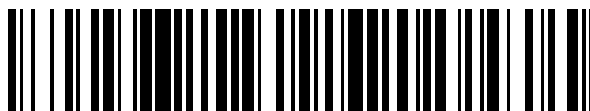


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 374 242**

51 Int. Cl.:
C22C 47/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08869214 .0**
96 Fecha de presentación: **24.12.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2245206**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.11.2010**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE UNA PIEZA METÁLICA REFORZADA CON FIBRAS CERÁMICAS.**

30 Prioridad:
28.12.2007 FR 0709171

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.02.2012

73 Titular/es:
**Messier-Bugatti-Dowty
Inovel Parc Sud
78140 Velizy Villacoublay, FR**

72 Inventor/es:
**MASSON, Richard y
DUCOS, Dominique**

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

ES 2 374 242 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 fabricación de una pieza metálica reforzada con fibras cerámicas.

5 La presente invención se refiere a la fabricación de piezas metálicas que incluyen refuerzos internos formados por fibras cerámicas y que comprende la incorporación de un inserto de material compuesto del tipo constituido por fibras cerámicas en una matriz metálica.

Dentro del objetivo de reducir la masa de las piezas metálicas al tiempo que se les asegura una resistencia más importante principalmente a la compresión, se conoce el incorporar fibras cerámicas en la masa. Se trata, por ejemplo, de fibras de carburo de silicio, SiC, que presentan una resistencia a la tracción y a la compresión muy superior a la de un metal como el titanio.

10 La fabricación de estas piezas pasa por la formación previa de insertos a partir de hilos cerámicos con matriz metálica que comprenden una fibra cerámica recubierta de metal. También son denominados fibras CMM o hilos recubiertos. El metal da la elasticidad y la flexibilidad necesarias para su manipulación.

15 Un procedimiento conocido de fabricación de tales piezas con refuerzo comprende la realización de un arrollamiento de hilo recubierto alrededor de un mandril. El arrollamiento es, a continuación, introducido en un contenedor o cuerpo principal metálico en el cual se ha mecanizado previamente una ranura que forma un alojamiento. La profundidad de la ranura es superior a la altura del arrollamiento. Una tapadera es colocada sobre el contenedor y soldada a su periferia después de someterla a vacío. La tapadera presenta un machón de forma complementaria a la de la ranura y su altura está adaptada a la del arrollamiento colocado en la ranura de forma que viene a llenar la ranura. Se procede después a una etapa de compresión isostática en caliente en el curso de la cual la tapadera es deformada y el arrollamiento es comprimido por el machón.

20 La técnica de compresión isostática en caliente consiste en disponer la pieza en un recinto en donde es sometida a una presión elevada, del orden de 1.000 bares, y a una temperatura igualmente elevada, del orden de 1.000 °C durante varias horas.

25 Las fundas metálicas de los hilos recubiertos se sueldan entre sí y con las paredes de la ranura por difusión para formar un conjunto denso compuesto de aleación metálica en el seno de la cual se extienden las fibras cerámicas. La pieza obtenida es, a continuación, mecanizada hasta la forma deseada.

El procedimiento permite la fabricación de piezas aeronáutica de simetría axial tales como discos de rotor, discos de álabes monobloque, árboles, cuerpos de émbolos, cárteres, etc. Se realizan también piezas oblongas para constituir bielas, por ejemplo.

30 El mecanizado de la ranura en el cuerpo principal es difícil de realizar, principalmente, por razón de los radios pequeños en el fondo de la ranura. Este radio pequeño es necesario para permitir el alojamiento del inserto que tiene una sección rectangular. El mecanizado del machón correspondiente en la tapadera tampoco es fácil a causa de los ángulos que no se abren. Cuando, en particular, las piezas a realizar no son de simetría axial pero son largas, con una forma oval o bien con porciones rectilíneas, es difícil de obtener un ajuste preciso sobre las longitudes grandes. Esto es aún más difícil para los insertos formados con hilos recubiertos muy rígidos por razón de las fibras cerámicas que obligan a la realización de alojamientos en los cuales aquellos se adapten perfectamente.

35 En lugar de fabricar el inserto de forma separada y después trasladarlo a la ranura del cuerpo principal, el documento de patente francesa FR 2886290 a nombre de Snecma propone realizar, según una variante, el arrollamiento directamente sobre el cuerpo principal. En lugar de una ranura se disponen dos rebordes en aquél. El primero presenta una superficie de apoyo para el arrollamiento directo de un hilo recubierto. Esta superficie es paralela a la dirección del arrollamiento. Cuando se termina el arrollamiento, se reconstituye la ranura colocando una pieza sobre el cuerpo principal que es de forma complementaria a la de un segundo reborde que forma una grada con respecto al primer reborde. Después se dispone la tapadera con el machón sobre el inserto que se acaba de arrollar y se procede a la compactación del conjunto. Esta solución no resuelve más que parcialmente el problema de fabricación ya que el ensamblado sigue siendo complejo.

