

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 898**

51 Int. Cl.:
F01D 21/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08101816 .0**
96 Fecha de presentación: **21.02.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **1961923**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.08.2008**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de un cárter de turbina de gas en material compuesto y cárter así obtenido**

30 Prioridad:
23.02.2007 FR 0753449

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.07.2012

73 Titular/es:
**SNECMA
2, BOULEVARD DU GÉNÉRAL MARTIAL VALIN
75015 PARIS, FR**

72 Inventor/es:
**Coupe, Dominique;
Dambrine, Bruno;
Marlin, François;
Molinari, Olivier;
Phelippeau, Antoine y
Verseux, Philippe**

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 384 898 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 un cárter de turbina de gas en material compuesto y cárter así obtenido.

Antecedentes de la invención

5 La invención se refiere a los cárteres de turbinas de gas y, más particularmente, a los cárteres de retención para soplante de turbina de gas para motores aeronáuticos.

10 En un motor aeronáutico de turbina de gas, el cárter de soplante cumple varias funciones. Define la vena de entrada de aire en el motor, soporta un material abrasible enfrente de los vértices de los álabes de la soplante, soporta una estructura eventual de absorción de ondas sonoras para el tratamiento acústico a la entrada del motor e incorpora o soporta un escudo de retención. El escudo de retención constituye una trampa de fragmentos que retiene los fragmentos, tales como objetos tragados o fragmentos de álabes dañados, proyectados por centrifugación, con el fin de evitar que estos atraviesen el cárter y alcancen a otras partes de la aeronave.

15 De manera normal, un cárter de retención de soplante está formado por una pared metálica relativamente delgada, que define la vena de entrada y que soporta el material abrasible y el tratamiento acústico eventual, y por una estructura de escudo fijada sobre esta pared del lado exterior, al nivel de la soplante. Una estructura de escudo de ese tipo puede estar formada por capas de tejido de fibras. Se podrá hacer referencia, por ejemplo, a los documentos de patente de EE.UU. US 4 699 567, US 4 902 201 y US 5 437 538.

20 Se ha propuesto en el documento de patente europea EP 1 674 244 el realizar un cárter de retención de soplante de espesor constante en material compuesto de tipo fibras/resina mediante la realización de una preforma de fibras, impregnación por una resina y moldeo para obtener directamente una forma deseada. La preforma es realizada por una forma de trenzado triaxial.

El documento de patente de EE.UU. US 2006/0093847 se refiere también a la realización de un cárter de retención de soplante pero en forma de sobreespesores por medio de capas de alma en nido de abeja metálicas intercaladas entre capas de material compuesto fibras/resina ensambladas a aquellas por ejemplo por pegado.

25 El documento de patente europea EP 1 674 671 propone también el realizar un cárter de retención para soplante en un material compuesto de espesor variable, siendo el espesor más grande al nivel de la soplante. Capas de fibras de alma están superpuestas formadas por trenzas alineadas circunferencialmente. Se añaden otras capas de fibras formadas por fibras trenzadas enrolladas en espiral. Las capas de fibras están unidas por una resina termoendurecible. En caso de impacto, la energía cinética es disipada por delaminación, es decir descohesión entre las capas de fibras, fisuración de la resina y ruptura de fibras en última instancia.

30 Se conoce, por otro lado, de los documentos de patente de EE.UU. US 2005/084 377 y US 2006/257 260 un procedimiento que permite realizar una preforma de fibras para un álabe de soplante en material compuesto, siendo obtenida la preforma de fibras por tejido tridimensional directamente y en una sola pieza al hacer variar el espesor, anchura y armadura durante el tejido.

Objeto y resumen de la invención

35 La invención tiene como objetivo proponer un procedimiento de fabricación de un cárter de turbina de gas en material compuesto de espesor variable que tiene propiedades mejoradas tanto desde el punto de vista estructural como desde el punto de vista del comportamiento al impacto.

