

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 703 596**

(51) Int. Cl.:

**B29C 70/46** (2006.01)

**B29C 43/18** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.11.2009 PCT/GB2009/002607**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **14.05.2010 WO10052457**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.11.2009 E 09752446 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018 EP 2358517**

---

(54) Título: **Fabricación de un componente estructural de compuesto**

(30) Prioridad:

**05.11.2008 GB 0820267**

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

**11.03.2019**

(73) Titular/es:

**ASTON MARTIN LAGONDA LIMITED (100.0%)  
Banbury Road Gaydon  
Warwick CV35 0DB, GB**

(72) Inventor/es:

**KENDALL, KEN**

(74) Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 703 596 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

Fabricación de un componente estructural de compuesto

5 La presente invención se refiere a un método de fabricación de un componente estructural de compuesto.

Los componentes de compuesto se han fabricado durante muchos años usando procesos bien conocidos. Estos procesos caen dentro de tres categorías principales de procesos de laminación a mano, procesos de moldeo líquido de compuestos y procesos de moldeo por compresión. Los procesos de laminado a mano se usan para producir 10 componentes estructurales de bajo volumen y como tales se usan en la industria aeroespacial, marina y en deportes del motor. Los procesos de laminado a mano incluyen procesos tales como laminado en mojado, laminado preimpregnado e infusión en película de resina (RFI). Las técnicas de moldeo líquido de compuesto (LCM) se usan en general para producir componentes semi-estructurales de medio volumen tales como el suelo de pasajeros o el suelo del maletero de un vehículo de pasajeros. El LCM incorpora procesos tales como infusión de resina líquida 15 (LRI), moldeo por inyección - reacción estructural (SRIM) y moldeo por transferencia de resina (RTM). Los procesos de moldeo por compresión se usan en general para fabricar componentes estructurales tales como paneles de carrocería de automóvil que no soporten cargas. Estos procesos son procesos de alto volumen e incluyen compuestos de moldeo a granel (BMC), compuestos de moldeo de masa (DMC) y compuestos de moldeo de láminas (SMC).

20 Un ejemplo de los métodos de laminado a mano de bajo volumen es la Infusión de Película de Resina (RFI). La RFI implica el uso de materiales de caras telas tejidas que tienen una capa preinstalada de película de resina incorporada sobre el material. Los materiales se cortan en kits y se tienden a mano en un molde. El molde debe estar suficientemente frío para el tendido de las piezas de material en él de modo que se impida que la película de resina fluya previamente a un montaje completo del laminado. El moldeo se somete entonces a un vacío de modo 25 que se elimine el aire de las fibras en el material. El molde se calienta a continuación para disminuir la viscosidad de la resina para permitir que la resina se infunda a través de las fibras antes de que se cure el componente. La alineación de las fibras en las alfombrillas de tela tejida permite que la resina permee las fibras con relativa facilidad, dando como resultado componentes de compuestos que tienen una fracción de fibras más alta; 45 % al 55 % puede 30 ser típico. Este método de fabricación produce componentes estructurales de alta calidad. Sin embargo, una desventaja del proceso es lo laborioso, el largo tiempo de producción debido al tendido a mano de las piezas de material en el molde y la necesidad de pasar por ciclos en el molde desde frío a caliente y de vuelta a continuación a frío cada vez que se produce una pieza. Este proceso también puede ser extremadamente derrochador debido al proceso de corte de los kits. Hasta el 30 % - 50 % del material de tejido/resina podría desecharse en este proceso.

35 Los procesos de RTM de volumen medio implican insertar un componente de fibra seco preformado en un molde e inyectar una resina bajo presión en la preforma para que la resina une las fibras entre sí. Las fibras y la resina se curan a continuación, creando un componente semi-estructural acabado.

40 La preforma es una preforma de refuerzo tridimensional rígida que puede producirse ventajosamente usando un sistema automatizado tal como se divulga en el documento US 6.527.533 que permite una alta tasa de producción de alto volumen de componentes preformados, frecuentemente de complejas geometrías, con una buena tasa de consistencia de pieza a pieza. En el proceso automatizado, las preformas de refuerzo semi-estructurales se fabrican 45 a partir de un material de fibra troceado, por ejemplo, carbono o vidrio mantenido unido mediante un aglomerante y moldeado en una forma y figura predeterminada de fibras alineadas aleatoriamente.

