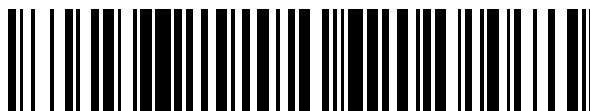


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 592**

51 Int. Cl.:

B29C 70/44 (2006.01)

B29C 70/48 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.10.2008 E 08847432 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2013 EP 2217430**

54 Título: **Aparato para la infusión de resina en una preforma en un molde cerrado**

30 Prioridad:

08.11.2007 IT TO20070796

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

24.10.2013

73 Titular/es:

**ALENIA AERMACCHI S.P.A. (100.0%)
Via Ing. Paolo Foresio 1
21040 Venegono Superiore (Varese), IT**

72 Inventor/es:

**DE VITA, VINCENZO;
BENEVENTI, FRANCESCO y
RAFFONE, MARCO**

74 Agente/Representante:

PÉREZ BARQUÍN, Eliana

ES 2 426 592 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

Aparato para la infusión de resina en una preforma en un molde cerrado

5 La presente invención se refiere a una herramienta para la infusión de una resina en una preforma hecha de material fibroso, comprendiendo la herramienta un molde que puede cerrarse alrededor de la preforma y en el cuerpo del cual está formado al menos un conducto de entrada para permitir que la resina se inyecte en el molde de manera que pueda fundirse en la preforma.

10 La necesidad de reducir peso y eliminar problemas de corrosión de estructuras aeronáuticas ha conducido a la industria a construir fuselajes de aeronaves comerciales de material compuesto.

Entre los elementos estructurales que constituyen el fuselaje, existen algunos que, en el estado actual de la técnica, están hechos de una aleación ligera. El uso de dichos elementos metálicos en contacto con las estructuras compuestas conduce a problemas de acoplamiento galvánico con riesgo de corrosión del metal y la necesidad de aumentar los niveles de inspección, junto con los costes relacionados para las aerolíneas.

15 Por lo tanto, ha surgido la necesidad de fabricar aquellos componentes que están típicamente diseñados y contruidos de metal también de material compuesto, superando algunos problemas materiales y de proceso, tales como:

- control altamente preciso de las superficies para interconectar con otras piezas del fuselaje,
- orientación de la fibras, que a menudo es polar y no cartesiana,
- 25 - requisitos de resistencia al fuego con liberación limitada de humo y otros elementos tóxicos.

Actualmente, la tecnología permitirá que dichos componentes se hagan de materiales pre-impregnados, pero no permite la orientación curvada de las fibras; o bien permitirá el uso del proceso de "moldeo por transferencia de resina" (MTR) que permite que las preformas de refuerzo de fibra de carbono secas situadas en el molde de curación se infundan con la resina. Esto permitirá tanto un control preciso de las superficies como el uso de refuerzos con orientaciones de las fibras curvadas.

30 Sin embargo, este proceso tiene la siguiente desventaja estructural: para permitir el flujo de resina durante el proceso de MTR es necesario usar resinas altamente fluidas que, por lo tanto, no pueden contener elementos endurecedores que son necesarios para mejorar las propiedades, tales como compresión después de impacto o propiedades de baja inflamabilidad. Una alternativa es usar resinas cuyo endurecedor esté tejido en la preforma y después pueda disolverse en la resina tras la infusión. Sin embargo, este proceso hace que la producción de la preforma sea más compleja y costosa.

40 El documento US 2007/0090562 A1 desvela una herramienta, como se define en el preámbulo de la reivindicación 1, para la infusión de una resina en una preforma hecha de material fibroso. Se desvela otra herramienta en el documento DE 196 30 840 C1.

45 Por lo tanto, el objeto de la presente invención es poner a disposición una herramienta que, por un lado, permita el control de las superficies del componente a producir y, por el otro lado, también permita la infusión de resinas que contienen agentes endurecedores.

50 Este objeto se consigue, de acuerdo con la invención, mediante una herramienta como se define en la reivindicación 1.

Para superar los problemas de la técnica anterior, la presente invención se basa por lo tanto en un molde cerrado para la infusión de una preforma seca con resina que también está endurecida y tiene preferiblemente una forma de película, y que está colocada en depósitos adecuados (por ejemplo, espacios o cámaras) formados en el molde. En particular, la resina puede colocarse en los depósitos durante la preparación de una bolsa de vacío. Durante la etapa de calentamiento y presurización en un autoclave, la resina se inyecta en el molde, infiltrándose en la preforma y consolidando el componente durante la polimerización.