Este objetivo se alcanza gracias a un procedimiento que comprende la formación de un refuerzo de fibras por capas superpuestas de un tejido de fibras y la densificación del refuerzo de fibras por una matriz,

40 procedimiento en el cual el tejido de fibras es realizado por tejido tridimensional con espesor evolutivo y es enrollada en varias capas superpuestas sobre un mandril de un perfil que corresponde al del cárter a fabricar con el fin de obtener una preforma de fibras de espesor variable de una forma que se corresponde con la del cárter a fabricar.

El enrollamiento sobre un mandril de un tejido de espesor evolutivo permite disponer directamente de una preforma tubular que tiene el perfil deseado con espesor variable.

45 El enrollamiento de un tejido permite, además, disponer de hilos enrollados en dirección circunferencial que contribuyen a las propiedades estructurales deseadas del cárter sin que sea necesario, como éste parece ser el caso en el documento de patente europea EP 1 674 671 citada anteriormente, insertar hilos longitudinales en las trenzas.

50 Además, en el caso de un cárter de retención de soplante, se ha observado que la disipación de energía en el impacto se produce esencialmente por microfisuración de la matriz y no por delaminado, así pues, sin variación sustancial de la forma del cárter.

Ventajosamente, el tejido es tejido con arrastre de urdimbre sobre un tambor que tiene un perfil determinado en función del perfil del cárter a fabricar. Se realiza así un arrastre diferencial de hilos de urdimbre en función de sus trayectos circunferenciales diferentes durante el enrollamiento para formar la preforma.

5 Un preforma en una sola pieza puede ser obtenida por enrollamiento de tejido tridimensional de espesor evolutivo, comprendido cuando la preforma presenta localmente fuertes variaciones de espesor. Así, en el caso en el que el cárter a fabricar comprende al menos una brida, la preforma puede, ventajosamente, ser realizada en una sola pieza con una parte de preforma que corresponde a la brida del cárter. Una parte de preforma de brida puede, así, estar integrada directamente en la preforma de cárter, con hilos enrollados en dirección circunferencial en la preforma de brida que contribuyen a conferir las propiedades de comportamiento mecánico deseadas para la brida del cárter.

10 Más ventajosamente, el tejido de fibras es tejido con un espesor progresivamente creciente a partir de sus extremos longitudinales en las zonas adyacentes a sus extremos longitudinales.

El tejido de fibras puede ser formado por tejido tridimensional con armadura interlock.

15 La invención apunta, también, a un cárter de retención de soplante de turbina de gas que tiene un espesor variable y que es de un material compuesto con un refuerzo de fibras densificado por una matriz, en el cual el refuerzo de fibras está constituido por un tejido de espesor evolutivo formado por tejido tridimensional y enrollado en capas superpuestas.

La invención apunta también a un motor aeronáutico de turbina de gas que tiene un cárter de retención de soplante de ese tipo.

Breve descripción de los dibujos

20 La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción hecha a continuación, a título indicativo pero no limitativo, con referencia a los dibujos anexos, en los cuales:

- la figura 1 es una vista muy esquemática de una turbina de gas de motor aeronáutico;
- la figura 2 es una vista en semisección axial que muestra un perfil de cárter de retención para soplante de turbina de gas tal como el de la figura 1;
- 25 • la figura 3 es una vista en semisección axial que muestra un tambor de arrastre para el tejido tridimensional de un tejido de fibras destinado a la formación de una preforma de fibras de cárter tal como la de la figura 2;
- las figuras 4 y 5 ilustran esquemáticamente armaduras de tejido tridimensional de tipo interlock;
- 30 • la figura 6 es una vista en sección de una capa de el tejido de fibras obtenido por tejido con arrastre por el tambor de la figura 3;
- la figura 7 es una vista en semisección axial en escala agrandada que muestra un mandril de enrollamiento del tejido de fibras de la figura 3 para formar la preforma de cárter; y
- la figura 8 es una vista en semisección axial en escala agrandada de una preforma de cárter obtenida por enrollamiento de tejido de fibras sobre el mandril de la figura 7.