40 La solicitante se ha fijado como objetivo el mejorar el procedimiento de fabricación de tales piezas en el sentido de una simplificación de las etapas de la gama y una reducción de los costes.

De acuerdo con la invención, el procedimiento de fabricación de una pieza metálica reforzada con fibras cerámicas, según el cual

50 se forma, en un cuerpo metálico que presenta una cara superior, un alojamiento para un inserto,
se dispone, al menos, un inserto formado a partir de fibras con matriz metálica en el alojamiento,
se coloca una tapadera metálica sobre el cuerpo metálico de forma que se recubra el inserto,

se suelda la tapadera sobre el cuerpo metálico después de someterla a vacío,
se somete el conjunto a un tratamiento de compresión isostática en caliente y
se mecaniza el conjunto tratado hasta la forma deseada,

5 está caracterizado porque el alojamiento tiene la forma de una entalladura con sección en L con dos caras perpendiculares entre sí, presentando la tapadera una entalladura interna con sección en L y de forma complementaria a la de la entalladura del cuerpo metálico con dicho inserto, estando conformada la tapadera exteriormente de manera que los esfuerzos de presión se ejerzan perpendicularmente a dichas caras de la entalladura.

10 Preferentemente, la entalladura del cuerpo metálico comprende una cara perpendicular a dicha cara superior y una cara paralela a dicha cara superior.

15 Al modificar así, con respecto al a técnica anterior, la geometría de las piezas a ensamblar, se dispone de un mejor acceso para el útil de mecanizado del alojamiento del inserto tanto para el cuerpo principal como para la tapadera, lo que tiene como resultado que estas operaciones sean menos delicadas de realizar y, por ello, menos onerosas. El número de piezas se reduce a dos lo que simplifica el ensamblado con respecto a la solución precedente. Por otro lado, esta geometría permite una aplicación de esfuerzos de presión según dos direcciones no paralelas contribuyendo a una compactación más eficaz. Es de resaltar que, en el caso de un inserto anular, la deformación del inserto es paralela a su eje.

20 Esta solución permite implementaciones diferentes. Según un primer modo de realización, se forma previamente el inserto por arrollamiento de un hilo recubierto y se coloca en la entalladura. Según otro modo de realización, se forma el inserto por arrollamiento de un hilo recubierto directamente en la entalladura, formando esta última el mandril de arrollamiento.

25 Esta solución permite también la realización de piezas diferentes. El inserto puede tener una forma anular. Puede también, según la geometría de la pieza a reforzar, formar un anillo de simetría axial o bien, incluso, para piezas de forma alargada, presentar al menos una porción rectilínea. El inserto puede, incluso, para piezas de forma alargada, no ser anular y estar formado por uno o más elementos rectilíneos.

Con más precisión, la sección transversal del arrollamiento es rectangular, una primera cara del arrollamiento viniendo a apoyarse contra una cara de la entalladura y una segunda cara del arrollamiento viniendo a apoyare contra la otra cara de la entalladura.

30 Ventajosamente, la tapadera presenta una porción de superficie de centrado que coopera con una cara de la entalladura, particularmente la cara de la entalladura del cuerpo principal perpendicular a la cara superior del mismo, para centrar y guiar la deformación de la tapadera sobre el cuerpo principal.

Se describe ahora la invención con más detalle haciendo referencia a los dibujos anexos, en los cuales

La figura 1 representa un esquema de realización de una pieza con inserto según la técnica anterior.

35 La figura 2 muestra la solución de la técnica anterior tal y como se presenta en el documento de patente francesa FR 2886290 con dos rebordes.

La figura 3 muestra la solución de la invención con una entalladura a la vez sobre el cuerpo principal y sobre la tapadera

Las figuras 4 y 5 son una simulación de la deformación de la tapadera y del inserto durante la operación de compresión isostática en caliente.

40 La figura 6 muestra la aplicación de la invención a la realización de una pieza de simetría axial.

La figura 7 muestra la aplicación de la invención a la realización de una pieza de forma alargada.

La figura 8 muestra un ejemplo de pieza terminada realizada de acuerdo con la invención, después del mecanizado.