50 Durante el proceso RTM, se inyecta resina líquida dentro de las fibras de la preforma bajo presión —normalmente menos de IMPa—. Esta alta presión se requiere para avanzar la resina a través de la preforma, especialmente en grandes componentes. Por ello, el equipo usado para inyectar la resina debe ser capaz de proporcionar dicha alta presión, y es por lo tanto caro. La resina debe permanecer líquida hasta durante 30 minutos de modo que pueda avanzar a través de las fibras.

55 Los componentes estructurales y semi-estructurales fabricados usando el proceso RTM pueden sufrir en calidad por diversas razones. Los procesos de inyección pueden producir un efecto conocido como "lavado de fibra" a presiones más altas en las que, cuando avanza, la resina perturba las fibras dentro de la preforma, alterando la alineación de las fibras y creando deficiencias estructurales en todo el componente. Adicionalmente, la resina usada debe ser de viscosidad suficientemente baja a la temperatura ambiente, primero de modo que pueda bombearse desde un tanque de almacenamiento al molde y en segundo lugar para que permanezca líquida siempre que se requiera para avanzar a través de las fibras desde un extremo del componente al otro. Esto significa que la resina no puede 60 contener agentes endurecedores que reforzarían en otro caso el componente compuesto resultante, dado que los agentes endurecedores incrementan la viscosidad de la resina. Adicionalmente, la fracción de volumen de fibras dentro del componente acabado es frecuentemente tan baja como el 30 % debido a la baja permeabilidad de las fibras aleatoriamente alineadas de la preforma en cada uno de los planos X, Y y Z y la necesidad de que la resina permee las fibras en las tres direcciones.

El moldeo por compresión SMC implica en primer lugar formar una carga de material a ser moldeado sobre una película portadora. Se añade un suministro de fibras de vidrio troceadas, pasta de resina/relleno y otros aditivos sobre la película portadora y la mezcla resultante se compacta a continuación entre rodillos para producir el SMC. La carga de material se corta a continuación a partir del SMC y se coloca sobre una mitad de un molde abierto de modo

que la carga cubra aproximadamente del 30 % al 70 % de la superficie interior del molde. La segunda mitad del molde se cierra a continuación sobre la primera mitad usando una herramienta de moldeo por compresión, haciendo que la carga fluya hasta que se llena la cavidad del molde. Esta acción provoca múltiples frentes de flujo avanzando para coincidir con todas las "líneas de soldadura" lo que forma áreas de debilidad en el componente resultante debido a la ausencia de fibras a través de las líneas de soldadura.

El documento US 2002/016121 divulga un método de fabricación de unos componentes estructurales de compuesto en un molde que comprende primera y segunda mitades de molde, comprendiendo el método las etapas de:

proporcionar un tejido en 2D;

proporcionar una película de resina que está separada del tejido en 2D;  
insertar uno de entre el tejido en 2D o la película de resina dentro de la primera mitad de moldeo del molde;  
insertar por separado la otra de entre la preforma o la película de resina dentro de la primera mitad del molde de modo que una de entre la preforma o la película de resina se dispongan en la parte superior de la otra de entre la preforma o la película de resina en la primera mitad del molde;  
cerrar la segunda mitad del molde sobre la primera mitad del molde;  
y presurizar el molde en una prensa de compresión para hacer que la película de resina impregne la preforma, en el que el molde se mantiene a una temperatura de calentamiento constante a todo lo largo del método de fabricación.

Se desea mejorar las técnicas de fabricación actuales para conseguir procesos de alto volumen que produzcan componentes estructurales de alta calidad en un tiempo de ciclo bajo.