35 Descripción detallada de modos de realización de la invención

La invención se describe a continuación en el marco de su aplicación a la fabricación de un cárter de soplante de motor aeronáutico de turbina de gas.

40 Un motor de ese tipo, como el mostrado muy esquemáticamente en la figura 1, comprende desde aguas arriba hasta aguas abajo en el sentido de circulación del flujo gaseoso, una soplante 1 dispuesta a la entrada del motor, un compresor 2, una cámara de combustión 3, una turbina de alta presión 4 y una turbina de baja presión 5. Las turbinas HP y BP están acopladas respectivamente al compresor y a la soplante por árboles coaxiales respectivos.

El motor está alojado en el interior de un cárter que comprende varias partes que corresponden a diferentes elementos del motor. Así, la soplante 1 está rodeada por un cárter de soplante 10.

45 La figura 2 muestra un perfil de cárter de soplante 10 en material compuesto tal como el que puede ser obtenido por un procedimiento según la invención. La superficie interna 11 del cárter define la vena de entrada de aire. Puede estar dotada de una capa de revestimiento abrasible 12 en línea recta de la trayectoria de los vértices de los álabes de la soplante, estando un álabe 13 mostrado parcialmente de forma muy esquemática. El revestimiento abrasible está dispuesto pues sobre una parte solamente de la longitud (en dirección axial) del cárter. Un revestimiento de tratamiento acústico (no representado) puede, además, estar dispuesto sobre la superficie interna 11 especialmente

aguas arriba del revestimiento abrasible 12.

5 El cárter 10 puede estar dotado de bridas externas 14, 15 en sus extremos aguas arriba y aguas abajo con el fin de permitir su montaje y su conexión con otros elementos. Entre sus extremos aguas arriba y aguas abajo, el cárter 10 presenta un espesor variable, una parte sensiblemente central 16 del cárter que tiene un espesor más fuerte que las partes de extremo que se van conectando progresivamente a aquella.

La parte 16 se extiende a una y otra parte del emplazamiento de la soplante, hacia aguas arriba y aguas abajo, con el fin de formar un cárter de retención capaz de retener los fragmentos, partículas u objetos ingeridos en la entrada del motor, o que provienen del daño de los álabes de la soplante y proyectados radialmente por el giro de la soplante, para evitar que atraviesen el cárter y dañen otras partes de la aeronave.

10 El cárter 10 está realizado en material compuesto de refuerzo de fibras densificado por una matriz. El refuerzo es en fibras, por ejemplo de carbono, vidrio, aramida o cerámica y la matriz es en polímero, por ejemplo epóxido, bismaleimida o poliimida.

15 Según una particularidad de la invención, el refuerzo de fibras está formado por enrollado sobre un mandril de un tejido de fibras realizado por tejido tridimensional con espesor evolutivo, teniendo el mandril un perfil que se corresponde con el del cárter a realizar. Ventajosamente, el refuerzo de fibras constituye una preforma de fibras tubular completa del cárter 10 que forma una sola pieza con las partes de refuerzo que corresponden a las bridas 14,15.

20 El tejido tridimensional está realizado con arrastre de los hilos de urdimbre sobre un tambor cuyo perfil es escogido en función del perfil del cárter a realizar. No es necesario escoger un tambor que tenga, como el mandril de enrollamiento, un perfil que reproduzca el de la superficie interna del cárter a realizar. En efecto, por deseo de comodidad, se podrá utilizar un tambor de arrastre, durante el tejido, que tenga un diámetro medio mucho más pequeño que el de la superficie interna del cárter a realizar. El perfil del tambor de arrastre es entonces escogido para que el tejido obtenido tome fácilmente la forma deseada durante su enrollamiento ulterior sobre el mandril de conformado. De esta manera, igualmente, como se describe más adelante, se puede también formar más fácilmente las partes de borde del tejido destinadas a constituir las partes de preforma que corresponden a las bridas.