45 El esquema de la figura 1 ilustra un modo de operación de la técnica anterior. El cuerpo principal P, metálico, comprende una ranura R de sección rectangular. Se dispone en esta ranura el inserto I constituido por un haz de hilos recubiertos mantenidos provisionalmente y unidos los unos a los otros. Una segunda pieza que forma la tapadera C es colocada sobre el cuerpo principal P; presenta un machón T de forma adaptada a la ranura R y que se apoya sobre el inserto I. Los bordes de la ranura R o bien del machón T están achaflanadas de manera que se consigue un juego entre la parte de la tapadera adyacente al machón. Durante la operación de compresión isostática en caliente, la presión se ejerce según la dirección perpendicular a la superficie de la tapadera. La presión y el calor permiten al metal de la matriz ocupar los vacíos entre los hilos recubiertos que constituyen el inserto. El volumen del inserto disminuye un 23%. El machón es así desplazado hacia abajo y el juego a una y otra partes del machón es

absorbido. Al final del proceso el metal se ha fundido; la pieza es, así, reforzada por los hilos aprisionados en la masa. Una técnica similar está descrita en el documento de patente europea EP 831 154.

5 Como se ve en la figura 2, tomada del documento de patente francesa FR 2886290, un cuerpo principal 139 de revolución alrededor del eje 140, por ejemplo de aleación de titanio, comprende una porción interna central con respecto al eje de altura H' igual a la altura del contenedor. Su periferia 142 está achaflanada hasta un primer reborde 143 de altura h y de anchura d . En la periferia de este reborde se encuentra un segundo reborde 144 cuya dimensión radial completa la anchura del contenedor. Su superficie 145 se extiende a una altura inferior a la de la superficie del primer reborde anular. Se ha incorporado un inserto anular 147 formado por una haz de hilos recubiertos unidos provisionalmente entre sí. Se ha traído un anillo exterior 146 sobre el segundo reborde de una altura que corresponde a la de la porción central del cuerpo principal. El anillo exterior 147 es soldado de forma que reconstituya una ranura con el primer reborde. La tapadera 148 presenta un saliente anular 149 y se apoya sobre el haz de hilos recubiertos. Se vuelve a partir de esta fase al procedimiento precedente.

Se ha representado en las figuras siguientes un modo de realización no limitativo de la solución de la invención.

15 La figura 3 muestra, en corte transversal con perspectiva, una parte de una pieza a fabricar que incorpora un inserto. El cuerpo principal 2 de la pieza metálica, por ejemplo de aleación de titanio, presenta una cara superior 21 y un borde periférico 22; se ha mecanizado una entalladura 23 con sección en L hacia atrás del borde 22. Esta entalladura presenta una cara 23P, perpendicular a la cara superior 21 y una cara 23S paralela a esta última. La altura H de 23P y la anchura L de 23S se determinan en función de las dimensiones del inserto a colocar. Entre la entalladura 23 y el borde 22 el cuerpo principal 2 presenta una porción de superficie de borde 24 a una altura inferior a la de la superficie 23S; un reborde 25 forma la transición entre las dos partes 23 y 22.

Un inserto 3 formado a partir de un haz de hilos recubiertos y de sección transversal rectangular es alojado en la entalladura. Su altura H_i es ligeramente inferior a la de la cara 23P y su anchura L_i es igualmente inferior a la de la cara 23S.

25 El inserto puede estar realizado, ventajosamente, de manera no limitativa, según uno de los métodos enseñados por el documento de patente francesa FR 2886290. Ésta comprende la estructura de los hilos recubiertos, su fabricación, la fabricación de una capa ligada a los hilos recubiertos, la solidarización de esta capa bien sobre el soporte metálico sobre el cual está enrollada o bien a la capa de fondo, el soldeo de los hilos por láser o por contacto entre dos electrodos.

30 Cuando el inserto es rectilíneo, ventajosamente ya está compactado y fabricado según la técnica descrita en la solicitud de patente presentada por la solicitante con el número FR 0705454 el 26 de julio de 2.007.

35 Se ha colocado sobre el cuerpo principal 2 una tapadera 4 conformada de manera que se amolda a las diferentes partes del cuerpo principal con el inserto. Con más precisión, aquella comprende una pared de fondo 41 que se apoya sobre la cara superior 21, una pared de borde 44 que se apoya sobre la porción de superficie de borde 24 y una pared lateral 42 perpendicular entre las dos paredes 41 y 44. Esta pared lateral presenta una entalladura 43 interna. La entalladura 43 tiene una sección transversal en L con una cara 43P perpendicular a la pared de fondo 41. Esta cara se prolonga del lado del reborde 25 sobre el que monta. La entalladura presenta una cara 43S paralela a la cara 23S de la entalladura 23 del cuerpo principal 2 y que se apoya sobre la cara superior del inserto 3. La anchura de la cara 43S es la misma que la de la cara 23S. Como la altura H_i del inserto es ligeramente inferior a la altura H de la cara 23P, la pared 42 está en contacto con esta última por su porción de superficie 42P.

