

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 726**

51 Int. Cl.:
H01L 23/427 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **02392016 .8**
96 Fecha de presentación: **28.08.2002**
97 Número de publicación de la solicitud: **1296373**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.03.2003**

54 Título: **CONJUNTO MICROELECTRÓNICO AVANZADO DE DISIPACIÓN DE CALOR Y MÉTODO PARA SU FABRICACIÓN.**

30 Prioridad:
28.08.2001 US 315306 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.01.2012

73 Titular/es:
**Advanced Materials Technologies Pte. Ltd.
3 Tuas Lane
Singapore 638612, SG**

72 Inventor/es:
**German, Randall M.;
Tan, Lye-King y
Johnson, John**

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

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).

ES 2 371 726 T3

DESCRIPCIÓN

Conjunto microelectrónico avanzado de disipación de calor y método para su fabricación.

Campo técnico

5 El invento se refiere al campo general de la microelectrónica con una referencia particular al encapsulado y a la disipación de calor.

Técnica anterior

10 A medida que el mundo avanza hacia unas comunicaciones y unos sistemas de procesamiento de datos más eficientes los dispositivos microelectrónicos se encuentran con barreras básicas relacionadas con la disipación de calor. Las opciones que se exploran incluyen los diseños activos y pasivos de encapsulado. Los diseños activos requieren ventiladores o bombas para hacer circular los fluidos para la extracción de calor, que a menudo implican la generación de calor, el uso de energía, y nuevos modos de fallo. La alternativa es centrarse en diseños pasivos tales como aletas para radiar calor al interior del recinto.

15 Para la disipación de calor son convenientes los materiales con una alta conductividad térmica, y los actualmente favoritos son el tungsteno-cobre, el molibdeno-cobre, y el aluminio o el cobre. Estos últimos adolecen de unos coeficientes de dilatación térmica elevados que provocan un nuevo mecanismo de fallo mediante la fatiga térmica, asociado con la conexión (calentamiento) y desconexión (enfriamiento) de un dispositivo electrónico. Con el fin de mantener el equilibrio de expansión térmica deseada con silicio a la vez que se maximiza la conductividad térmica los materiales superiores tienden entonces a ser pesados, caros, y con una conductividad térmica modesta. Solamente el diamante proporciona una alta conductividad térmica con una baja expansión térmica, pero su coste es prohibitivo.

20 En los últimos años se han hecho avances en el diseño de una funcionalidad mejorada en una estructura mediante la combinación de dos materiales diferentes usando un proceso denominado de moldeo por inyección de dos materiales granulares. Este paso hacia la funcionalidad directamente incorporado en un dispositivo tiene unas ventajas potenciales en los encapsulados microelectrónicos. Las paredes podrían ser fabricadas a partir de un material con una baja dilatación térmica, tal como cobre-tungsteno. Sin embargo, incluso estas combinaciones de dos materiales están limitadas por la conductividad térmica de la base. Actualmente, el tungsteno-cobre es capaz de conducciones térmicas del orden de 200 W/m/K. Ésta es todavía la mitad de la posible con el cobre puro, pero de nuevo, tampoco satisface las exigencias de dilatación térmica. Observamos que el diamante puede conseguir los 2.000 W/m/K.

30 Como se verá más claro posteriormente, el presente invento del moldeo por inyección de dos materiales granulares para aplicar un enfoque diferente a este problema. Este proceso ha sido descrito en la Solicitud N° 09/733.527 12/11/00 "Método para formar componentes de varios materiales". Dicho brevemente, este proceso muestra cómo se puede usar el moldeo por inyección de un material granular para formar un cuerpo continuo con varias piezas, cada una de ellas con unas propiedades físicas diferentes tales como las características magnéticas o la dureza. 35 Esto se consigue mediante un control cuidadoso de los coeficientes de contracción relativa de estas diferentes piezas. Además, se ha tenido cuidado en asegurar que solamente ciertas propiedades físicas seleccionadas les está permitido diferir entre las piezas mientras que otras pueden ser alteradas mediante cambios relativamente pequeños en la composición de las materias primas usadas.

Se realizó una búsqueda rutinaria de la técnica anterior que encontró de interés las siguientes Patentes de EEUU:

40 6.410.982 (Brownell y otros); 6.321.452 (Lin); 6.385.044 (Colbert y otros); 6.370.749 (Tseng y otros); 6.309.191 (Henne y otros); 6.293.333 (Ponnapan y otros); 6.230.407 (Akutsu); y 6.070.654 (Ito).

