico y/o un plástico sólido, caracterizándose el procedimiento porque la superficie nanoestructurada de poros abiertos y unida por un material se calienta a una temperatura que es al menos 150°C inferior a la temperatura de fusión del material inorgánico sólido, del material compuesto inorgánico/orgánico o al menos 50°C inferior a la temperatura de reblandecimiento del plástico sólido, hasta que la superficie originalmente nanoestructurada de poros abiertos ya no presenta una nanoestructura de poros abiertos, y después se separan las superficies de los dos materiales.

Breve descripción de las figuras

30 Fig. 1: muestra una ampliación x 30.000 de la superficie nanoestructurada por rayo láser con muchos poros abiertos de una muestra de TiAl6V4.
 Fig. 2: muestra una ampliación x 20.000 de la superficie de la muestra de TiAl6V4 de la Fig. 1 que ya no presenta poros abiertos porque ha sido reestructurada mediante un tratamiento térmico a 950°C.
 Fig. 3: muestra una ampliación x 30.000 de la superficie nanoestructurada por rayo láser con muchos poros abiertos de una muestra de Al 2024.
 35 Fig. 4: muestra una ampliación x 30.000 de la superficie de la muestra de Al 2024 de la Fig. 3 que ya no presenta poros abiertos porque ha sido reestructurada mediante un tratamiento térmico a 400°C.
 Fig. 5: muestra una ampliación x 30.000 de la superficie nanoestructurada por rayo láser con muchos poros abiertos de una muestra de acero V2A.
 Fig. 6: muestra una ampliación x 30.000 de la superficie de la muestra de acero V2A de la Fig. 5 que ya no presenta poros abiertos porque ha sido reestructurada mediante un tratamiento térmico a 800°C.
 40 Fig. 7: muestra una ampliación x 30.000 de la superficie nanoestructurada por rayo láser con muchos poros abiertos de una muestra de cerámica SiC reforzada con fibra de carbono (C/SiC).
 Fig. 8: muestra una ampliación x 30.000 de la superficie de la muestra de cerámica C/SiC de la Fig. 7 que ya no presenta poros abiertos porque ha sido reestructurada mediante un tratamiento térmico a 1.100°C.

45 Descripción detallada

Una nanoestructura de poros abiertos de una superficie de material permite que otro material unido con éste se pueda "endentar" fuertemente con el mismo, lo que conduce a una unión muy firme de los dos materiales que es difícil de separar.

50 Sorprendentemente se ha comprobado que un calentamiento de la superficie nanoestructurada de poros abiertos de un material a una temperatura considerablemente más baja que la temperatura de fusión o la temperatura de

reblandecimiento del material produce una reestructuración de la superficie, antes nanoestructurada de poros abiertos, donde ahora han desaparecido los poros abiertos y existen estructuras superficiales alisadas. De esta forma se elimina el "endentado" con un material unido con la superficie, de modo que éste se puede separar fácilmente de la misma.

5 De acuerdo con la invención, el material inorgánico sólido de la superficie del material con nanoestructura de poros abiertos, de la que se debe separar la segunda superficie de material, incluye preferentemente un metal, una aleación metálica, un calcogenuro metálico, una sal metálica, un compuesto de nitrógeno, fósforo, arsénico y/o antimonio que contiene metal, un semimetal o una aleación del mismo, una cerámica, un vidrio inorgánico, carbono, un material compuesto que contiene fibras inorgánicas y/o carbono no fibroso y/o nitruro de boro y que incluye una matriz de cerámica y/o de carbono, un material compuesto metal-cerámica, un material compuesto de un metal y/o una aleación metálica que incluye partículas y/o fibras conductoras del calor que contienen carbono y/o nitruro de boro y/o un material compuesto de un metal y/o una aleación metálica que incluye partículas y/o fibras conductoras del calor que contienen carbono y/o nitruro de boro y que está revestido al menos en parte con una capa de óxido. El material compuesto inorgánico/orgánico incluye preferentemente un material compuesto que contiene fibras orgánicas o inorgánicas/orgánicas y que incluye una matriz de cerámica y/o de carbono y/o un material compuesto que contiene fibras inorgánicas, orgánicas o inorgánicas/orgánicas y que incluye una matriz de plástico, incluyendo el plástico preferentemente un material termoplástico, un elastómero, un elastómero termoplástico, un material termoendurecible y/o un plástico que contiene silicio. El material de la superficie de estructura con poros abiertos también puede incluir una combinación de al menos dos de los materiales arriba mencionados.