40 La tapadera no se adapta al cuerpo principal 2 en tres lugares. Un chaflán está mecanizado entre la cara superior 21 del cuerpo principal y la entalladura 23 obteniéndose un juego con la pared de fondo 41. Este juego puede también obtenerse por rebajado de la pared de fondo. De la misma manera, se obtiene un juego entre la pared de borde 44 y la superficie de borde 24. Se hace notar también que la anchura L_i del inserto que es ligeramente inferior a la de la cara 23S de la entalladura 23, un espacio se crea entre la cara 43P de la entalladura 43 de la tapadera y el inserto.

45 Cuando la tapadera y el cuerpo principal están dispuestos así, soldados y bajo vacío, se somete el conjunto a un tratamiento de compresión isostática en caliente. La presión se ejerce sobre el conjunto produciendo esfuerzos según dos direcciones P1 y P2. El esfuerzo de presión según la dirección P1 se ejerce sobre la cara exterior de la tapadera, de la pared de fondo 41 y de la pared de borde 44 que son paralelas. La presión se ejerce también según la dirección P2 perpendicular a P1 sobre la cara exterior de la pared lateral 42 que es perpendicular a las dos primeras caras exteriores.

50 Los esfuerzos sobre la tapadera según la dirección P1 conducen a una deformación de aquella paralelamente a las caras 23P y 43P con compactación del inserto en esta dirección y absorción del juego entre las paredes de fondo 41 y de borde 44 de la tapadera 4 y de las caras superior 21 y de borde 24 del cuerpo principal 2.

55 El juego entre la cara 43P de la entalladura de la tapadera y el inserto es igualmente absorbido por la deformación de la tapadera que resulta de los esfuerzos de presión según la dirección P2.

En la media en la que el inserto es de forma anular el mismo no sufre deformación en el plano perpendicular al eje del anillo.

Se ha representado en las figuras 4 y 5 una simulación de las deformaciones sufridas por la tapadera y el inserto. El inserto es de forma de simetría axial, las deformaciones están orientadas en la dirección del eje del inserto.

- 5 Por razón de las formas simples que implica, el procedimiento de la invención presenta la ventaja de poder realizar la entalladura sobre el cuerpo principal con la ayuda de un útil de fresado convencional. Esto es lo mismo para la entalladura sobre la tapadera.

La entalladura puede ser de revolución para la realización de una pieza de simetría axial. La figura 6 muestra en perspectiva, con una parte arrancada, el ensamblado de un cuerpo principal 102 con una tapadera 104.

- 10 El cuerpo principal 102 presenta una entalladura de revolución 123 alrededor del eje de aquél, para el alojamiento de un inserto 103 que es de forma anular. El conjunto es recubierto con una tapadera 104 con una entalladura 143. Se encuentran los mismos elementos que en la figura 3 con una referencia aumentada en 100. El inserto es retenido entre la entalladura 123 del cuerpo 102 y la entalladura 143 de la tapadera 104. La compresión isostática tiene por objeto la compresión del inserto 103 según la dirección P1. Las caras 142P y 143P de la entalladura 143 se deslizan a lo largo de las caras 123P y 125 del cuerpo 102 comprimiendo el inserto 103. La compresión secundaria es suministrada por los esfuerzos según la dirección P2 que deforman la pared 142.
- 15

El inserto puede estar realizado por arrollamiento de forma separada y después traído sobre la entalladura. No obstante, la forma permite un arrollamiento directo sobre la entalladura.

- 20 La invención permite la realización de piezas que no son de simetría axial como la representada en la figura 7. Las referencias señalan a las mismas partes que en la figura 3 y están aumentadas en 200. El cuerpo principal 202 tiene una forma alargada que se descompone en dos partes en semicírculos unidos por partes rectilíneas. La entalladura 223 es de forma alargada con dos partes en semicírculo y dos partes rectilíneas. Esta entalladura recibe un inserto de forma correspondiente. La pieza comprende dos caras con dos entalladuras 223 que están recubiertas por dos tapaderas 204 que incluyen, cada una, una entalladura 243.