Adicionalmente, se descubrieron los siguientes trabajos publicados durante nuestra búsqueda:

1. B.R. Babin, G.P. Peterson, y D. Wu, "Modelización y ensayo en estado estacionario de un microtubo de disipación de calor", *Journal of Heat Transfer*, vol 112, agosto 1990, pp 595-601.
- 45 2. J.P. Longtin, B. Badran, y F.M. Gerner "Modelo unidimensional de un microtubo de disipación de calor durante el funcionamiento en estado estacionario", *Journal of Heat Transfer*, vol 116, agosto 1994, pp 709-715.
3. L.W. Swanson, "Tubos de disipación de calor", *The CRC Handbook of Thermal Engineering*, F. Kreith (ed) CRC Press, NY, 2000, pp 4.914-4.429.

50 El documento WO 00/70288 A (THERMAL CORP) expone un tubo de disipación de calor que tiene agujeros de montaje a través de él.

Resumen del invento

El presente invento está definido por un proceso de fabricación de acuerdo con la reivindicación 1.

Ha sido un objeto de al menos una realización del presente invento proporcionar un tubo de disipación de calor que pueda ser producido de forma barata y fácilmente miniaturizado.

- 5 Otro objeto de al menos una realización del presente invento ha sido que dicho tubo de disipación de calor forme parte fácilmente de un conjunto adecuado para alojar y eliminar fácilmente el calor generado por una pastilla de semiconductores.

Otro objeto más de al menos una realización del presente invento ha sido proporcionar un proceso para la fabricación de dicho tubo de disipación de calor.

- 10 Otro objeto adicional de al menos una realización del presente invento ha sido proporcionar un proceso para la fabricación de dicho conjunto de pastillas.

Estos objetos se han conseguido mediante la colocación de un tubo de disipación de calor integrado directamente debajo de la pastilla. Mediante el moldeo por inyección de un material granular la parte inferior del conjunto se forma primeramente como una pieza verde inicial que incluye una o más cavidades. Esta última, si sus dimensiones superan aproximadamente las 1.000 micras, son después rellenadas con una materia prima que está diseñada para producir un revestimiento de material poroso después del aglutinamiento. Las cavidades con dimensiones menores de aproximadamente 1.000 micras pueden dejarse sin rellenar. Después del aglutinamiento se introduce un fluido de trabajo en el interior de las cavidades y después es sellado, formando de este modo uno o más tubos de disipación de calor situados directamente debajo de la pastilla. Esta última se sella dentro de un recinto. Durante el funcionamiento el calor generado por la pastilla se transfiere de forma eficiente a puntos fuera del recinto. Se describe un proceso para fabricar la estructura.

Descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en planta de la estructura del presente invento.

Las Figuras 2 y 3 son secciones rectas a través de dos planos diferentes de la estructura vista en la Figura 1.

- 25 La Figura 4 es una representación isométrica de las Figuras 1, 2, y 3.

La Figura 5 es un diagrama de flujos que resume los pasos principales del proceso del presente invento.

Descripción de las realizaciones preferidas

- El presente invento expone un diseño funcional novedoso que es un material basado en una porosidad selectiva integrada en lugares deseados en un conjunto microelectrónico. Éste se coloca directamente en el conjunto microelectrónico debajo de la pastilla de semiconductores para conseguir la máxima disipación de calor. El objeto de la porosidad selectiva es permitir llevar el fluido de trabajo condensado, tal como alcohol o agua, desde una zona fría de vuelta a una zona caliente. La fase líquida se evapora de la zona caliente, lo que hace que se consuma la entalpía (contenido de calor) de evaporación. El vapor ahora va a través de un canal hacia una zona fría en donde vuelve a depositar la entalpía mediante condensación. Tal comportamiento es bien conocido ya que la tecnología de los tubos de disipación de calor tales como los tubos de disipación de calor que se usan en estructuras para el transporte de calor mediante evaporación y condensación de un fluido de trabajo en un tubo poroso o mecha. Los tubos de disipación de calor pueden entregar de 50.000 a 200.000 W/m/K en conductividad térmica equivalente.