60 Por lo tanto, las ventajas de la invención son:

- el uso de una boca cerrada para el control de las superficies de acoplamiento;
- el uso de un proceso de "Infusión de Película de Resina" para poder infundir también la resina endurecida con un buen rendimiento estructural y con propiedades adecuadas para los estándares FST (llama, humo, toxicidad);
- 65 - el posible uso de preformas secas con orientaciones polares/curvadas, por ejemplo, tales como las producidas por

"colocación de haces secos" (es decir, las producidas a partir de un haz de fibras por un proceso de costura con maquinaria altamente automatizada) que permiten optimizar la disposición y orientación de las fibras; este método se describe en la patente europea nº EP-A-1584462 del solicitante titulada "A method for the manufacture of a dry reinforcing preform for a composite structural member of an aircraft".

5 Un objeto adicional de la invención es un método para la fabricación de un elemento estructural, como se define en la reivindicación 7.

Se definen realizaciones preferidas de la invención en las reivindicaciones dependientes.

10 A continuación, se describirá una realización preferida, pero no limitante, de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

15 - la figura 1 es un diagrama conceptual que ilustra el principio subyacente de la presente invención,

- la figura 2 es una vista en planta simplificada de una preforma para la fabricación de un marco de ventana de aeronave,

20 - la figura 3 es una vista en perspectiva simplificada de una herramienta de acuerdo con la invención, diseñada para la fabricación de un marco de ventana de aeronave, en una configuración cerrada,

- la figura 4 es una vista en perspectiva que muestra un detalle de la herramienta de la figura 3, en una escala ampliada,

25 - la figura 5 es una vista simplificada en sección y despiezada de una porción de la herramienta de la figura 3 sobre la que se disponen preformas para la fabricación de un marco de ventana,

- la figura 6 es una vista en perspectiva que muestra, en una escala ampliada, una porción de la herramienta de la figura 3 en la que se montan preformas par la fabricación de un marco de ventana, y

30 - la figura 7 es una vista en perspectiva que muestra una porción de la herramienta de la figura 3 en una escala ampliada.

35 La figura 1 es un diagrama conceptual que ilustra el principio subyacente de la presente invención. Muestra, en sección, una herramienta 1 para la fabricación de un elemento hecho de material compuesto y que tiene, por ejemplo, una sección transversal con forma de T. La herramienta mostrada en la figura 1 comprende una plataforma 2 y un molde 3 que se sitúa sobre la plataforma 2. El molde 3 comprende una pluralidad de porciones 3a, 3b, 3c que se cierran alrededor de una preforma P de material fibroso que tiene la forma en sección transversal T deseada. En particular, en la realización mostrada, el molde 3 comprende una porción hembra 3a, en la que se forma una concavidad 4 para alojar una porción de cabezal de la sección en T de la preforma P, y dos porciones de cubierta 3b y 3c que pueden situarse en la porción hembra 3a de forma coordinada para encerrar una porción de pata de la sección en T de la preforma P lateralmente. Se proporcionan medios convencionales (no mostrados) para el posicionamiento y fijación recíproca de las diversas porciones del molde.

45 Al menos un conducto de entrada 5, y preferiblemente varios conductos de entrada 5, están formados en el cuerpo del molde 3; un conducto es visible en la sección transversal de la figura 1. Cuando las porciones 3a, 3b y 3c se unen para cerrar el molde 3, los conductos de entrada 5 conectan la concavidad 4 a al menos un depósito 10 adecuado para contener una resina para la infusión de la preforma P. En el ejemplo mostrado, el depósito 10 está construido en forma de un espacio o cámara formada en una superficie expuesta del molde 3, en particular, la superficie superior de una de las porciones de cubierta 3b, 3c del molde 3. Por lo tanto, los conductos de entrada 5 permiten que la resina se inyecte en el molde de manera que la resina pueda fundirse en la preforma P.