De acuerdo con una realización, se proporciona un método de fabricación de un componente estructural de compuesto en un molde que comprende primera y segunda mitades de molde, comprendiendo el método las etapas de proporcionar una preforma de fibra o tejido, proporcionar una capa de resina que está separada de la preforma, insertar una de entre la preforma o la capa de resina dentro de la primera mitad del molde, insertar por separado la otra de entre la preforma o la capa de resina en la primera mitad del molde de modo que una de entre la preforma o la capa de resina se dispongan en la parte superior de la otra de la preforma o la capa de resina en la primera mitad del molde, cerrar la segunda mitad del molde sobre la primera mitad del molde y presurizar el molde en una prensa de compresión para hacer que la película de resina impregne la preforma, en el que el molde se mantiene a una temperatura constante a todo lo largo del método de fabricación.

Aunque la preforma puede formarse de fibras aleatoriamente alineadas en un proceso de volumen medio típico, la calidad del componente se aproxima a la producida por RFI debido a que la película de resina necesita permear principalmente a través del plano Z de la preforma de fibra y hacerlo mucho menos a través de los planos X e Y, incrementando así la fracción de volumen de fibras entre los componentes acabados. Adicionalmente, el uso de una película de resina permite que se use una resina de buena calidad, preferentemente epoxi, dado que la resina líquida requerida para su uso dentro de los procesos RTM se hace innecesaria; la película de resina no necesita ser bombeada dentro del molde. La película de resina se maneja fácilmente por una persona sin necesidad de equipos de inyección o de manejo robótico. La película de resina separada también significa que el molde no necesita ser enfriado durante el montaje de la preforma y la resina dentro del molde, como sería el caso si la resina formara parte integral de la preforma. La película de resina se añade simplemente al molde por la persona que ensambla el componente, por separado a añadir la preforma de fibra. Una vez está cerrado el molde, la película de resina se calienta bajo la elevada temperatura del molde y la película de resina "fundida" impregna las fibras de la preforma.

Como resultado el tiempo de fabricación del componente es significativamente más corto que para cualquiera de los procesos RFI o RTM. La película de resina puede comprender también agentes endurecedores que mejoran la resistencia del componente de compuesto resultante como es conocido en la técnica.

En una realización, la etapa de presurización puede llevarse a cabo a una alta presión de entre 100-300 MPa.

Puede añadirse una capa de resina superficial al molde previamente a la etapa de añadir la capa de resina y preforma dentro del molde. La capa de resina superficial permite que se produzca una superficie cosmética de alta calidad sobre el lado de moldeo del componente de compuesto resultante.

Estas y otras mejoras serán evidentes para el experto en la materia tras la lectura de la descripción que sigue de realizaciones preferidas no limitativas de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 muestra una representación esquemática de una preforma de forma final, capa de resina separada y molde usados en el método de acuerdo con una realización;

la figura 1a muestra una representación esquemática de la preforma de fibra colocada en el molde con una capa de resina separada fuera del molde;

la figura 2 es una representación esquemática de una primera realización de la invención en la que la preforma de forma final se ha insertado dentro del molde previamente a insertar la capa de resina separada dentro del molde;

5 la figura 3 es una representación esquemática de una realización adicional de la invención en la que la capa de resina se ha insertado dentro del molde previamente a la preforma de forma final;

la figura 4 es un esquema que muestra el sistema de coordenadas al que se hace referencia en la descripción que sigue; y

la figura 5 es un esquema de una variación de la primera realización.

10 La figura 1 muestra una vista esquemática de una preforma de forma final 10 y una capa de película de resina 20 separada, previamente a su ensamblaje en una mitad 50a de un molde. La preforma de forma final 10 consiste en hebras de fibra de carbono estructural de bajo coste y un aglomerante. Hay un cierto número de formas de fabricar la preforma, una de las cuales es tener la preforma "a medida" como se entenderá por experto en la materia. La preforma puede fabricarse alternativamente usando un proceso robótico automatizado y controlado por ordenador tal como se describe en la patente de Estados Unidos n.º 6.527.533. En este proceso, las fibras y el aglomerante se aplican a una rejilla. Los ingredientes se compactan a continuación y se someten a una corriente de aire caliente que funde el aglomerante. La preforma compactada se enfria a continuación para congelar el aglomerante y rigidizar la preforma. La preforma de fibra se retira a continuación del molde, lista para fabricación del componente estructural de compuesto. Pueden producirse altos volúmenes de preformas de fibra en esta forma, frecuentemente de formas complejas, sin incurrir en ningún desecho de material de fibra.