- 25 Se puede considerar que el crupier tiene una banca infinita de fichas del torneo. De esta manera, al final de cada ronda del torneo, es perfectamente posible para cada jugador de una mesa el finalizar con un número mayor de fichas del torneo que en el comienzo de la ronda. El incremento en las fichas del torneo proviene de la banca del crupier. Merece la pena hacer notar que en el comienzo de cada ronda de juego todos los jugadores tienen el mismo número de fichas del torneo.

- 30 Se ha representado en 210 la pieza ensamblada dispuesta para el tratamiento de compresión isostática en caliente.

En la figura 8 se ve un ejemplo de pieza que es posible realizar con el procedimiento. El inserto 3 está absorbido en la masa del cuerpo 2, es visible en la figura por transparencia. La pieza ha sido mecanizada para darle la forma deseada. Por esta técnica se puede así realizar piezas alargadas tales como bielas de un tren de aterrizaje de aeronave que trabaja tanto a tracción en como a compresión.

- 35 De manera más general, se puede fácilmente disponer en un cuerpo principal una entalladura que no sea necesariamente anular. Se puede tratar de, por ejemplo, porciones rectilíneas. El mecanizado de entalladuras correspondientes es igualmente fácil.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento de fabricación de una pieza metálica reforzada con fibras cerámicas, según el cual se forma, en un cuerpo (2) metálico principal, que presenta una cara superior (21), un alojamiento para un inserto, se dispone un inserto (3) formado a partir de fibras con matriz metálica en el alojamiento, se coloca una tapadera metálica (4) sobre el cuerpo (2) principal de manera que se recubra el inserto (3), se suelda la tapadera sobre el cuerpo metálico sometido a vacío, se somete el conjunto a un tratamiento de compresión isostática en caliente y se mecaniza el conjunto tratado hasta la forma deseada, procedimiento caracterizado porque el alojamiento tiene la forma de una entalladura (23) con sección en L con dos caras (23P y 23S) perpendiculares entre sí, presentando la tapadera (4) una entalladura interna (43) con sección en L y de forma complementaria a la de la entalladura (23) del cuerpo metálico con dicho inserto (3), estando conformada la tapadera (4) exteriormente de manera que los esfuerzos de presión se ejerzan perpendicularmente a dichas caras (23P y 23S) de la entalladura (23).
- 10 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, según el cual la entalladura (23) del cuerpo metálico comprende una cara (23P) perpendicular a la cara superior (21) del cuerpo metálico principal (2) y una cara (23S) paralela a la cara superior (21) de dicho cuerpo (2).
- 15 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, según el cual se forma previamente el inserto (3) por arrollamiento de un hilo recubierto y se coloca el mismo en la entalladura (23) del cuerpo metálico principal (2).
- 4.- Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, según el cual se forma el inserto por arrollamiento de un hilo recubierto directamente en la entalladura (23) del cuerpo metálico principal, formando este último un mandril de arrollamiento.
- 20 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 o 4 según el cual el inserto tiene una forma anular.
- 6.- Procedimiento según la reivindicación precedente según el cual el inserto forma un anillo de simetría axial.
- 7.- Procedimiento según la reivindicación 5, según el cual el anillo formado por el inserto presenta al menos una porción rectilínea.
- 25 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 7 en el cual la sección transversal del arrollamiento es rectangular, viniendo a apoyarse una primera cara del arrollamiento contra una cara de la entalladura (23) del cuerpo metálico principal (2) y viniendo a apoyarse una segunda cara del arrollamiento contra la otra cara de la entalladura (23).
- 9.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la tapadera presenta una porción de superficie de centrado que coopera con una cara de la entalladura (23) del cuerpo metálico principal, para centrar y guiar la deformación de la tapadera sobre el cuerpo principal.
- 30 10.- Procedimiento según la reivindicación precedente siendo la cara (23P) perpendicular a la cara superior (21) del cuerpo metálico principal, en el que la porción de superficie de centrado coopera con dicha cara (23P) de la entalladura perpendicular a la cara superior (21) de aquel.