55 Al menos un conducto de salida 15, y preferiblemente varios conductos de salida 15, se forman en el cuerpo del molde 3 (el número y posiciones de los conductos de entrada y de salida depende de la geometría de la pieza); un conducto de salida 15 es visible en la sección transversal de la figura 1. Cuando las porciones 3a, 3b y 3c se unen para cerrar el molde 3, los conductos de salida 15 conectan la concavidad 4 al exterior del molde 3. En el ejemplo mostrado, se forma un conducto de salida 15 en la porción hembra 3a del molde 3 y se forma otro conducto de salida 15 naturalmente por el espacio entre las porciones de cubierta 3b y 3c del molde 3 en la que se encierra la porción de pata de la sección en T de la preforma P. Por lo tanto, los conductos de salida 15 permiten descargar el exceso de resina de la manera que se describe más adelante.

60 El proceso de la infusión de la resina en la preforma P proporciona una etapa de calentamiento y presurización en la que la herramienta 1 se inserta en un autoclave (no mostrado).

65 Antes de esta etapa, la herramienta 1 se equipa con una bolsa de vacío. Una película de resina 20, en particular resina endurecida, se coloca en el depósito 10, envuelto en una capa separadora 21, por ejemplo, de etilenpropileno

fluorado (FEP), cuya boca se conecta de forma estanca a la boca del conducto 5.

Una capa 31 (una capa de drenaje) de material, por ejemplo, fibra de vidrio adecuada para absorber el exceso de resina, se dispone en la boca del conducto de salida 15 que se forma en la porción hembra 3a del molde 3.

5 Una capa separadora 32 permeable a la resina (una capa de fácil liberación) se dispone en la boca del conducto de salida 15 que se forma entre las porciones de cubierta 3b y 3c y una placa metálica perforada 33 (una placa metálica) y una capa de drenaje 31 para la absorción del exceso de resina se superponen sobre la misma.

10 Después, se disponen tiras de caucho no siliconado (caucho airpad) 34 alrededor de las bocas de los conductos de salida 15. Después, una película separadora perforada 36, por ejemplo de FEP, para la circulación de los gases que se liberan durante el curado se fija sobre las tiras 34 por medio de cinta adhesiva 37.

15 Después, una capa de tejido de aireación (airweave) 38 se dispone sobre todo el molde 3 y, finalmente, una película de bolsa 39 se sitúa sobre el mismo y se sella periféricamente sobre la plataforma 2 por medio de una banda de sellado periférica 39a. La película de bolsa 39 se proporciona convencionalmente con válvulas de vacío (no mostradas) que después se conectan a un sistema de vacío. La aplicación de vacío ayuda a favorecer el flujo de la resina en su trayecto en el interior del molde hacia el conducto de salida.

20 El calentamiento y la presurización en el autoclave se programan para producir la fluidización de la resina en el depósito 10 y después la transferencia de la resina a través del conducto de entrada 5 y, por lo tanto, su inyección en el molde 3 para alcanzar el asiento en el que la preforma P se aloja, y la infusión posterior de la resina en la preforma P. El exceso de resina se descarga a través de los conductos de salida 15 y se absorbe por las capas 31 dispuestas en las salidas de los conductos. Naturalmente, el calentamiento y la presurización también se programan
25 para dar lugar a la polimerización de la resina y, por lo tanto, la solidificación de la preforma infundida P para producir el elemento estructural que se va a fabricar.

30 Como puede observarse, la disposición de los depósitos 10 en el molde 3, y por lo tanto, cercanos a la preforma P que se va a infundir, permite un proceso de infusión en un molde cerrado que se usará incluso con resinas altamente viscosas, tales como resinas que contienen un agente endurecedor.

Además, la disposición de los depósitos 10 de acuerdo con la forma de la preforma P encerrada en el molde 3 permite que la resina se distribuya lo más uniforme posible a través de la preforma P.

35 El principio subyacente de la presente invención se ha aplicado por los inventores a la producción de un marco de ventana de aeronave.

El marco se produce a partir de cuatro preformas de fibra de carbono A, B, C, D que tienen una forma anular y alargada en una vista en planta, como en la realización ilustrada en la figura 2.

40 Estas preformas secas se producen por medio de un proceso de costura, tal como el que se describe en la patente europea nº EP-A-1584462, en virtud de la cual se disponen haces de fibra de carbono en capas superpuestas con fibras orientadas en las direcciones deseadas, y se mantienen juntas por un hilo de costura de nylon.