- Las estructuras del tipo antes descrito son relativamente caras y no son demasiado apropiadas para su incorporación en un esquema de encapsulado. El presente invento nos muestra cómo se puede aplicar la tecnología del moldeo por inyección de dos materiales granulares a la fabricación de conjuntos microelectrónicos de alta disipación de calor. Esto se consigue mediante un primer moldeo por inyección del alojamiento con cavidades situadas en los lugares apropiados. Un medio para conseguir este fin sería el uso de un material protector insertado en el molde, aunque un medio preferido es el uso de una tecnología de moldeo de inyección de material en polvo de dos colores ya conocida por AMT.

- 45 En este último caso unos insertos muy mecanizados forman el patrón de enfriamiento durante el primer moldeo. En el segundo paso de moldeo por inyección se inyecta una materia prima pulverulenta de baja densidad de encapsulado moldeada en el patrón del tubo de disipación de calor situado en el conjunto general. El control de la porosidad así como el tamaño de los poros es posible mediante la selección del tamaño apropiado del metal en polvo y la relación del polvo con el polímero. Se puede conseguir un control adicional mediante la inclusión de partículas de protección en la materia prima. El último método proporciona un control preciso sobre el tamaño de los poros y la porosidad independientemente del tamaño de las partículas de metal ya que la concentración y el tamaño de las partículas de protección son controlados independientemente durante la dosificación de la materia prima.

Después del segundo paso en el moldeo por inyección el componente es sometido a ciclos normales de desaglomeramiento y de aglutinamiento. Después del aglutinamiento las zonas del segundo material estarán aglutinadas de forma incompleta dejando tras sí la porosidad y los poros deseados para la eventual creación de unos tubos de disipación de calor de una alta conductividad térmica. A continuación se coloca en los poros un fluido de trabajo y los canales de los poros son sellados por soldadura con estaño, taponamiento u otros medios mecánicos o normalizados. Como los tubos disipan 100 veces más calor que el diamante, los conjuntos microelectrónicos resultantes pueden exceder en mucho lo obtenido con los actuales diseños.

El enfoque adoptado por el presente invento permite la fabricación de patrones más complicados que incluyen los pasajes de enfriamiento curvados y conformados. Adicionalmente, el presente invento permite la fabricación de dispositivos ligeros a partir de aluminio u otros materiales de baja densidad para dispositivos portátiles tales como teléfonos celulares y ordenadores portátiles.

Describiremos el presente invento con respecto a un proceso para su fabricación. Esta descripción clarificará además la estructura del presente invento. Con referencia ahora a la Figura 1, se muestra en ella una vista en planta de la estructura. Sus piezas principales son un cuerpo macizo 11 dentro del cual hay cavidades tales como 12. Estas cavidades han sido revestidas con un material poroso 15 que está saturado con un fluido de trabajo. Las partes no rellenas de las cavidades son canales de vapor abiertos.

El proceso de fabricación comienza con la preparación de una materia prima compuesta por partículas del material del que el cuerpo sólido 11 va a ser construido, así como un aglomerante adecuado (y posiblemente, para algunos materiales, un agente fundente). Entre los materiales adecuados para estas partículas están, pero no están limitados a, cobre, aluminio, tungsteno, tungsteno-cobre, kovar, acero inoxidable, o aleaciones de níquel. Las partículas son cuidadosamente elegidas por su capacidad de aglutinarse hasta una densidad próxima al 100% de la densidad teórica de los materiales. Generalmente, esto requiere un tamaño medio de las partículas menor de 30 μm , aunque depende del material. Por ejemplo, los materiales con base en el tungsteno generalmente requieren un tamaño medio de partículas menor de 5 μm . Entre los materiales aglomerantes adecuados están las combinaciones de ceras, polímeros orgánicos, y agentes activos de superficie tales como el ácido esteárico. Estos aglomerantes son mezclados y las partículas son dispersadas uniformemente en ellos. Típicamente, las partículas componen el 50-65% del volumen total de la materia prima mientras que el aglomerante compone el resto.