25 La figura 3 muestra un ejemplo de tambor de arrastre 20 utilizable para el tejido de un tejido de fibras que permita, por enrollamiento sobre un mandril, obtener una preforma de fibras completa para el cárter 10 de la figura 2. La parte central 21 del tambor 20 se conecta progresivamente con las partes laterales 23, 25 que tienen un diámetro inferior al de la parte central 21, las partes laterales 23, 25 se conectan a las partes de extremo respectivas 27, 29 cuyo diámetro crece de manera sensible en dirección a los extremos axiales del tambor 20.

30 El tejido tridimensional del tejido de fibras puede ser realizado con una armadura de tipo interlock con varias capas de hilos de urdimbre y de hilos de trama. Se confiere al tejido tridimensional un espesor variable, o evolutivo, que permita obtener por enrollamiento ulterior una preforma de espesor variable que se corresponde con la del cárter a fabricar. Los hilos de urdimbre son arrastrados por el tambor 20, siendo enrollado el tejido de fibras sobre el tambor a medida de su tejido.

35 Las figuras 4 y 5 muestran ejemplos de armaduras interlock para dos partes de espesores diferentes del tejido de fibras, respectivamente una parte central, más gruesa, y partes laterales menos gruesas. En las figuras 4 y 5, los hilos de trama están en sección. Un tejido tridimensional con armadura interlock es un tejido en el cual cada hilo de urdimbre une entre ellas varias capas de hilos de trama, siendo idénticos los trayectos de los hilos de urdimbre. Un aumento/disminución progresiva del espesor se obtiene por añadido/retirada de una o varias capas de hilos de urdimbre y de trama.

Otros modos de tejido tridimensional son imaginables tal como por ejemplo tejidos multicapa con armaduras multi-satén o multi-tela. Armaduras de este tipo están descritas en el documento de patente PCT/FR/2006/050617.

40 La figura 6 muestra esquemáticamente en sección una capa del tejido de fibras 30 tal como la obtenida sobre el tambor 20 por tejido tridimensional. El tejido 30 comprende una parte central 31 de espesor más grueso que las partes laterales adyacentes 33, 35, las cuales se terminan por las partes de extremo 37, 39 que se elevan hacia el exterior.

Para obtener la preforma de fibras de cárter deseada, el tejido de fibras 30 es enrollado en capas o espiras superpuestas sobre un mandril tal como el mandril 40 de la figura 7.

50 El mandril 40 presenta una superficie exterior 42 cuyo perfil corresponde al de la superficie interna del cárter a realizar y dos rebordes laterales 44, 45.

55 Por su enrollamiento sobre el mandril 40, el tejido 30 se amolda al perfil de aquél y las partes de extremo 37, 39 se levantan, apoyándose sobre los rebordes 44, 45 para formar las partes de preformas que corresponden a las bridas 14, 15 del cárter (figura 7). Se obtienen así partes de preformas 37, 39 que se extienden radialmente sin transición brusca al nivel de los bordes del tejido de fibras tal como se ha tejido, lo que habría planteado problemas de

realización durante el tejido tridimensional.

La figura 8 muestra una vista en sección de la preforma de fibras 50 obtenida después del enrollamiento del tejido de fibras 30 en varias capas sobre el mandril 40. El número de capas o espiras es función del espesor deseado y del espesor del tejido de fibras; preferentemente, es la menos igual a 2. En las partes terminales adyacentes a sus extremos longitudinales, se puede conferir al tejido de fibras un espesor progresivamente creciente a partir de los extremos longitudinales y la longitud del tejido de fibras puede entonces ser escogida de manera que las partes terminales se encuentren diametralmente opuestas, de suerte que puede evitarse un sobreespesor notable al nivel de los extremos del tejido enrollado.

Se obtiene una preforma de fibras 50 con una parte central 56 de espesor más grueso, que corresponde a la parte 16 del cárter y partes de extremo 54, 55 que corresponden a las bridas 14, 15.