45 Después, las preformas secas A, B, C, D se sitúan en una herramienta de curado 101, mostrada en las figuras 3 y 4.

La herramienta de curado 101 se forma de acuerdo con el principio que se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 1 pero adaptada para la geometría específica del elemento estructural que se va a producir. Por lo tanto, comprende una plataforma 102 y un molde 103 situado sobre la plataforma 102. El molde 103 comprende dos porciones 103a y 103b. La porción 103a constituye una porción hembra del molde que se fija a la plataforma 102 y puede recibir las preformas A, B, C, D, junto con un elemento de conformado interno M de material expandido, de acuerdo con la disposición mostrada en la figura 5. La porción 103b del molde 103 constituye una porción de cubierta adecuada para situarse en la porción hembra 103a de forma coordinada para encerrar las preformas A, B, C, D montadas en la porción hembra 103a.

55 Se muestra una concavidad 104 que se forma en la porción hembra 103a del molde 103 y se extiende en un anillo alrededor de esta porción 103a en las figuras 5 y 7. Un surco central 104a que está formado a lo largo de la concavidad 104 y se extiende a lo largo de ésta en un anillo se sitúa en una posición transversal sustancialmente intermedia con respecto a los lados interno y externo de la concavidad 104. La superficie base de la concavidad 104 se inclina desde los lados interno y externo de la concavidad 104 hacia el surco central 104a, como puede observarse claramente en la figura 5. La concavidad 104 con el surco 104a sirve para el montaje de las preformas A, B, C, D con el elemento de conformado M. Las preformas se disponen en sucesión, estando sus formas ajustadas para encajar las piezas subyacentes. El surco 104a y el elemento de conformado M permiten la geometría con forma de "omega" requerida para el marco de ventana que se va a obtener. Se proporcionan esquinas de ubicación del
60 metal (no mostradas) para el posicionamiento y fijación de la cubierta 103b sobre la porción hembra 103a del molde 103.
65

Una pluralidad de conductos de entrada 105 que se forman en la porción hembra 103a del molde 103 pueden observarse en las figuras 6 y 7. Los conductos de entrada 105 están formados por dos filas de aberturas radiales dispuestas a lo largo de un par de paredes 106, 107 que delimitan la concavidad 104 sobre el lado interno y sobre el lado externo, respectivamente. Las dos filas de conductos de entrada 105 conectan la concavidad 104, respectivamente, a un depósito interno 108 y a un depósito externo 109 que son adecuados para contener la resina para la infusión de las preformas A, B, C, D. Los depósitos 108 y 109 se construyen en forma de espacios anulares o cámaras formadas en una superficie expuesta del molde 103, en particular, la superficie superior de la porción hembra 103a del molde 103, y se disponen concéntricamente con respecto a la concavidad 104. Por lo tanto, los conductos de entrada 105 permiten que la resina se inyecte en el molde de manera que la resina pueda infundirse en las preformas A, B, C, D. Esto se ilustra claramente en la figura 6 que muestra el conjunto G formado por las preformas A, B, C, D dispuestas para llenar la concavidad 104 (que, por lo tanto, está oculta a la vista), sobre cuyos dos lados se disponen los conductos de entrada 105.

Una pluralidad de conductos de salida 115, que también están formados en la porción hembra 103a del molde, puede observarse en las figuras 5 y 7. Los conductos de salida 115 están formados por una fila de orificios dispuestos a lo largo de la base del surco 104a. Los conductos de salida 115 conectan la concavidad 104 con el exterior del molde 103. Por lo tanto, los conductos de salida 115 permiten que el exceso de resina se descargue de la forma que se describe a continuación.

Una vez que las preformas A, B, C, D se han montado con el elemento de conformado M sobre la porción hembra 103a del molde 103, la herramienta 101 se cierra mediante la colocación de la cubierta 103b que cubre la concavidad 104, dejando expuestos los depósitos 108, 109.

La resina, en forma de película, se coloca en los depósitos 108 y 109. Antes del ciclo en autoclave, se prepara una bolsa de vacío de una manera similar a la que se ha descrito anteriormente. Durante el ciclo de consolidación en el autoclave, el efecto combinado de la presión y de la temperatura favorece la infusión de las preformas y la polimerización de la resina; en particular, durante la primera fase de calentamiento, la temperatura favorece la fusión de la resina que está presente en los depósitos 108 y 109 y la presión favorece el flujo de la resina en el molde 103; por lo tanto, el trayecto de la resina está constituido por los conductos de entrada laterales 105 y por los conductos de salida 115 en la base del surco 104a.