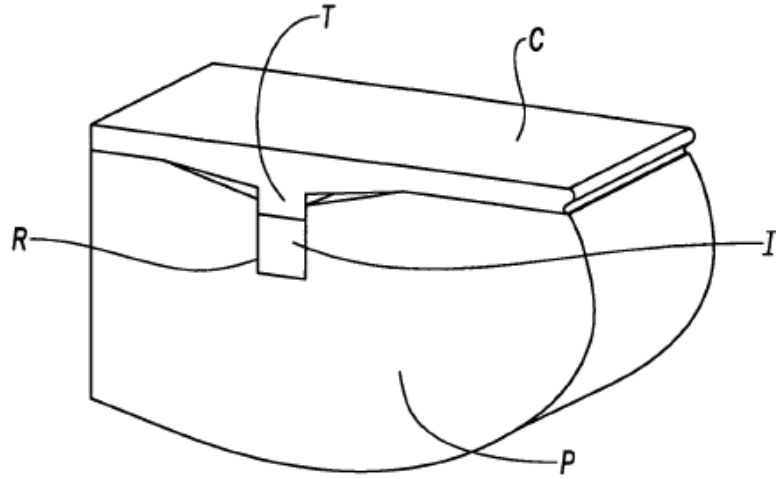


Fig. 1

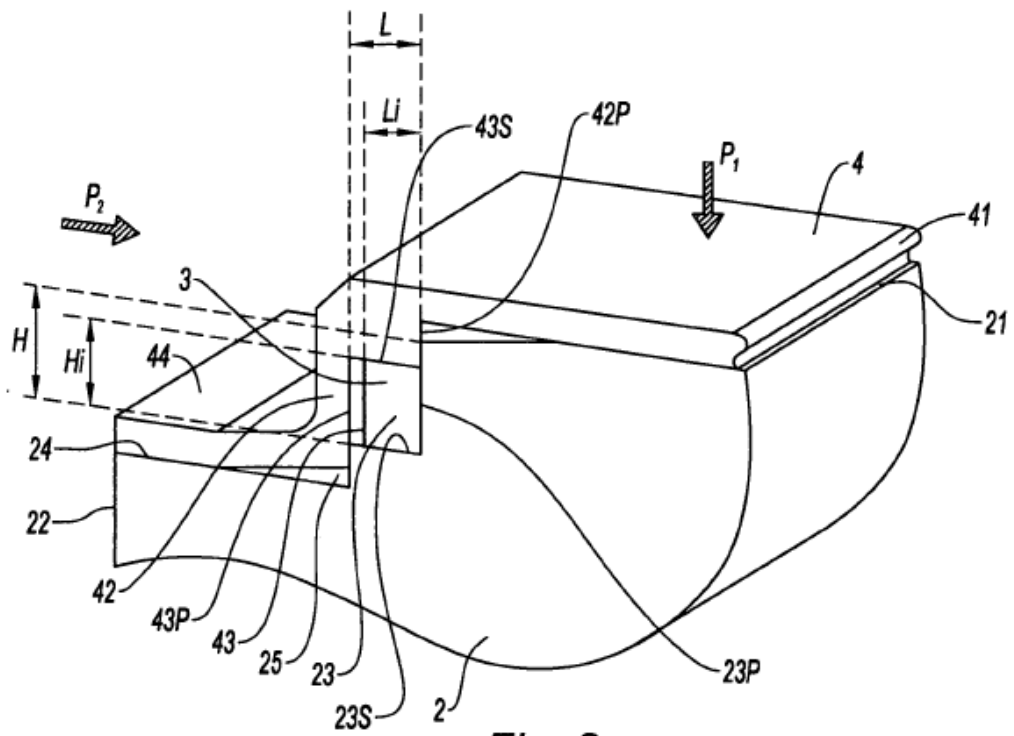


Fig. 3

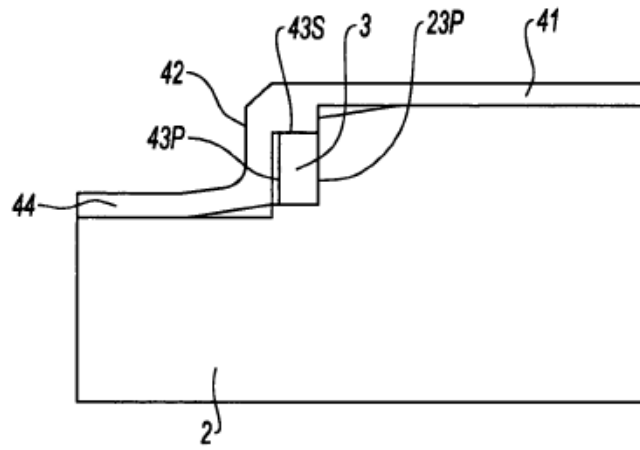