20 El metal o la aleación metálica se puede seleccionar, por ejemplo, de entre hierro, aluminio, tantalio, magnesio, cobre, níquel o titanio o una aleación de los mismos, por ejemplo entre Ti-6Al-4V, titanio puro, Mg-4Al-1Zn, Ta-10W, Cu-OF, CuZn37, Al 2024 (Al-4.4Cu-1,5Mg-0,6Mn), acero V2A (X5CrNi18-10) e Inconel 718® (aleación de níquel altamente resistente al calor con Ni-19Cr-18Fe-5Nb-3Mo-0,05C (número de material 2.4668)).

25 Los calcogenuros metálicos (por tanto óxidos, sulfuros, seleniuros y telururos) pueden estar presentes en una capa muy delgada sobre el metal base o la aleación de metal base. Esto es aplicable en particular a las capas de óxido de pasivadoras.

Algo similar ocurre en el caso de los compuestos de nitrógeno, fósforo, arsénico y/o antimonio que contienen metal, en los que en particular las capas protectoras de nitruro metálico sobre el metal base o la aleación de metal base pueden ser muy delgadas.

30 Las sales metálicas pueden ser cualquiera de las sales metálicas conocidas, por ejemplo haluros, como cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos y otros aniones complejos y sales con cationes y/o aniones mixtos. Las superficies según la invención pueden incluir semimetales como berilio, boro y silicio, sus aleaciones consigo mismos o con metales y compuestos sólidos con metaloides.

35 La cerámica o la cerámica de la matriz de cerámica del material compuesto, con la que puede estar formado el material superficial según la invención, se puede seleccionar de entre todas las cerámicas conocidas. Entre éstas se encuentran las cerámicas de silicatos, cerámicas de óxidos, como óxido de aluminio, dióxido de silicio, óxido de aluminio-dióxido de silicio (mullita), SiOC, óxido de berilio, óxido de circonio (IV) y titanato de aluminio, y mezclas de las mismas, como Al₂O₃-SiO₂/SiOC, cerámicas no oxidicas, como carburo de silicio, carburo de wolframio, nitruro de silicio, nitruro de boro, nitruro de aluminio, SiCN y disiliciuro de molibdeno y cerámicas formadas por mezclas de las cerámicas arriba indicadas.

El material superficial cerámico según la invención también puede ser un revestimiento cerámico.

45 Otros materiales cerámicos (sin pretender una enumeración exhaustiva) que pueden ser utilizados en particular, pero no exclusivamente, como revestimientos son los carburos B₄C, TiC, TaC, HfC, ZrC, Cr₃C₂, Al₄C₃, MoC₂, NbC y VC, los nitruros TiN, CrN_{1-x}, CrN, Li₃N, TaN y ZrN, los siliciuros WSi₂ y ZrSi₂, los boruros ZrB₂, HfB₂, TiB₂, LaB₆, CrB, CrB₂, AlB₂, MgB₂ y SiB₆ y los óxidos CaO, MgO, ThO₂, TiO₂, P₂O₅, SiAlON, Y₂O₃, HfO₂, ZrO₂ y B₂O₃.

50 El plástico o el plástico de la matriz de plástico del material compuesto, con el que puede estar formado el material superficial según la invención, en general es un material termoplástico y mezclas de materiales termoplásticos, como polietileno, polipropileno, poliestireno, poliéster o poliéter éter cetona, o mezclas de los mismos, elastómeros, elastómeros termoplásticos y sus mezclas, como copolímeros en bloque de estireno y poliolefinas, y materiales termoendurecibles o sus mezclas, como baquelita, resinas de poliéster, resinas de poliuretano y resinas epóxido y sus mezclas, y también mezclas de los plásticos arriba mencionados. El plástico también puede ser un plástico con contenido en silicio, como una silicona.

El carbono o el carbono de la matriz de carbono del material compuesto, con el que puede estar formado el material superficial según la invención, en general es una variante de carbono dura, como carbono vítreo, carbono de tipo

diamante, grafito producido por pirólisis o carbono producido por deposición en fase de vapor o deposición química en fase de vapor (*vapor deposition* o *chemical vapor deposition*).

Los materiales compuestos que puede incluir el material superficial según la invención son materiales compuestos que contienen fibras (reforzados con fibras) con las matrices arriba mencionadas y también mezclas de los mismos.

- 5 Las fibras de material compuesto inorgánicas se pueden seleccionar de entre todas las fibras inorgánicas conocidas por los especialistas para su uso en materiales compuestos. Entre éstas se encuentran en particular fibras de carbono, fibras de vidrio y fibras cerámicas. Las fibras pueden ser cortas, largas o continuas, y pueden estar agrupadas formando *rovings* (multifilamentos).

- 10 Fibras cerámicas especialmente preferentes se basan en fibras de filamentos de cerámica de óxido, en particular fibras de Al_2O_3 o Al_2O_3/SiO_2 (mullita) y/o fibras de filamentos de cerámica no de óxido, en particular tipos de fibras de SiC, SiCN y SiBNC.