La polimerización de la resina y la posterior consolidación del elemento estructural (el marco de ventana) tiene lugar durante la segunda fase del ciclo de curado en virtud de la temperatura y la presión del autoclave.

Además de las ventanas que se han descrito anteriormente, la presente invención, aplicada a la fabricación de un marco de ventana de aeronave, también tiene las siguientes ventajas.

En primer lugar, permite la fabricación de ventanas de fibra de carbono estructuralmente portantes de carga que pueden usarse para aeronaves civiles para reducir la carga sobre la estructura del fuselaje (por ejemplo, actualmente el 787 tiene marcos que no son portantes de carga y que necesitan un aumento considerable del grosor de los paneles del fuselaje).

Todo esto se traduce en una ventaja del rendimiento estructural que puede aproximarse a una reducción del 25% en peso en comparación con un marco de aluminio convencional.

Al mismo tiempo, también hay una reducción del coste que se debe a dos factores: por un lado, las materias primas que, para un proceso de infusión y para volúmenes de producción que no son excesivamente altos, tienen un coste inferior en comparación con el uso de material pre-impregnado; por otro lado, la reducción del peso de un gran número de ventanas permite un ahorro de combustible de la aeronave.

REIVINDICACIONES

1. Una herramienta (1; 101) para la infusión de una resina en una preforma (P; A, B, C, D) hecha de material fibroso, comprendiendo la herramienta un molde (3; 103) que puede cerrarse alrededor de la preforma y en el cuerpo del cual está formado al menos un conducto de entrada (5; 105) para permitir que la resina se inyecte en el molde de manera que la resina pueda infundirse en la preforma, estando la herramienta equipada con una bolsa de vacío (39) que favorece el flujo de la resina en su trayecto en el interior del molde hacia un conducto de salida (15) formado en el cuerpo del molde, en la que al menos un depósito (10; 108, 109) que puede contener la resina, también está formado en el cuerpo del molde y está conectado al el al menos un conducto de entrada, y en la que el molde puede insertarse en un autoclave y el al menos un depósito está configurado para permitir la transferencia de la resina desde el al menos un depósito hasta el al menos un conducto de entrada bajo el efecto de la temperatura y de la presión que se producen en el autoclave, permitiendo así que la resina se inyecte en el molde, en la que el al menos un depósito está construido como un espacio o cámara formada en una superficie superior del molde; caracterizada porque la resina, en particular resina endurecida, está en forma de película y se posiciona en el depósito envuelto en una bolsa separadora (21), cuya boca está conectada de forma estanca a una boca del al menos un conducto de entrada.
2. Una herramienta de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el molde comprende una porción hembra (3a; 103a) adecuada para recibir la preforma, y una porción de cubierta (3b, 3c; 103b) adecuada para situarse sobre la porción hembra de forma coordinada para encerrar la preforma.
3. Una herramienta de acuerdo con la reivindicación 2, en la que el molde (103) es adecuado para una preforma que tiene una forma anular, una concavidad (104) para recibir la preforma que está formada en la porción hembra (103a) del molde (103) y se extiende en un anillo en la porción hembra (103a), y en el que el al menos un depósito comprende un par de depósitos (108, 109) que están formados en la porción hembra del molde y se disponen concéntricamente y en lados opuestos transversalmente de la concavidad, estando los depósitos conectados a la concavidad por medio de filas respectivas de aberturas (105) dispuestas en lados opuestos transversalmente de la concavidad.
4. Una herramienta de acuerdo con la reivindicación 3, en la que se forma un surco central (104a) a lo largo de la concavidad (104), extendiéndose el surco central (104a) en un anillo a lo largo de la concavidad (104) y estando situado en una posición sustancialmente intermedia con respecto a los lados transversalmente interno y externo de la concavidad (104).
5. Una herramienta de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que al menos un conducto de salida (15; 115) está formado en el cuerpo del molde para permitir que el exceso de resina se descargue del molde.
6. Una herramienta de acuerdo con la reivindicación 5 en combinación con la reivindicación 3 o la reivindicación 4, en la que el al menos un conducto de salida está formado por una fila de orificios dispuestos a lo largo de la base del surco (104a).
7. Un método para la fabricación de un elemento estructural hecho de material compuesto, que comprende las siguientes etapas:
- preparar al menos una preforma (P; A, B, C, D) hecha de material fibroso,
 - proporcionar un molde (3; 103) en el cuerpo del cual está formado al menos un conducto de entrada (5; 105) para permitir que la resina se inyecte en el molde,
 - encerrar la al menos una preforma en el molde,
 - colocar la resina en un depósito (10; 108, 109) que está formado en el cuerpo del molde y está conectado al el al menos un conducto de entrada, en el que el depósito está configurado para permitir la transferencia de la resina desde el depósito hasta el al menos un conducto de entrada bajo el efecto del calor y de la presión,
 - proporcionar una bolsa de vacío (39) sobre el molde para favorecer el flujo de la resina en su trayecto en el interior del molde hacia un conducto de salida (15) formado en el cuerpo del molde,
 - someter el molde a calentamiento y presión e inyectar la resina a través de al menos el conducto de entrada para producir la infusión de la resina en la al menos una preforma y su posteriormente polimerización;
- caracterizado porque la resina, en particular resina endurecida, está en forma de película y se posiciona en el depósito envuelto en una bolsa separadora (21), cuya boca está conectada de forma estanca a una boca del al menos un conducto de entrada.