15 La película de resina 20 comprende una resina termoestable de epoxi de carbono con agentes endurecedores añadidos tales como son conocidos para el experto en la materia. Los agentes endurecedores mejoran la calidad estructural de los componentes de compuestos acabados en comparación con las resinas líquidas usadas en el proceso RTM. Es por esta razón que los agentes endurecedores no pueden usarse en el proceso RTM —la viscosidad de la resina líquida no es normalmente suficientemente baja para permanecer líquida durante el período de tiempo necesario para que la resina fluya a través de las fibras—.

20 En una primera realización vista en la figura 2, el molde es un molde emparejado que consiste en mitades de molde 50a y 50b emparejadas. La cavidad del molde se conforma específicamente para el componente a ser fabricado. La preforma de fibra 10 se añade en primer lugar al molde 50a como se muestra en la figura 1a. Se añade la película de resina 20 al molde por separado. Dado que se suministra en forma de película sobre un rodillo, la película puede cortarse al tamaño y cubrir la parte superior de la preforma de fibra. Para formas de componente complejas, pueden cubrirse tiras de la película de resina sobre la preforma según sea necesario para cubrir la superficie superior de la preforma.

25 A continuación, se genera un vacío dentro de la cavidad del molde (que se sella en los bordes del molde, no mostrado por claridad) para eliminar el exceso de aire de la preforma de fibra en el interior del molde. El vacío se genera a través de una bomba de vacío 65 y se supervisa en un indicador de vacío 75. El molde 50b se aprieta entonces sobre el molde 50a para sellar la preforma y capa de resina dentro de las mitades del molde. Se usa una herramienta de moldeo por compresión o prensa 70, tal como se usa en los procesos de compuesto de moldeo en láminas (SMC) para aplicar presión al molde y su contenido, como se muestra esquemáticamente en la figura 2. El molde se calienta a una temperatura predeterminada previamente a la fabricación del componente estructural de compuesto. El molde se calienta y su temperatura se regula por un sistema de calentamiento del molde 80 que en la realización mostrada en la figura 2 consiste en orificios taladrados dentro del molde de metal sólido, dentro de los que se suministra un medio de calentamiento. La temperatura del medio de calentamiento se regula para mantener el molde a la temperatura deseada, como se describe adicionalmente a continuación. El calor y la presión sirven para fundir la película de resina, reduciendo su viscosidad de modo que fluya hacia abajo dentro de la preforma de fibra por debajo de ella. Dado que la resina fluye principalmente solo a través del plano Z de la preforma de fibra de acuerdo con el sistema de coordenadas mostrado en la figura 4 y no tanto a través de los planos X e Y, el proceso es mucho más rápido que el RTM. El proceso es incluso más rápido debido a la alta presión que puede aplicarse por la herramienta de moldeo por compresión —100-300 MPa es típico, funcionando una realización de ejemplo a aproximadamente 200 MPa—. Este proceso completo puede llevar aproximadamente cinco minutos en completarse, incluso para componentes de forma compleja.

30 35 40 45 50 55 60 65 Ventajosamente, las mitades del molde se mantienen a una temperatura constante establecida a todo lo largo del proceso de moldeo y también entre moldeos consecutivos mediante el sistema de calentamiento del molde 80, dado que no hay necesidad de enfriar el molde ni para tender un laminado de resina y fibra combinado como en el proceso de moldeo de preimpregnado tradicional ni para impedir que la película de resina preinstalada fluya prematuramente antes de que se complete el proceso de tendido. La temperatura dependerá del tipo específico de resina pero está típicamente entre 80 °C y 180 °C. En una realización, el intervalo de temperaturas es de 120 °C a 150 °C. Aunque la resina se somete a una reacción exotérmica durante la etapa de moldeo por compresión y genera calor cuando se cura, el calor es moderado por el sistema de calentamiento del molde de modo que el molde no necesita calentarse por encima de su temperatura establecida. Para un molde de metal sólido, el sistema de calentamiento del molde consiste típicamente en un circuito de calentamiento taladrado dentro del metal sólido. Para un molde de metal delgado, el sistema de calentamiento consiste típicamente en una o más tuberías de cobre que

forman un circuito que se suelda o se fija en otra forma a la parte posterior del molde. En cualquier realización, se bombea un fluido calentado o agua o aceite presurizados alrededor del circuito para calentar la herramienta. La temperatura del molde se establece y controla mediante la regulación de la temperatura del fluido de calentamiento dentro del circuito en un controlador 85, representado esquemáticamente en la figura 2.