Fig. 4

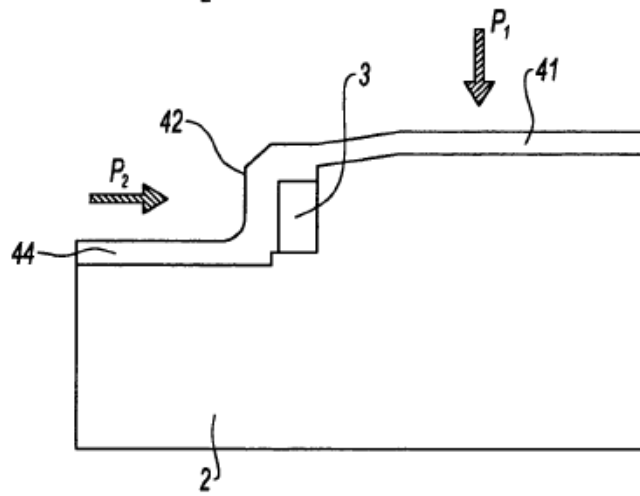


Fig. 5

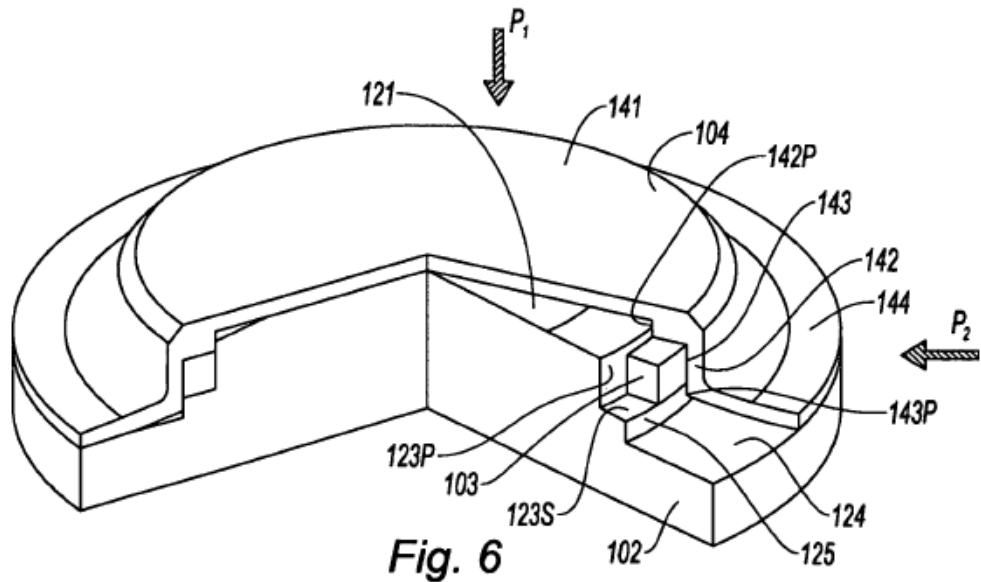


Fig. 6