Mientras es mantenida la preforma 50 sobre el mandril 40, se realiza una impregnación por una resina. A este efecto, se aplica sobre la preforma una envoltura flexible o vejiga. La impregnación puede ser ayudada por el establecimiento de una diferencia de presión entre el volumen delimitado por el mandril, y la vejiga en la cual se encuentra la preforma, y el exterior. Después de la impregnación, se realiza una etapa de polimerización de la resina.

Se obtiene entonces directamente una pieza en bruto que permite obtener el cárter deseado después de un mecanizado de terminación.

Los hilos de urdimbre del tejido de fibras son enrollados en dirección circunferencial y contribuyen a dar resistencia mecánica deseada al cárter, comprendido al nivel de las bridas en donde los hilos de urdimbre están presentes.

La continuidad circunferencial del tejido de fibras permite conferir una buena resistencia al impacto sin delaminado o prácticamente sin delaminado (separación entre capas superpuestas), produciéndose el daño por impacto por microfisuración de la matriz. Así, la geometría del cárter se conserva.

Se ha comparado el comportamiento al impacto de un material compuesto de cárter de soplante de acuerdo con la invención con el de una aleación de aluminio "6061" utilizada en servicio actualmente para los cárteres de soplante de motores del tipo "CFM56-7" de la sociedad CFM International. El material compuesto estaba constituido por un refuerzo de fibras formado por capas superpuestas de un tejido tridimensional con armadura interlock en fibras de carbono y por una matriz epóxi.

A masa superficial igual, la energía de perforación medida sobre las placas de los dos materiales ha sido de 3.000 J para el material compuesto, en comparación con 1.500 J para la aleación de aluminio.

En lo que precede, se ha examinado una realización de la preforma del cárter en una sola pieza con partes de preformas que corresponden a las bridas eventuales del cárter. Como variante, la o cada una de las partes de preforma que corresponde a una brida podrá ser realizada separadamente, por ejemplo por sobrebobinado de una banda de tejido de fibras en un extremo de la preforma. La banda de tejido de fibras puede ser de un tejido bidimensional o tridimensional. La unión entre la banda de tejido de fibras bobinada puede ser realizada por costura o por implantación de elementos rígidos, por ejemplo, de carbono.

Por otro lado, de manera conocida de por sí, el cárter podrá estar dotado de tensores fijados sobre la superficie externa.

El procedimiento descrito arriba es particularmente conveniente para la realización de cárteres de soplante de motor de avión de turbina de gas. No obstante, podrá utilizarse también para otros cárteres o elementos de cárteres de turbina de gas, principalmente de motores aeronáuticos de turbina de gas, tales como cárteres de toberas o de mezcladores.

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento de fabricación de un cárter (10) en material compuesto de espesor variable para una turbina de gas, que comprende la formación de un refuerzo de fibras por capas superpuestas de un tejido de fibras y la densificación del refuerzo de fibras por una matriz,
- 5 caracterizado por que el tejido de fibras (30) está realizado por tejido tridimensional con espesor evolutivo y es enrollado en varias capas superpuestas sobre un mandril (40) de perfil que corresponde al del cárter a fabricar, con el fin de obtener un preforma de fibras (50) de espesor variable de una forma que corresponde a la del cárter a fabricar.
- 10 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el tejido de fibras (30) es tejido con appel en urdimbre sobre un tambor (20) que tiene un perfil determinado en función del perfil del cárter a fabricar.
- 3.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2 para la fabricación de un cárter (10) que comprende al menos una brida de fijación o de unión (14, 15), caracterizado por que la preforma es realizada en una sola pieza con una parte de preforma (54, 55) que corresponde a la brida del cárter.
- 15 4.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el tejido de fibras (30) es tejido con un espesor progresivamente creciente a partir de sus extremos longitudinales en zonas adyacentes a sus extremos longitudinales.
- 5.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la preforma es formada por tejido tridimensional con armadura interlock.
- 20 6.- Cárter de retención de soplante de turbina de gas que tiene un espesor variable y que es de un material compuesto con un refuerzo de fibras densificado por una matriz,
- caracterizado por que el refuerzo de fibras (50) comprende una textura de espesor evolutivo formado por tejido tridimensional y enrollado en capas superpuestas.
- 7.- Cárter según la reivindicación 6, que comprende al menos una brida (14, 15), caracterizado por que el refuerzo de fibras (50) es de una sola pieza con una parte de refuerzo de brida (54. 55).
- 25 8.- Motor aeronáutico de turbina de gas que tiene un cárter de retención de soplante según una cualquiera de las reivindicaciones 6 y 7:

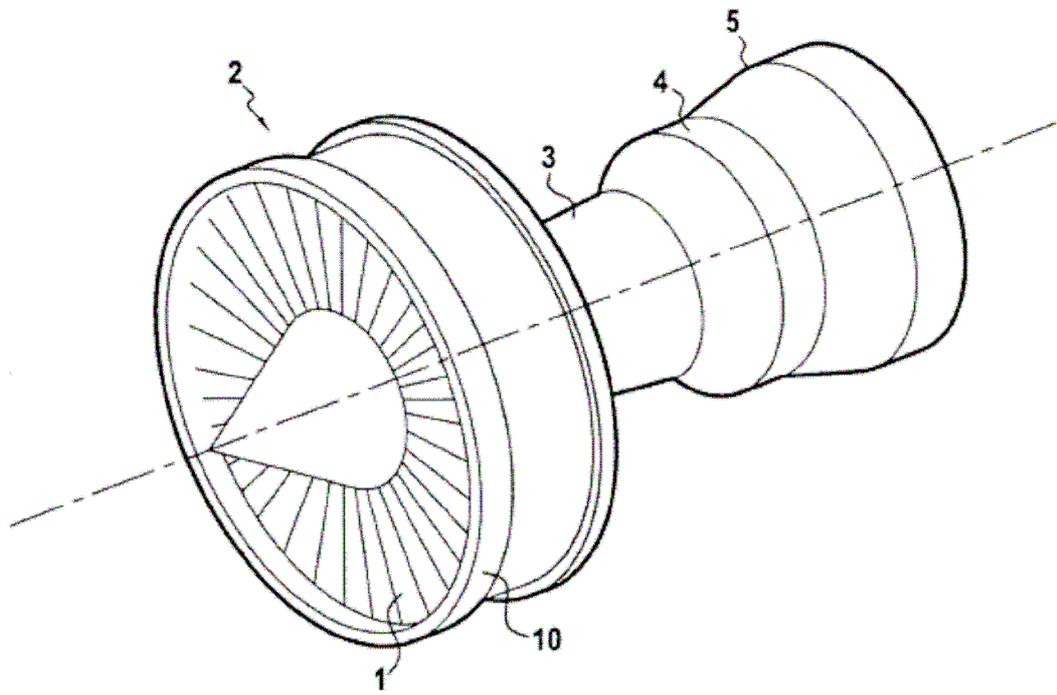


FIG.1

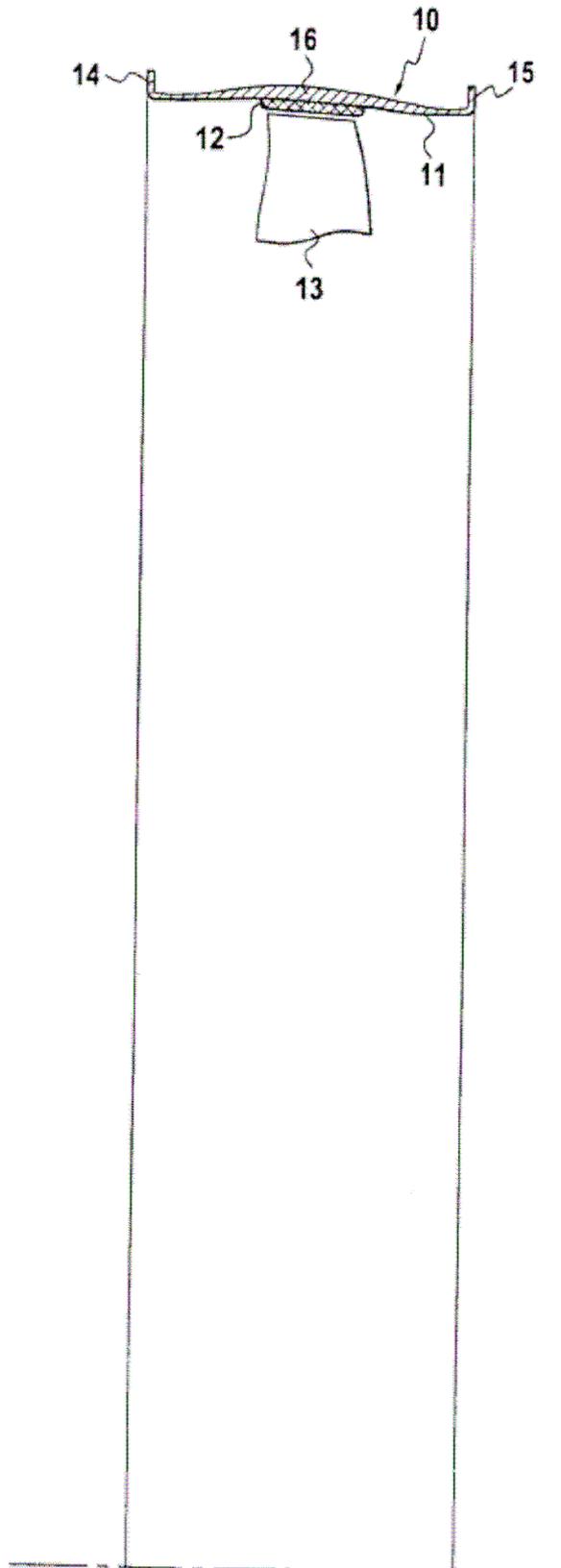


FIG.2

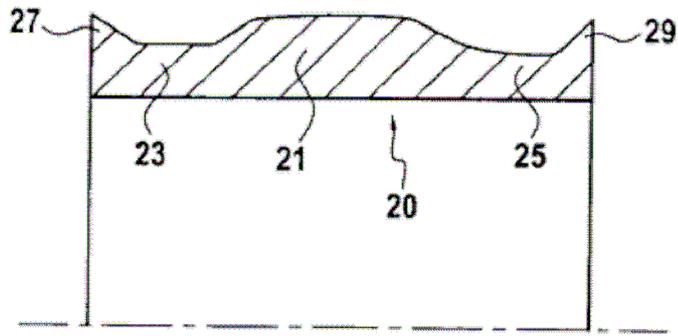