5 Esta característica de la invención significa que una vez que se ha completado la etapa de moldeo por compresión, el molde pueda abrirse, el componente curado puede retirarse del molde, y el molde puede reutilizarse casi inmediatamente sin necesidad de que sea primero enfriado, como sería necesario con procesos de alta fracción de volumen de fibras de la técnica anterior, minimizando el tiempo de ciclo para moldeo y curado de componentes de compuesto.

10 En una realización alternativa, la película de resina 20 puede añadirse al molde previamente a la inserción de la preforma de fibra 10 como se ve en la figura 3, aunque el experto en la materia apreciará que los mejores resultados pueden conseguirse añadiendo la preforma de fibra al molde primero dado que esto da al usuario un tiempo ligeramente mayor durante el que cubrir la película dentro del molde. Alternativamente, la película de resina puede 15 cubrirse sobre la preforma previamente a insertar la preforma/película ensamblada dentro del molde para acelerar adicionalmente el proceso.

20 Las realizaciones anteriores describen la producción de componentes estructurales de compuestos en los que el acabado superficial no es importante dado que el componente no estará a la vista durante el uso. Sin embargo, si se requiere una superficie cosmética, puede insertarse una capa de resina superficial de película 100 dentro del molde previamente a la adición de la capa de resina 10 o la preforma de fibra 20, como se muestra esquemáticamente en la figura 5. Las capas de resina superficiales son conocidas en la técnica y no se infunden a través de la preforma de fibra tras el calentamiento debido a una capa de gasa que se lo impide. Como tal, la capa de resina superficial, una vez curada, se dispone sobre la superficie del componente para producir un acabado superficial liso y suave.

25 Será evidente para el experto en la materia que pueden realizarse variaciones a las realizaciones anteriores sin apartarse de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de fabricación de un componente estructural de compuesto en un molde (50a, 50b) que comprende primera y segunda mitades de molde, comprendiendo el método las etapas de:

- 5      proporcionar una preforma de fibra o tejido (10);  
 proporcionar una película de resina (20) que está separada de la preforma;  
 insertar una de entre la preforma o la película de resina dentro de la primera mitad de moldeo (50a) del molde;
- 10     insertar por separado la otra de entre la preforma o la película de resina en la primera mitad del molde de modo que la una de entre la preforma o la película de resina se dispongan en la parte superior de la otra de la preforma o la película de resina en la primera mitad del molde;  
 cerrar la segunda mitad del molde (50b) sobre la primera mitad del molde;  
 y presurizar el molde en una prensa de compresión para hacer que la película de resina impregne la preforma, en el que el molde se mantiene a una temperatura de calentamiento constante a todo lo largo del método de fabricación.
- 15
- 20     2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la preforma (10) se coloca en el molde (50a) previamente a disponer la película de resina en la parte superior de la misma.
- 25     3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la película de resina (20) se dispone sobre la preforma (10) previamente a insertar la preforma ensamblada y película de resina en el molde.
- 30     4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3 en el que la etapa de mantener el molde (50a, 50b) a una temperatura constante se lleva a cabo usando un sistema de calentamiento del molde (80).
- 35     5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 en el que la etapa de presurización tiene lugar a una presión de 100-300 bares (10 MPa - 30 MPa).
- 40     6. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 en el que, previamente añadir una de entre la película de resina (20) o preforma (10) dentro del molde (50a) de compuestos, se inserta una capa de resina superficial (100) dentro del molde.
- 45     7. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior en el que la temperatura constante está entre 80 °C y 180 °C.
- 50     8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7 en el que la temperatura constante está entre 120 °C y 150 °C.
- 40     9. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior en el que la resina de la película de resina (20) es una resina termoestable epoxi con agentes endurecedores añadidos.
- 45     10. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior en el que la resina de la película de resina (20) se somete a una reacción exotérmica cuando se cura y se proporciona y dispone un sistema de calentamiento del molde para moderar el calor generado por la reacción exotérmica de modo que la temperatura se mantenga constante.
- 50     11. Un método para fabricar consecutivamente una pluralidad de componentes estructurales de compuesto en un molde (50a, 50b) que comprende primera y segunda mitades de molde, comprendiendo el método las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 y que comprende además las etapas de retirar el componente estructural de compuesto del molde, manteniendo el molde a la temperatura de calentamiento constante entre la fabricación de componentes estructurales de compuesto consecutivos mientras el molde está vacío, y a continuación repetir el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