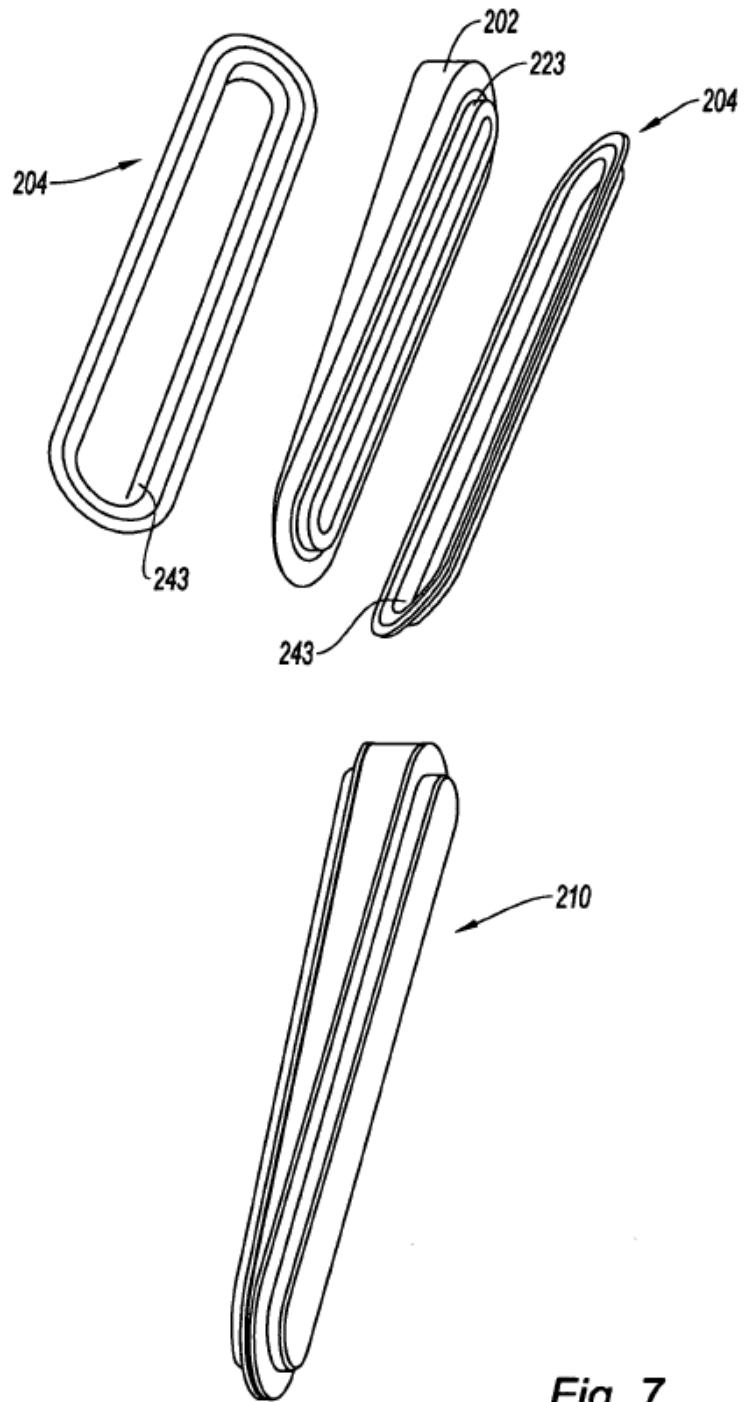


Fig. 7

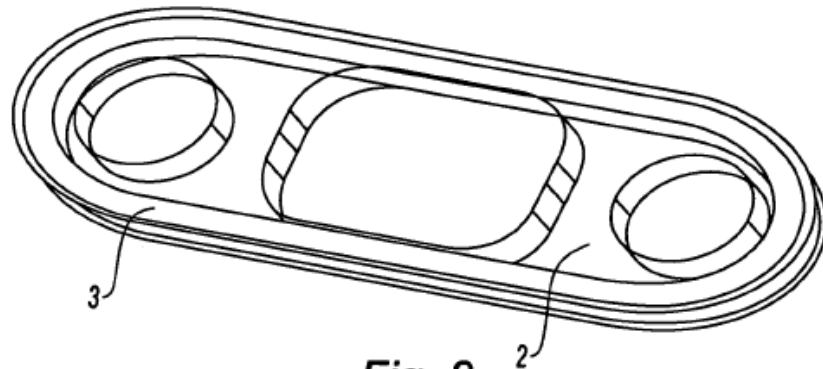


Fig. 8

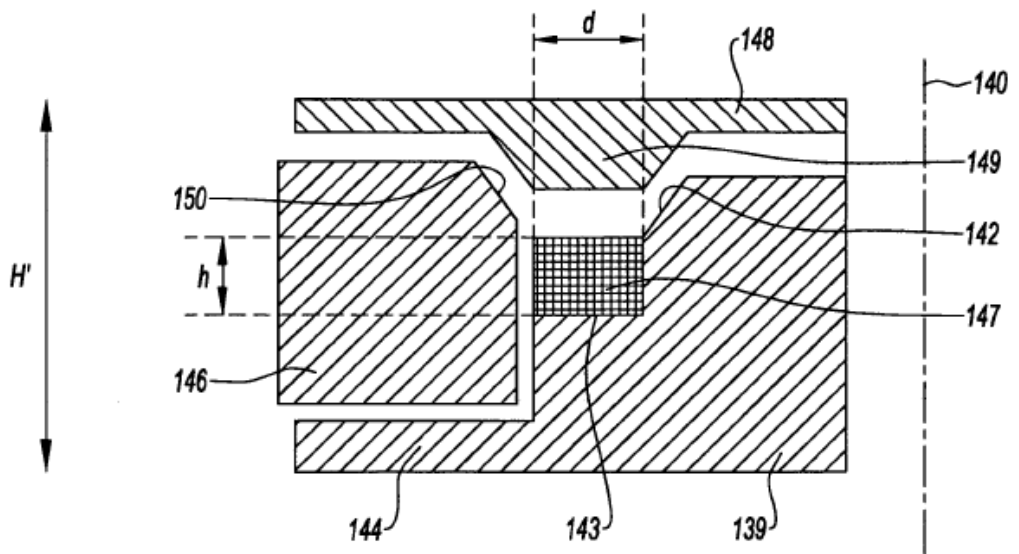


Fig. 2