Fibras de material compuesto orgánico preferentes son fibras de aramida. No obstante, también se pueden utilizar otras fibras de polímeros artificiales y naturales.

- 15 Con frecuencia, las fibras de los materiales compuestos reforzados con fibras están revestidas para asegurar una interacción interfaz fibra-matriz débil. En general, esto es necesario para un buen comportamiento mecánico y para la protección de las fibras. Los revestimientos de este tipo se pueden seleccionar, por ejemplo, de entre carbono pirolítico, SiC, $LaPO_4$, $CePO_4$, $CaWO_4$, ZrO_2 , mullita, Al_2O_3 , magnetoplumbita, estructuras de α -aluminato, $LaAl_{11}O_{18}$, $CaAl_{12}O_{19}$, $BaMg_2Al_{16}O_{27}$, $KMg_2Al_{15}O_{25}$, hexa-aluminato de lantano y calcio, hexaluminato, compuestos organometálicos o mezclas y/o productos multicapa de los mismos. Cuando las fibras revestidas contienen tanto componentes inorgánicos como componentes orgánicos, se denominan aquí "fibras inorgánicas/orgánicas".
- 20

Los materiales compuestos reforzados con fibras también pueden contener materiales de carga adicionales inertes o pasivos, por ejemplo polvo cerámico que no está unido con la matriz de cerámica, si se utiliza.

- 25 Por materiales compuestos que contienen carbono no fibroso y/o nitruro de boro con matriz de cerámica, plástico o carbono, con los que puede estar formado el material superficial según la invención, se entienden matrices de cerámica o carbono que están provistas de partículas de tipo carbono, excepto fibras de carbono. Entre estas partículas que contienen carbono se encuentran en particular partículas de tipo grafito, nanotúbulos de carbono, fulerenos y partículas de tipo diamante. En el caso del nitruro de boro se trata preferentemente de partículas de nitruro de boro cúbico.

- 30 Otro material compuesto que puede incluir el material superficial consiste en metales y/o aleaciones metálicas que pueden incluir partículas y/o fibras conductoras del calor que contienen carbono y/o nitruro de boro y que pueden estar revestidas al menos en parte con una capa de óxido. Estas fibras y partículas pueden ser, en particular, fibras de carbono, partículas de tipo grafito, nanotúbulos de carbono, partículas de tipo diamante, fibras de nitruro de boro y partículas de nitruro de boro cúbico.

- 35 El material superficial también puede incluir cerámicas modificadas con metal, es decir, materiales compuestos metal-cerámica.

Como ya se ha mencionado en la introducción, los especialistas conocen procedimientos para aplicar una nanoestructura de poros abiertos sobre estos materiales superficiales. Dichos procedimientos incluyen explorar la superficie con un rayo láser pulsado o también con un haz de electrones o haz de iones bajo determinadas condiciones de procedimiento.

- 40 El material de la superficie del segundo material se puede seleccionar independientemente de entre los mismos materiales anteriormente mencionados como materiales para la superficie nanoestructurada de poros abiertos del primer material.

En caso dado, la superficie del segundo material también puede estar provista en este caso de una nanoestructura de poros abiertos.

- 45 Alternativamente, el segundo material (y por consiguiente también su superficie unida por material) se puede seleccionar de entre materiales diferentes a los materiales arriba descritos. Por ejemplo, se puede tratar de un revestimiento que incluye una laca, un agente sellante, una soldadura, un revestimiento protector contra acciones mecánicas, químicas o térmicas, para repeler la suciedad o para reducir la adherencia, cemento óseo o un material biológico.

5 En caso dado, entre las dos superficies de los dos materiales unidas por un material se puede encontrar una capa de adhesivo, generalmente muy delgada, o una capa de agente adherente. El agente adherente puede ser, por ejemplo, un agente adherente de silano, un titanato, como tetraisopropilato de titanio o acetilacetato de titanio, un circonato, como tetrabutolato de circonio, un aluminato de circonio, un tiazol, un triazol, como 1H-benzotriazol, un fosfonato o un sulfonato.

10 Tal como se ha mencionado en la introducción, sorprendentemente se ha comprobado que la temperatura a la que ya se produce una reestructuración de la superficie nanoestructurada de poros abiertos es considerablemente más baja que el punto de fusión o el punto de reblandecimiento del material superficial. En general, en el caso de los materiales inorgánicos y los materiales compuestos, la temperatura es al menos 150°C más baja que el punto de fusión, pero puede ser considerablemente más baja, por ejemplo entre al menos 200°C y unos cientos de grados centígrados más baja que la temperatura de fusión, tal como muestran los ejemplos. En el caso de los plásticos, la temperatura necesaria es en general al menos 50°C más baja, con frecuencia 80°C más baja, que el punto de reblandecimiento del plástico. La temperatura necesaria depende también de la duración del calentamiento, de modo que resulta un intervalo de temperaturas en el que puede tener lugar la reestructuración de la superficie.