Antes de la inyección de la materia prima se añaden los insertos al molde. Éstos tienen la forma de las cavidades 12 que van a ser formadas y se colocan en lugares apropiados. En esta fase las cavidades siempre tendrán al menos un extremo abierto aunque los diseños más complicados pueden requerir dos o más extremos abiertos por cavidad. Típicamente, una única cavidad recta como la ejemplificada en 12 en las figuras podría tener entre aproximadamente 2 y 8 mm de anchura, 2 y 5 mm de profundidad, y entre 12 y 60 mm de longitud. Los insertos pueden estar hechos de materiales de protección tales como polímeros orgánicos, entre los que están el polietileno, el polipropileno, y el poliestireno, de forma que la cavidad se forme cuando sean eliminados por licuefacción, vaporización, o acción química, o pueden estar rellenos de materiales tales como el bronce, el acero, o el óxido de aluminio, que permiten ser retirados intactos para una posterior reutilización. El último tipo de inserto es el preferido por razones económicas a menos que la forma de la cavidad sea tal que el inserto no pueda ser retirado sin cambiar la forma de la cavidad. Con la materia prima calentada y el o los insertos en su sitio se produce el moldeo, lo que da lugar a la formación del cuerpo verde inicial.

Las cavidades con dimensiones mayores de aproximadamente 1.000 μm en el cuerpo verde se llenan ahora parcialmente con una segunda materia prima que ha sido previamente preparada a partir de partículas que tienen un diámetro medio comprendido entre aproximadamente 40 y 200 μm , uniformemente dispersas dentro de un aglomerante adecuado. Entre los materiales apropiados para estas partículas están, pero no están limitados a, cobre, aluminio, tungsteno, tungsteno-cobre, kovar, acero inoxidable, o aleaciones de níquel. El mayor tamaño de las partículas asegura aquí que el material que se obtenga tras la aglutinación sea poroso. Un grado adicional de control del tamaño de los poros se conseguirá añadiendo a la segunda materia prima partículas de un material de protección tal como el grafito, el cual evacua la estructura durante la aglutinación, dejando huecos tras él. Típicamente, la fracción de volumen de las partículas no protectoras en la mezcla es el 30-40 por ciento del volumen total de la materia prima.

Antes de la inyección de la segunda materia prima se añade un segundo conjunto de insertos al cuerpo verde. Éstos tienen la forma de los canales de vapor dentro de las cavidades 12 que han de dejarse abiertas. Pueden ser rellenas con los mismos tipos de materiales protectores o reutilizables como el primer conjunto de insertos. Con la segunda materia prima calentada y el cuerpo verde inicial con el o los insertos en su sitio, se produce un segundo moldeo por presión, lo que da lugar a la formación del cuerpo verde final. Las cavidades con dimensiones menores de aproximadamente 1.000 μm pueden dejarse sin rellenar.

El proceso continúa ahora con la rutina de la retirada de todos los materiales aglomerantes del cuerpo verde final, lo que da lugar a la formación de una estructura de esqueleto. Esta última es después aglutinada para formar el cuerpo final. El paso de aglutinación consiste en calentar a una temperatura y durante un espacio de tiempo y en una atmósfera que depende de la composición del cuerpo. Por ejemplo, un cuerpo de cobre es aglutinado a una

temperatura de entre aproximadamente 900 y 1.070° C durante entre 5 y 120 minutos en una atmósfera de hidrógeno. Adviértase que una característica importante del proceso (aunque no forma parte del presente invento) es el control de la naturaleza y de la concentración de los diversos aglomerantes usados para formar las materias primas a fin de asegurar que partes porosas y densas de la estructura se contraigan en la misma proporción durante la aglutinación.

El siguiente paso es la introducción de un fluido de trabajo en la cavidad de forma que pueda funcionar como una mecha. El fluido de trabajo debe tener un punto triple por debajo de su temperatura operativa y un punto crítico por encima de su temperatura operativa. Típicamente, el fluido de trabajo tendrá un punto triple inferior a 20° C y un punto crítico superior a 100° C. Ejemplos de líquidos adecuados para uso como un fluido de trabajo son, pero no están limitados a, agua, amoníaco, acetona, y alcohol. El fluido de trabajo ocupa un volumen suficiente para saturar la mecha. Esto se realiza evacuando primeramente la cavidad en vacío, cargando la cavidad con el fluido, después sellando todos los extremos abiertos con tapones 13, formando de este modo el tubo disipador de calor. Entre las posibles formas de sellar las cavidades están, pero no están limitadas a, rellenar con resina epoxi, soldadura, doblado, soldadura con estaño, y encaje a presión.