FIG.3

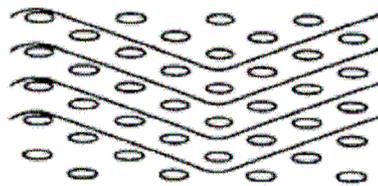


FIG.4

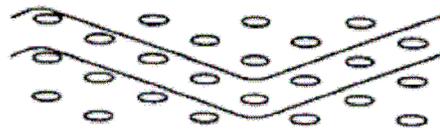


FIG.5

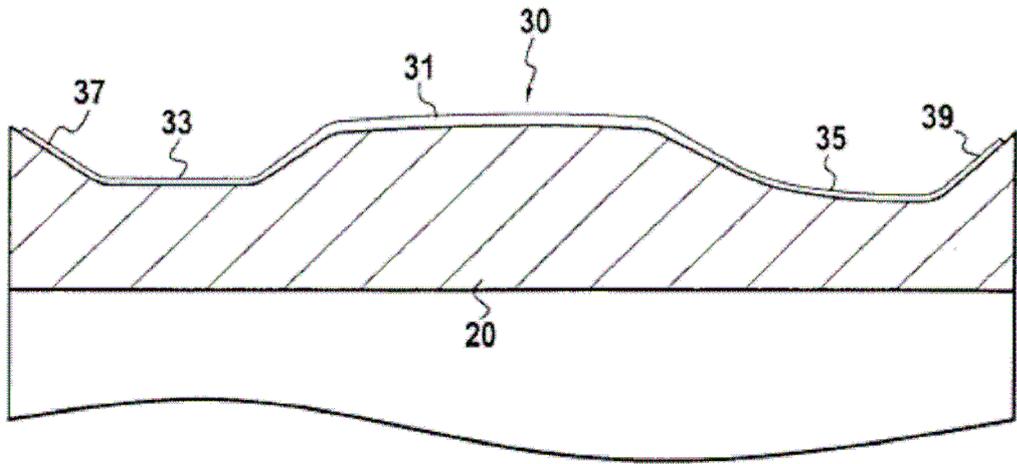


FIG.6

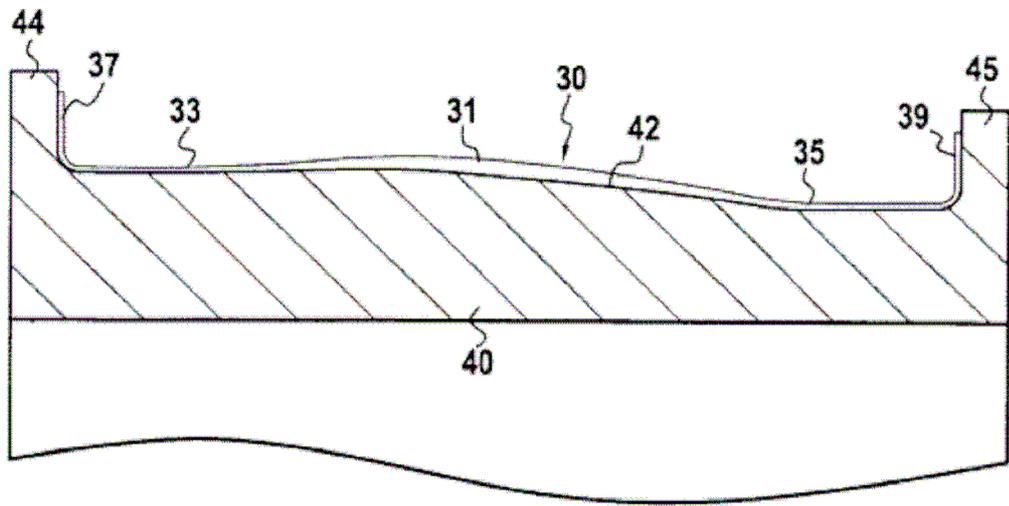


FIG.7

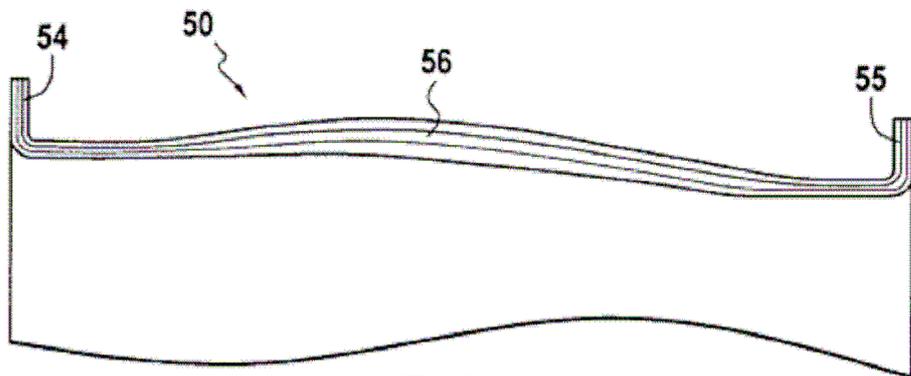


FIG.8