15 La temperatura necesaria para la reestructuración se puede reducir todavía más mediante la aplicación adicional de presión sobre las superficies unidas.

20 La duración del calentamiento hasta la desaparición total de los poros abiertos de la nanoestructura depende principalmente del material superficial y de la temperatura realmente aplicada (las temperaturas más bajas requieren para el mismo material una mayor duración del calentamiento). En general, la temperatura se elegirá de modo que una duración de calentamiento entre aproximadamente 3 y aproximadamente 30 minutos sea suficiente.

También se ha de señalar que, después del tratamiento térmico según la invención, los poros abiertos han desaparecido y hay estructuras superficiales alisadas, pero éstas todavía pueden presentar perfectamente dimensiones del orden de nanómetros.

25 El calentamiento de la(s) superficie(s) nanoestructurada(s) de poros abiertos puede llevarse a cabo mediante cualquier método conocido por los especialistas teniendo en cuenta el material compuesto especial. A continuación se dan algunos ejemplos de ello.

Los materiales compuestos pequeños se pueden introducir sencillamente en un horno con la temperatura necesaria, por ejemplo.

30 Los materiales superficiales conductores eléctricos pueden ser muy ventajosos, ya que se pueden llevar a la temperatura necesaria muy rápidamente y mantener a la misma mediante calefacción por inducción.

En particular cuando uno de los dos materiales es un revestimiento relativamente delgado, la superficie nanoestructurada de poros abiertos se puede calentar a través del revestimiento con un rayo láser, un haz de electrones o un haz de iones, o con radiación infrarroja. Alternativamente, en caso dado esto también se puede llevar a cabo desde la cara posterior de la superficie.

35 La superficie se puede calentar y someter a presión simultáneamente mediante un prensado isostático en caliente de todo el material compuesto.

40 Otra posibilidad para calentar la superficie es perforar con taladradoras pequeñas o rayos láser unos canales finos hasta la superficie nanoestructurada y calentar ésta mediante la introducción de un fluido caliente. Como fluidos se pueden utilizar de forma particularmente adecuada agua desionizada caliente, vapor de agua caliente y aire caliente con una humedad relativa de al menos un 40%.

45 Cuando la superficie nanoestructurada de poros abiertos se ha alisado, los materiales que antes estaban firmemente unidos a ella se pueden separar fácilmente de forma mecánica. Los revestimientos como lacas u otros tipos de recubrimiento se desprenden generalmente por sí mismos. Las capas de adhesivo y los segundos materiales unidos a éstas también se pueden desprender fácilmente. Incluso cuando las superficies de los dos materiales han presentado nanoestructuras con poros abiertos y los materiales han estado unidos y "endentados" entre sí mediante prensado directo, dichas superficies se pueden separar fácilmente después del alisado de las dos superficies por calentamiento.

50 Los restos que eventualmente puedan quedar, por ejemplo de laca, adhesivo o agente adherente, se pueden eliminar fácilmente con disolventes adecuados, dado que ya no se encuentran en lugares difícilmente accesibles dentro de poros abiertos.

Los siguientes ejemplos ilustran adicionalmente la invención.

Ejemplos

Ejemplo 1

Un componente de TiAl6V4 se había dotado de una superficie de muchos poros abiertos por radiación láser (véase la Figura 1).

- 5 El componente se calentó durante aproximadamente 65 minutos en un horno a una temperatura de aproximadamente 950°C y esta temperatura se mantuvo durante aproximadamente 20 minutos. Después, la superficie estaba reestructurada y alisada y ya no presentaba ningún poro abierto (véase la Fig. 2).

Ejemplo 2

- 10 En este ejemplo, las superficies de dos componentes de Al 2024 se dotaron de nanoestructuras de poros abiertos mediante rayo láser (véase la Fig. 3) y después se pegaron. Luego se perforaron en los dos componentes unos canales finos hasta llegar por debajo de las superficies y se inyectó vapor de agua caliente a 400°C durante aproximadamente 5 minutos. Después, las superficies se habían reestructurado y alisado y ya no presentaban ningún poro abierto (véase la Fig. 4), a consecuencia de lo cual los dos componentes se pudieron separar fácilmente, ya que el adhesivo de las dos superficies alisadas se pudo desprender sin más.
- 15

Ejemplo 3

Un componente de acero V2A se había dotado de una superficie con muchos poros abiertos mediante radiación láser (véase la Fig. 5).

- 20 El componente se calentó durante aproximadamente 5 minutos a una temperatura de aproximadamente 800°C con ayuda de una calefacción por inducción y esta temperatura se mantuvo durante aproximadamente 5 minutos. Después, la superficie estaba reestructurada y presentaba estructuras aciculares con superficie lisa y sin poros abiertos (véase la Fig. 6).