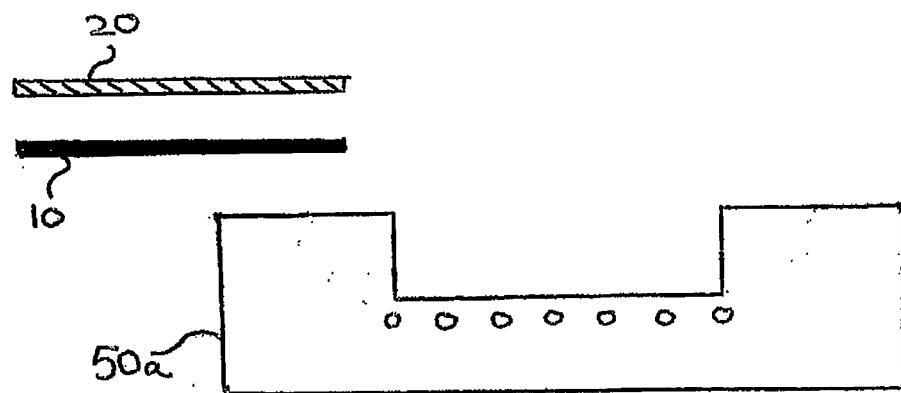


Fig. 1

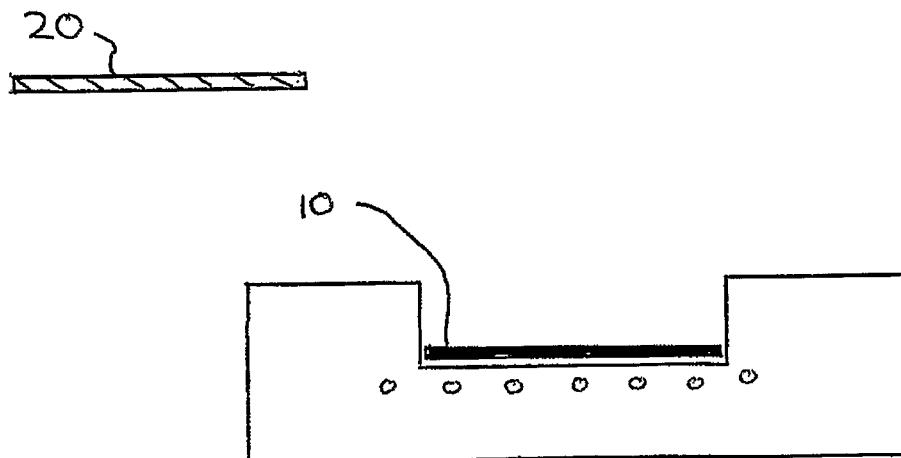


Fig. 1a

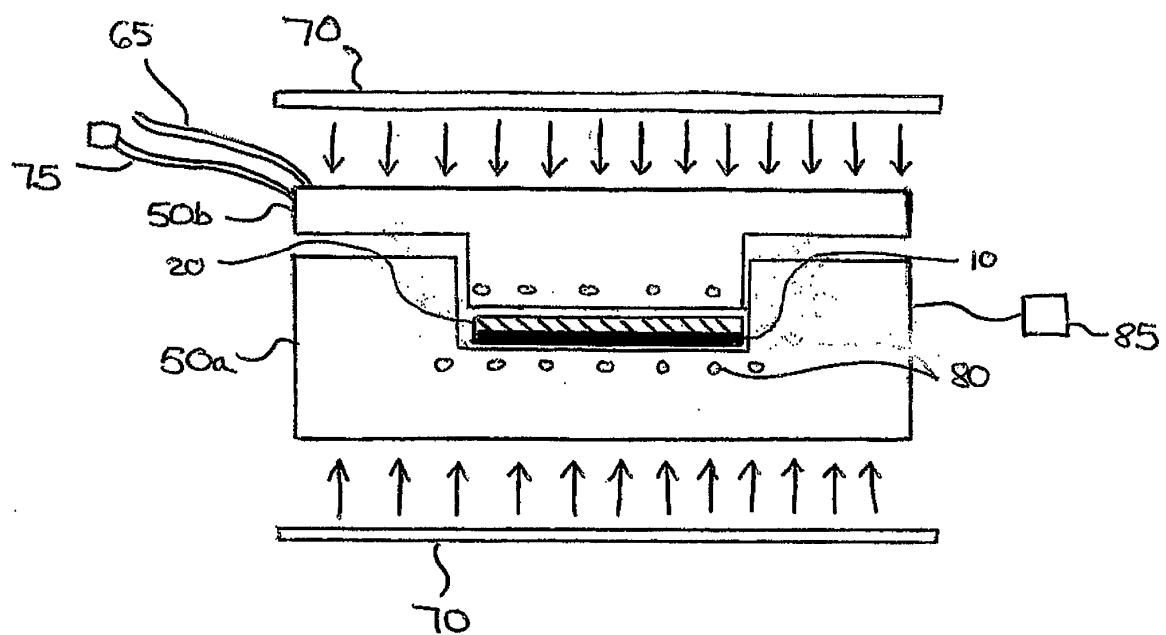


Fig. 2