A continuación se forma el recinto 14 en la superficie superior del cuerpo 11. Esto se ve mejor en la Figura 2 que es una sección recta realizada a través de 2-2 en la Figura 1. El recinto 14 es situado directamente sobre uno o más de los tubos de disipación de calor. La sección recta 3-3 puede ser vista en la Figura 3, que también muestra la dirección del flujo de calor. Comenzando en el punto caliente 31 (generalmente el lado inferior de una pastilla) el calor se transfiere por conducción a través del cuerpo sólido 11 a la mecha porosa 32 en donde hace que el fluido de trabajo se evapore y se expanda a lo largo del espacio de vapor en las direcciones 33 llevando el calor con él. Una vez que el vapor caliente pasa por fuera de la esfera de influencia del punto caliente 31 se condensa de nuevo en forma de líquido, tal como está simbolizado por las flechas 34. A medida que ahí se forma una concentración de líquido, las fuerzas capilares lo extraen a través de la mecha porosa 32 hacia el punto caliente 31 en donde el ciclo puede comenzar de nuevo.

El proceso concluye con el paso de montaje de la pastilla en la cara superior del cuerpo 11 usando un medio de alta conductividad térmica, tal como epoxi rellena de plata, seguido por el sellado del recinto 12 (con la pastilla dentro de él). Opcionalmente, se puede sellar dentro 14 un material de alta conductividad tal como helio junto con la pastilla. La Figura 4 es una vista isométrica de la estructura que muestra una pastilla 41 en su sitio dentro del recinto 14. No se muestran en la Figura 14 las almohadillas de contacto formadas dentro del recinto 14 para recibir la pastilla 41, junto con los cables conectados a las almohadillas de contacto que se extienden alejándose de la pastilla para terminar fuera del recinto.

Ejemplo

Un cobre granulado con una pureza del 99,85% con un tamaño medio de partículas de 15 µm se mezcla con un aglomerante orgánico compuesto por cera de parafina, acera microgranulada, polietileno, y ácido esteárico para formar una primera materia prima. Dicho cobre granulado de partículas de 15 µm comprende un volumen del 50 por ciento de dicha primera materia prima. Un cobre granulado con una pureza del 99,88% con un tamaño medio de partículas de 50 µm se mezcla con la misma composición de aglomerante para formar una segunda materia prima. Dicho cobre granulado de 50 µm comprende el 35% en volumen de dicha segunda materia prima. La primera materia prima se moldea con la forma de un alojamiento cilíndrico que mide 18 mm de longitud y 12,5 mm de diámetro.

Un inserto cilíndrico de acero forma una cavidad que mide 16 mm de longitud y 5 mm de diámetro. Un inserto de 16 mm de longitud y 3 mm de diámetro consistente en polietileno y un 20% de acera de parafina se añade a continuación en la cavidad del alojamiento verde y se moldea la segunda materia prima en el interior de la parte abierta de la cavidad. El cuerpo verde es liberado de cualquier aglomerante orgánico por calentamiento en un horno controlado durante un período de 25 horas a 600° C en una atmósfera de hidrógeno. El cuerpo desaglomerado se calienta hasta 1.050° C a una velocidad de 350° C/h en una atmósfera de hidrógeno. Después de aglutinado a 1.050° C durante dos horas se deja que el horno se enfríe. Esto da lugar a un alojamiento con una densidad de aproximadamente 8,6 g/cm³, la cual está cerca de su densidad teórica, y a una capa porosa dentro del alojamiento con una densidad de aproximadamente el 60% de la teórica.