Ejemplo 4

- 25 Un componente de cerámica SiC reforzada con fibra de carbono (C/SiC) se había dotado de una superficie con muchos poros abiertos mediante radiación láser (véase la Fig. 7). El componente se calentó durante aproximadamente 90 minutos en un horno a una temperatura de aproximadamente 1.100°C y esta temperatura se mantuvo durante aproximadamente 15 minutos. Después, la superficie estaba reestructurada y alisada y ya no presentaba ningún poro abierto (véase la Fig. 8).

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para separar superficies de dos materiales unidos por un material, de los cuales al menos uno es un material cuya superficie unida por material presenta una nanoestructura de poros abiertos y un material inorgánico sólido, un material compuesto inorgánico/orgánico y/o un plástico sólido, caracterizado porque la superficie nanoestructurada de poros abiertos y unida por material se calienta a una temperatura que es al menos 150°C más baja que la temperatura de fusión del material inorgánico sólido del material compuesto inorgánico/orgánico o al menos 50°C más baja que la temperatura de reblandecimiento del plástico sólido, hasta que la superficie originalmente nanoestructurada de poros abiertos ya no presenta ninguna nanoestructura con poros abiertos, y después se separan las superficies de los dos materiales.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el material inorgánico sólido incluye un metal, una aleación metálica, un calcogenuro metálico, una sal metálica, un compuesto de nitrógeno, fósforo, arsénico y/o antimonio que contiene metal, un semimetal o una aleación del mismo, una cerámica, un vidrio inorgánico, carbono, un material compuesto que contiene fibras inorgánicas y/o carbono no fibroso y/o nitruro de boro y que incluye una matriz de cerámica y/o de carbono, un material compuesto metal-cerámica, un material compuesto de un metal y/o una aleación metálica que incluye partículas y/o fibras conductoras del calor que contienen carbono y/o nitruro de boro y/o un material compuesto de un metal y/o una aleación metálica que incluye partículas y/o fibras conductoras del calor que contienen carbono y/o nitruro de boro y que está revestido al menos en parte con una capa de óxido, el material compuesto inorgánico/orgánico incluye un material compuesto que contiene fibras orgánicas o inorgánicas/orgánicas y que incluye una matriz de cerámica y/o de carbono y/o un material compuesto que contiene fibras inorgánicas, orgánicas o inorgánicas/orgánicas y que incluye una matriz de plástico, y el plástico incluye un material termoplástico, un elastómero, un elastómero termoplástico, un material termoendurecible y/o un plástico que contiene silicio.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la superficie de los dos materiales incluye en cada caso independientemente un material inorgánico sólido, un material compuesto inorgánico/orgánico o un plástico sólido, presentando solo una superficie una nanoestructura de poros abiertos.
4. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la superficie de los dos materiales incluye en cada caso independientemente un material inorgánico sólido, un material compuesto inorgánico/orgánico o un plástico sólido, presentando las dos superficies una nanoestructura de poros abiertos.
5. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque el segundo material es un revestimiento que incluye una laca, un agente sellante, una soldadura, un revestimiento protector contra acciones mecánicas, químicas o térmicas, para repeler la suciedad o para reducir la adherencia, cemento óseo o un material biológico.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque entre las dos superficies unidas por material existe una capa de adhesivo o de un agente adherente.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque las dos superficies unidas por material están unidas directamente entre sí.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la(s) superficie(s) nanoestructurada(s) de poros abiertos y unida(s) por material se calienta(n) a una temperatura que es al menos 200°C más baja que la temperatura de fusión del material inorgánico sólido, del material compuesto inorgánico/orgánico o al menos 80°C más baja que la temperatura de reblandecimiento del plástico sólido.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el calentamiento de la(s) superficie(s) se lleva a cabo calentando en un horno los dos materiales cuyas superficies están unidas por un material.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el calentamiento de la(s) superficie(s) se realiza por calefacción por inducción.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el calentamiento de la(s) superficie(s) se realiza con un rayo láser, un haz de electrones o un haz de iones, o con radiación infrarroja.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el calentamiento de la(s) superficie(s) se realiza mediante la introducción de un fluido caliente a través de canales perforados en la pieza de trabajo hasta la superficie.

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el fluido es agua caliente, vapor de agua caliente o aire caliente con una humedad relativa de al menos un 40%.
14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque la separación se lleva a cabo mecánicamente levantando uno de los materiales o tirando de los dos materiales en sentidos opuestos.
- 5 15. Procedimiento según la reivindicación 14, caracterizado porque, después de la separación, al menos una de las superficies anteriormente unidas de las piezas de trabajo separadas se somete a un tratamiento con un disolvente.