8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el elemento estructural es un marco de ventana de aeronave y la al menos una preforma comprende una pluralidad de preformas que tienen una forma anular alargada, estando las preformas montadas en el molde junto con un elemento de conformado interno (M).

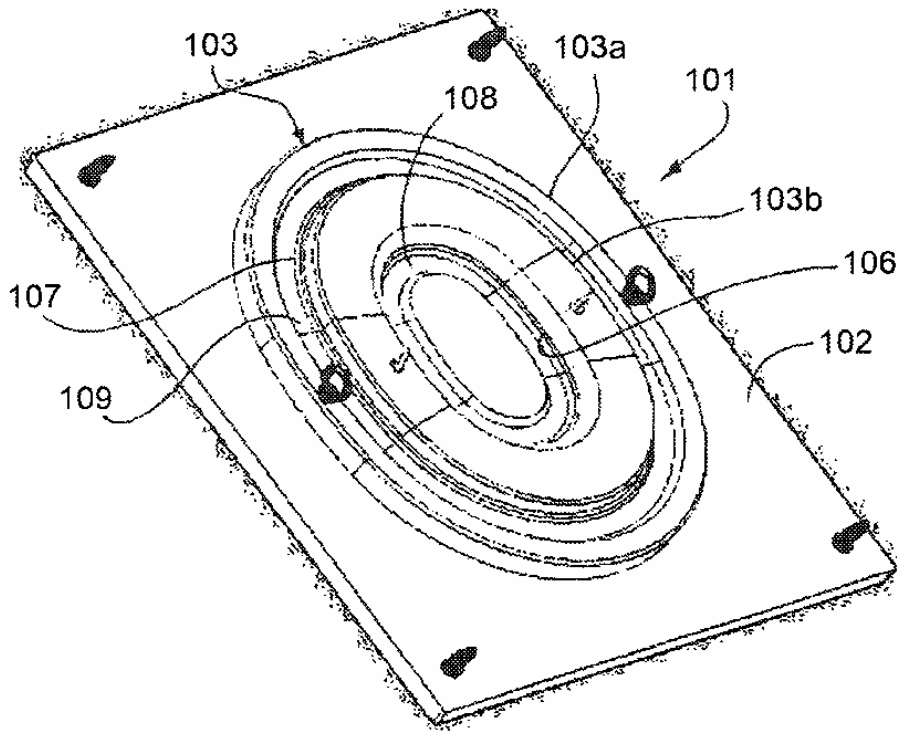


FIG. 3