Se observa una buena unión entre la capa porosa y la superficie del alojamiento. Este alojamiento puede después ser cargado con agua y sellado para funcionamiento como un tubo de disipación de calor para eliminar el calor de una pastilla semiconductora, situada en un recinto en un extremo de la estructura cilíndrica. La efectividad de este diseño de aptitud de disipación fue confirmada mediante cálculos que mostraron que a una temperatura de funcionamiento normal de 40° C el conjunto es capaz de transportar más de 100 W de calor sobrante hacia fuera de la pastilla. En la Figura 5 se muestra un diagrama de flujos del anterior proceso.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para fabricar un tubo de disipación de calor, que comprende:
 - proporcionar una primera materia prima, que tiene un primer volumen, que además comprende unas primeras partículas, que tienen un diámetro medio menor de 30 micras, uniformemente dispersas dentro de un primer aglomerante, ocupando dichas primeras partículas entre el 50 y el 65% de dicho primer volumen;
 - proporcionar una segunda materia prima, que tiene un segundo volumen, que además comprende unas segundas partículas, que tienen un diámetro medio comprendido entre 40 y 200 micras, uniformemente dispersas dentro de un segundo aglomerante, ocupando dichas segundas partículas entre el 30 y el 40% de dicho segundo volumen;
 - moldear dicha primera materia prima alrededor de un primer inserto para formar un cuerpo verde (11);
 - retirar después dicho primer inserto del cuerpo verde (11), formando de este modo en el cuerpo verde una cavidad que tiene un extremo cerrado y un extremo abierto;
 - añadir un segundo inserto a dicha cavidad, teniendo dicho segundo inserto la forma de un canal de vapor (12);
 - rellenar dicha cavidad con dicha segunda materia prima;
 - retirar dicho segundo inserto;
 - retirar todos los materiales aglomerantes de dicho cuerpo verde (11) y de dicha segunda materia prima dentro de dicha cavidad, formando así un primer esqueleto (11) hecho de dichas partículas, dentro del cual está un segundo esqueleto (15) hecho de dichas segundas partículas, que es más poroso que dicho primer esqueleto (11) dentro del cual se ha dejado abierto un canal de vapor (12);
 - aglutinar dichos esqueletos primero (11) y segundo (15), formando de este modo un cuerpo denso (11) que incluye una mecha interior (12, 15);
 - introducir un fluido de trabajo en dicha mecha (12, 15); y
 - a continuación sellar dicho extremo abierto, formando así dicho tubo de disipación de calor.
2. El proceso descrito en la reivindicación 1, que comprende además dicho proceso la fabricación de un conjunto que contiene un tubo de disipación de calor producido de acuerdo con el proceso de la reivindicación 1;
 - formar en una superficie de dicho conjunto un recinto abierto (14) que está recubierto por dicho tubo de disipación de calor;
 - montar a continuación una pastilla de circuitos integrados (41) dentro de dicho recinto (14) en dicha superficie usando un medio de alta conductividad térmica; y
 - después sellar dicho recinto (14).
3. El proceso definido en la reivindicación 1 ó 2, en el que dichas primeras partículas se seleccionan del grupo consistente en cobre, aluminio, tungsteno, tungsteno-cobre, kovar, acero inoxidable, y aleaciones de níquel.
4. El proceso definido en la reivindicación 1 ó 2, en el que dichas segundas partículas se seleccionan del grupo consistente en cobre, aluminio, tungsteno, tungsteno-cobre, kovar, acero inoxidable, y aleaciones de níquel.
5. El proceso definido en la reivindicación 1 ó 2, en el que dichas segundas partículas se retiran de dentro de dicha cavidad durante el paso de aglutinación de los esqueletos.
6. El proceso definido en la reivindicación 1 ó 2, en el que el paso de retirar dicho primer inserto del cuerpo verde (11) comprende además la destrucción de dicho primer inserto.
7. El proceso definido en la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho primer inserto se selecciona del grupo consistente en bronce, acero y óxido de aluminio.
8. El proceso definido en la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho primer inserto puede ser reutilizado después de la terminación de dicho proceso.
9. El proceso definido en la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho fluido de trabajo se selecciona del grupo consistente en agua, amoníaco, acetona, y alcohol.