FIG 1

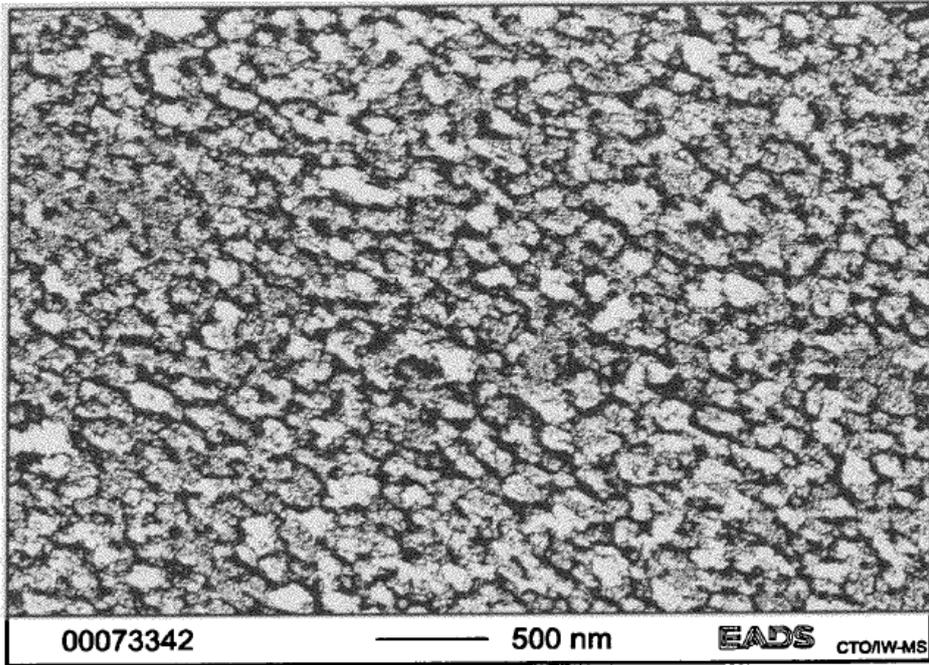


FIG 2

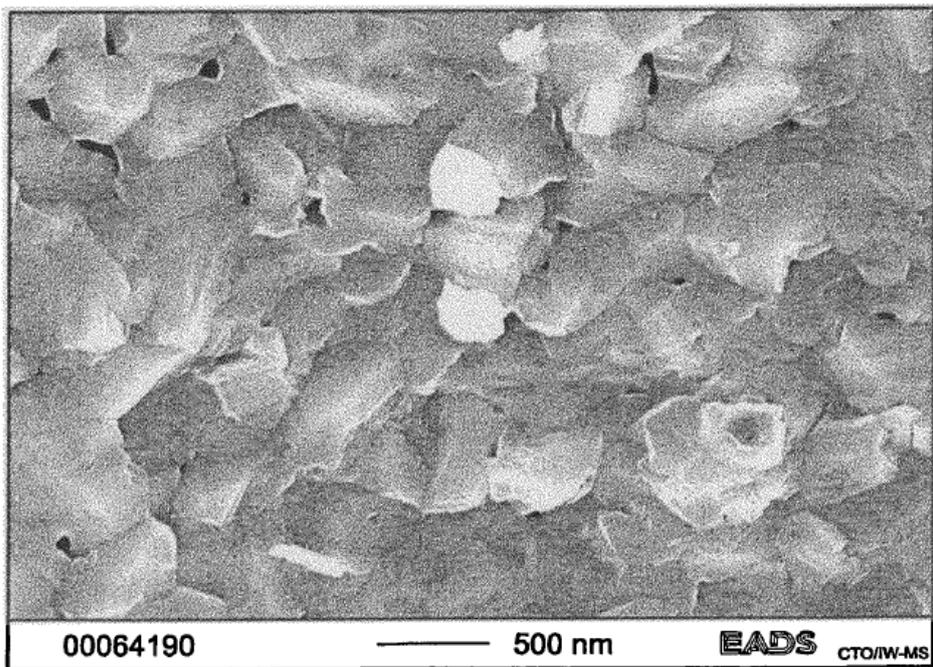


FIG 3