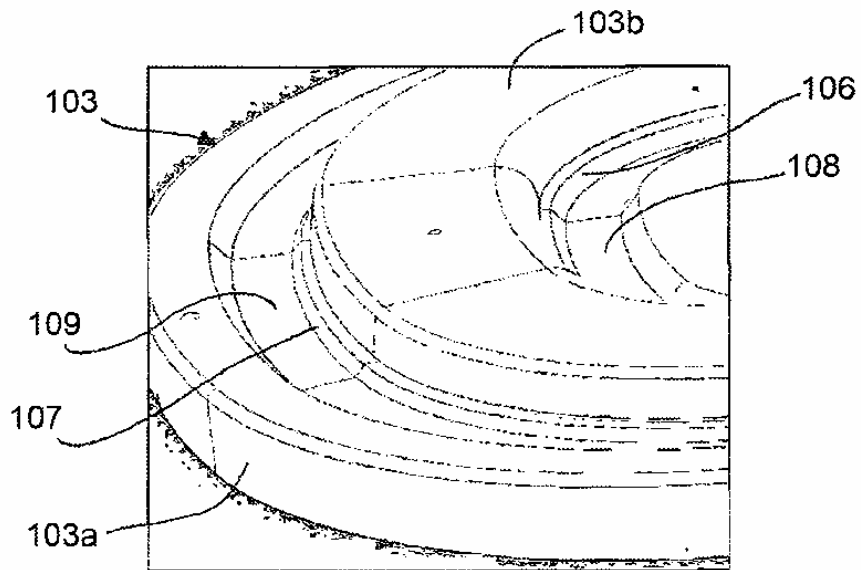


FIG. 4

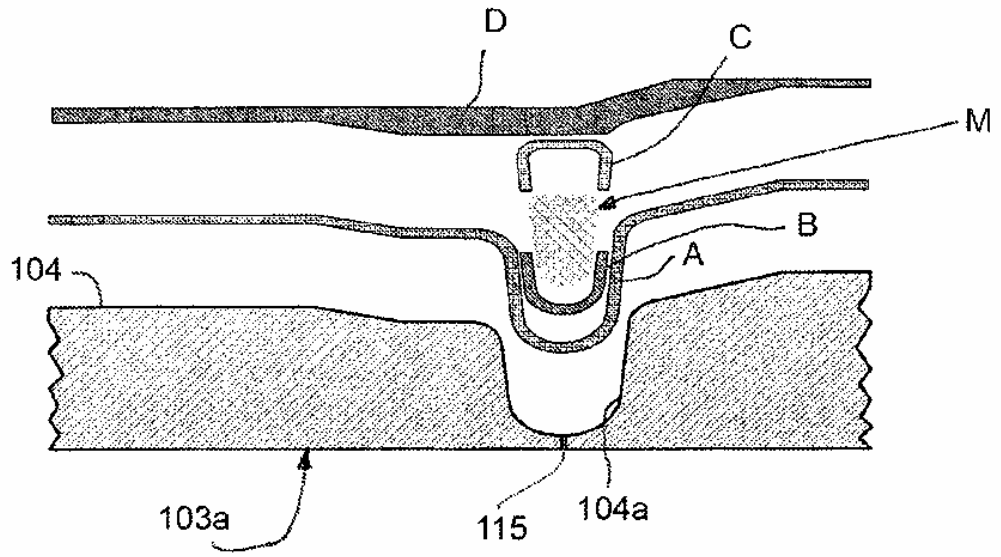


FIG.5

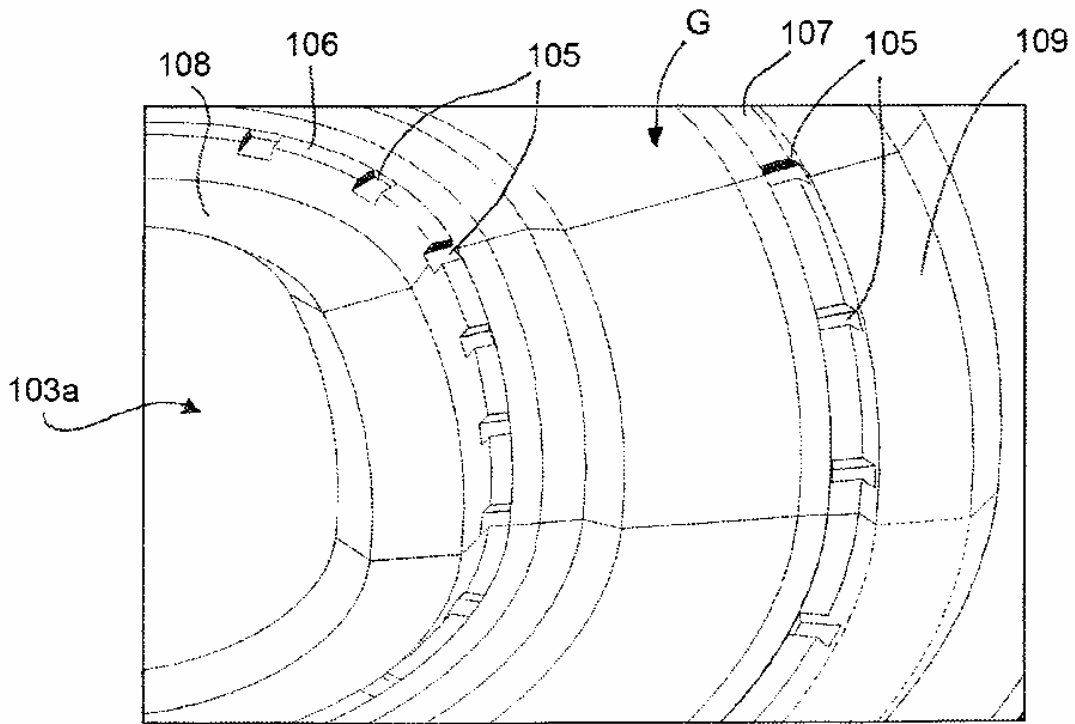


FIG.6

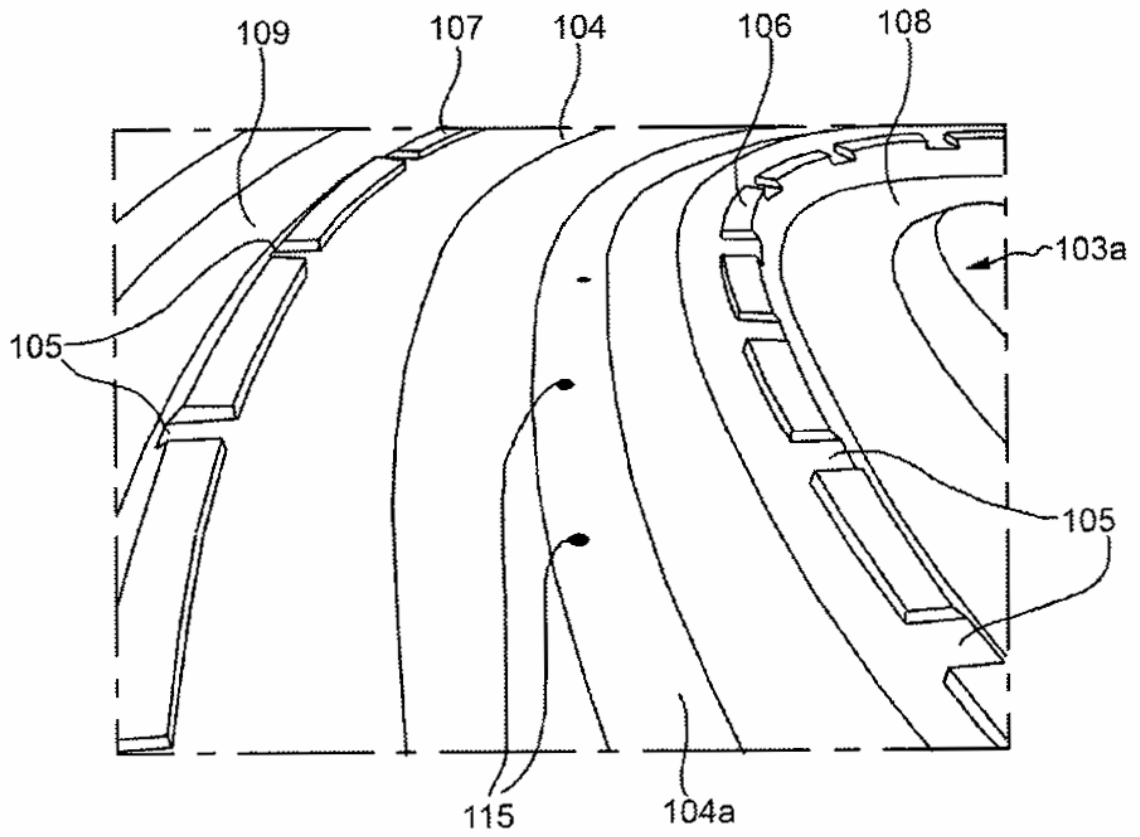


FIG.7