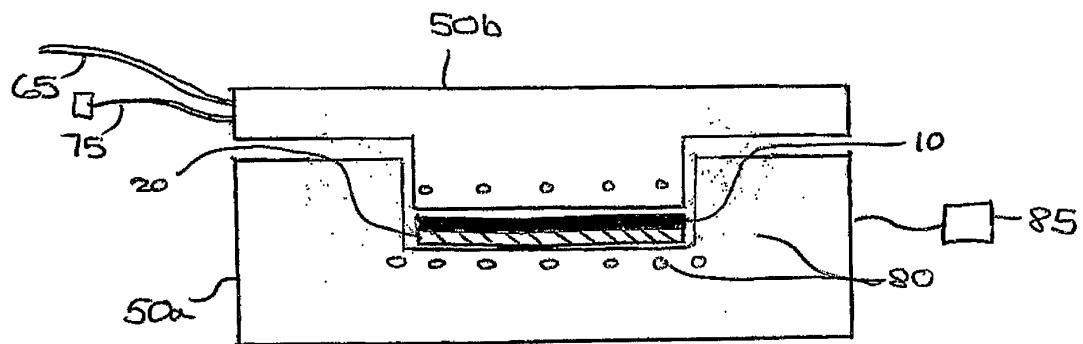


fig. 3

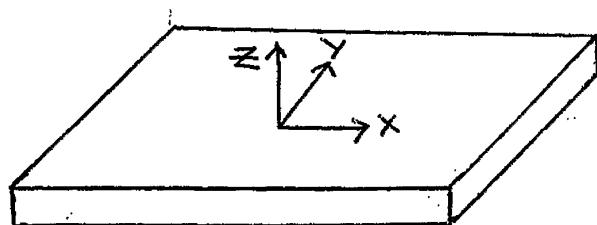


Fig. 4

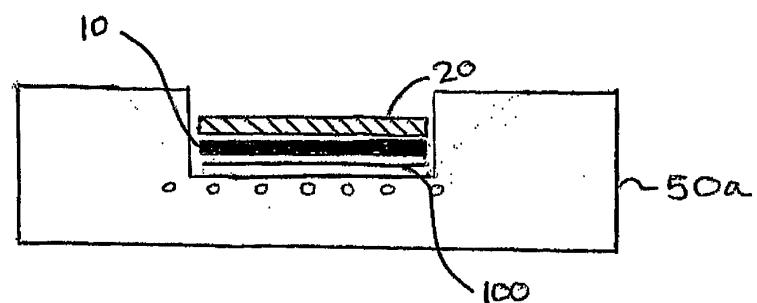


Fig. 5