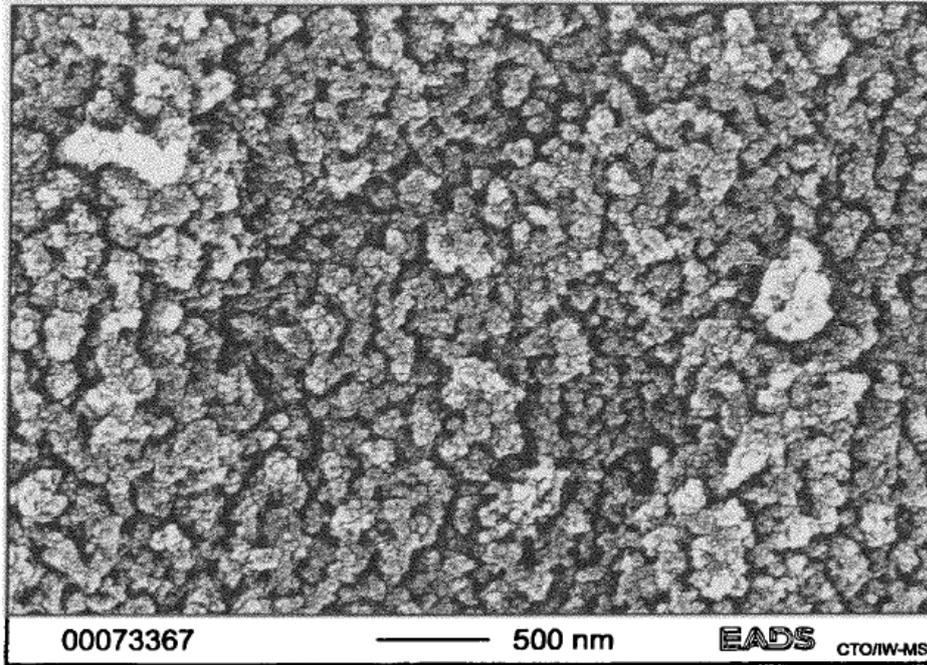


FIG 4

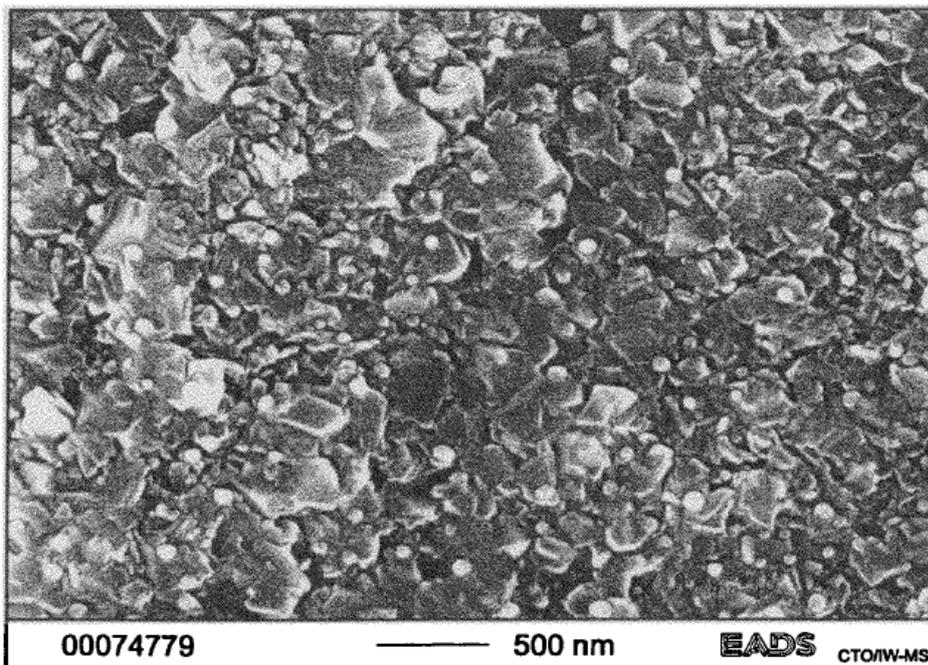


FIG 5

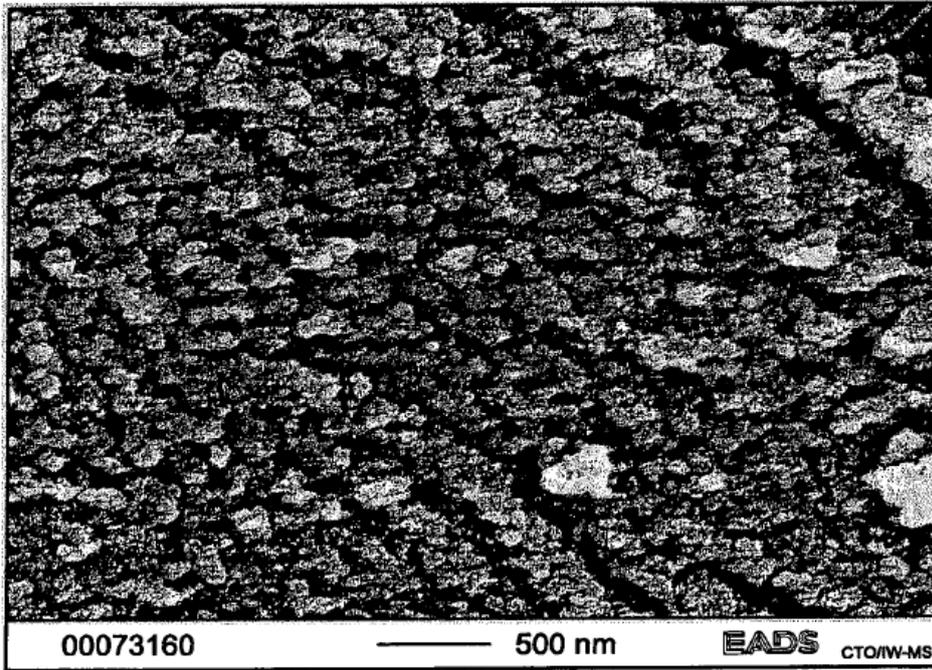