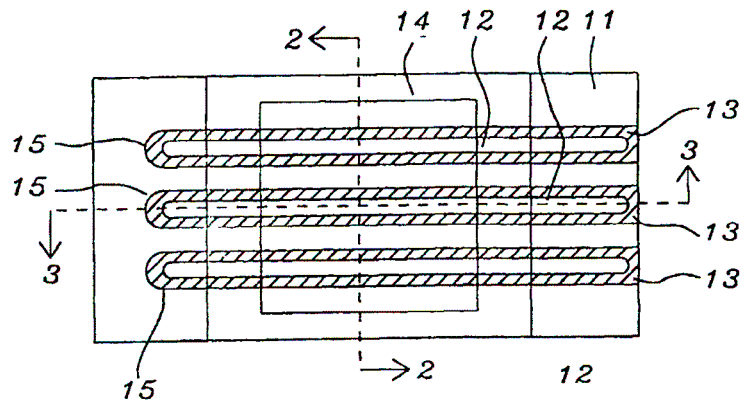


FIG. 1

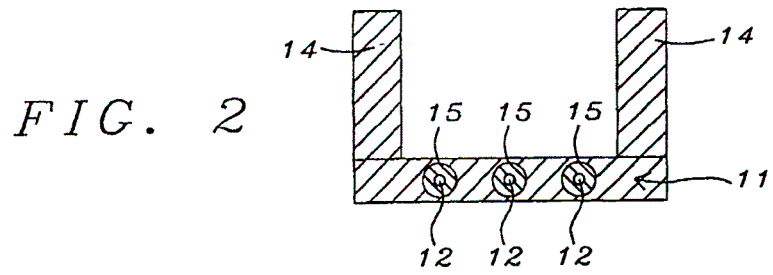


FIG. 2

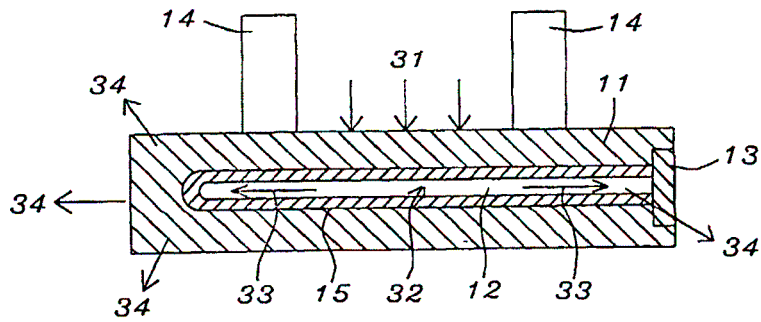


FIG. 3

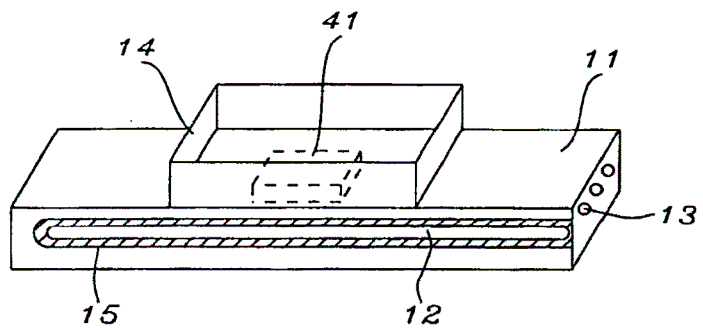


FIG. 4

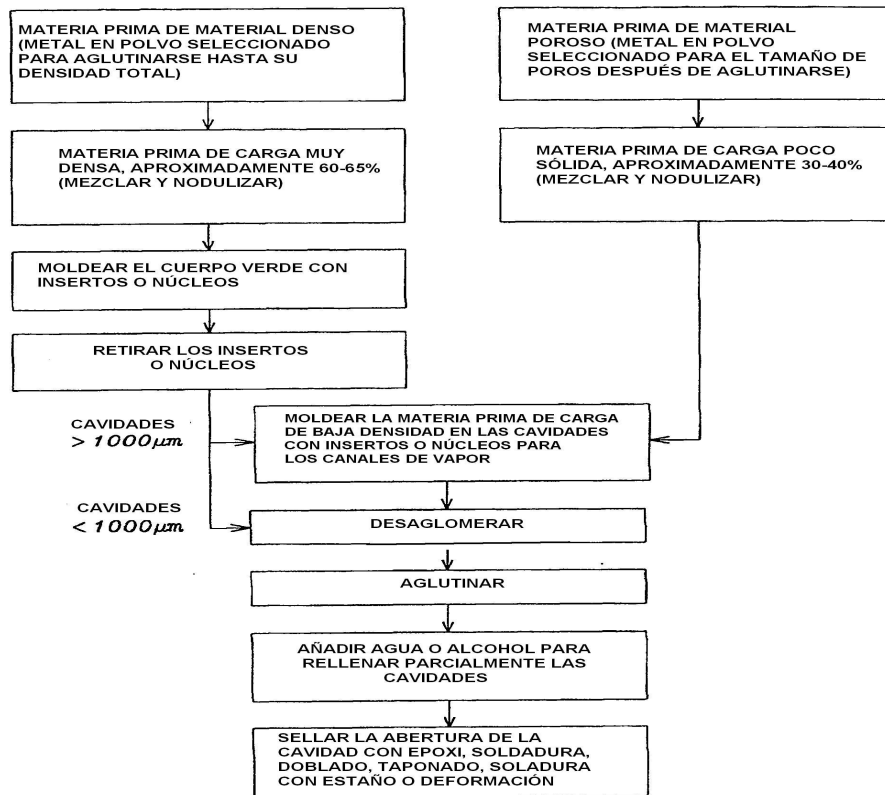


FIG. 5