FIG 6

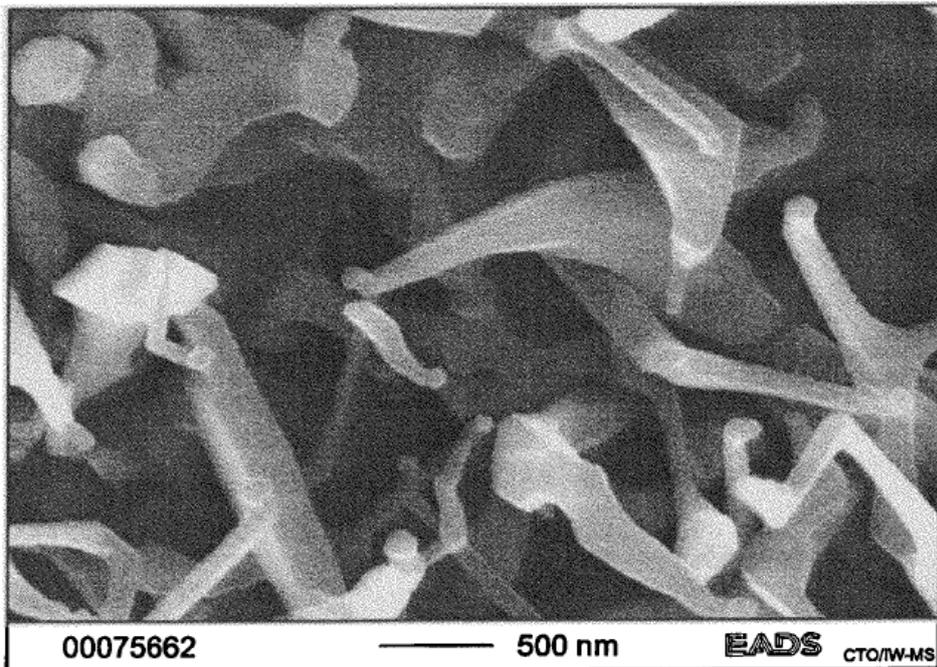


FIG 7

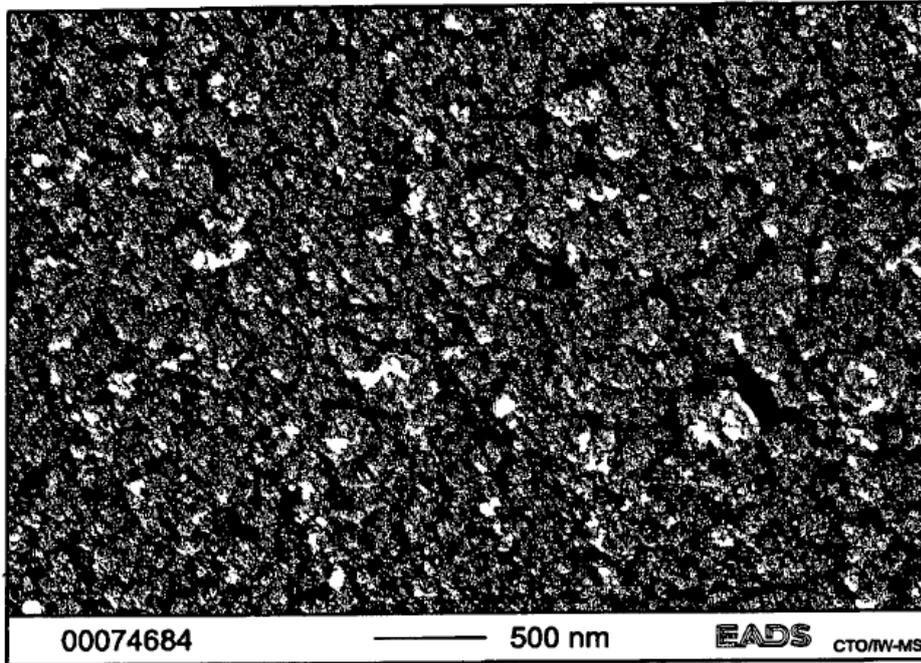


FIG 8

