



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 268 590**

51 Int. Cl.:
F01D 5/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04291604 .9**

86 Fecha de presentación : **25.06.2004**

87 Número de publicación de la solicitud: **1496205**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **12.01.2005**

54 Título: **Álabes refrigerados de motor de turbina de gas.**

30 Prioridad: **30.06.2003 FR 03 07894**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2007

73 Titular/es: **SNECMA**
2 boulevard du Général Martial Valin
75015 Paris, FR

72 Inventor/es: **Pabion, Philippe, Jean-Pierre;**
Soupizon, Jean-Luc y
Guimbard, Jean-Michel, Bernard

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 268 590 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

Álabes refrigerados de motor de turbina de gas.

La presente invención se refiere a la refrigeración de álabes en un motor de turbina de gas, y, en particular, de álabes de distribuidor de turbina.

Los álabes de distribuidores de turbina en los turbomotores son recorridos por gases a temperaturas elevadas que provienen de la cámara de combustión. Con el fin de permitirles soportar las duras condiciones de funcionamiento a las que son sometidos, los álabes están provistos de medios de refrigeración de sus paredes por circulación de aire purgado al nivel del compresor, por ejemplo. Se trata, en general, de medios de refrigeración por convección forzada o bien por impacto.

La invención se refiere a los álabes fijos de distribuidor, huecos y fabricados por fundición de una superaleación. De acuerdo con esta técnica, el metal es colado en un molde en torno a un macho, que, una vez retirado, define una cavidad. Se incorpora un inserto o camisa en esta cavidad con el fin de regular la circulación del fluido de refrigeración. Un álabe de este tipo se describe en el documento US-A-4 288 201.

En la figura 1 se ha representado un álabe de distribuidor que se utiliza actualmente en ciertos motores aeronáuticos, por ejemplo, del tipo CFM56. En este caso se trata de un álabe 1 de distribuidor de baja presión con sus dos plataformas, una exterior 1E y otra interior 1I, que delimitan el canal anular por el que circula el gas. Este canal está subdividido, circunferencialmente, por los álabes 1. Cada álabe 1 está dotado, en su cavidad central 1C, de una camisa 3 interna con múltiples perforaciones. En la realización de la figura 1, puede observarse un conducto central dentro de la propia camisa y una zona de refrigeración entre la camisa y las paredes del álabe.

La camisa es alimentada con aire de refrigeración mediante un tubo 5E situado al nivel de la plataforma exterior y comunicado con una fuente de aire frío, purgado, por ejemplo, a partir del compresor. Parte del aire admitido atraviesa las perforaciones de la camisa 3 y es proyectado contra la pared interna de los álabes como consecuencia de la diferencia de presión que existe entre el conducto formado por la camisa y su zona periférica, delimitada por la camisa y la pared interna del álabe. A continuación, este aire es evacuado en dirección a la vena de gas, a través de perforaciones calibradas previstas en el borde de fuga del álabe. El resto del aire, no utilizado en el álabe, es guiado, mediante un tubo 1L de conexión situado bajo la plataforma interior 1I, en dirección a otras partes de la máquina a refrigerar, como el disco de turbina o los apoyos.

La camisa se introduce en el álabe a través de la abertura prevista al nivel de la plataforma exterior. Dicha camisa se une con el álabe, en general, mediante soldadura fuerte a lo largo de la pared de esta primera abertura de la cavidad central, al nivel de la plataforma exterior. La parte opuesta 3I de la camisa es guiada en la segunda abertura del álabe, que constituye una corredera 1G al nivel de la plataforma interior 1I, con el fin de permitir los desplazamientos relativos entre la camisa y el álabe. En efecto, el álabe es una pieza de fundición y la camisa se obtiene, en general, por conformación de una chapa. Como consecuencia de la diferencia de los materiales y de los modos de fabricación de las dos piezas que los constituyen, así

como de la diferencia de las temperaturas de funcionamiento, se produce una diferencia de alargamiento entre el álabe y la camisa. La corredera garantiza así la estabilidad del conjunto.

Teniendo en cuenta la diferencia entre los modos de fabricación del distribuidor y de la camisa, la holgura al nivel de la corredera es relativamente grande. En particular, esta holgura es consecuencia de la tolerancia de fundición, cuyo valor es importante, y de la tolerancia de fabricación por conformación de la camisa. Esta holgura crea una fuga de aire al nivel de la salida de la camisa, puesto que la presión en la zona de refrigeración por impacto es diferente a la presión en el canal central a la salida de la camisa.

En el caso en que la presión en la zona de refrigeración por impacto sea menor que en el canal central a la salida de la camisa, la fuga de aire, ilustrada mediante la flecha F, presenta el primer inconveniente de provocar una sobrepresión en la zona periférica. Esta sobrepresión es perjudicial para la calidad de la refrigeración interna del álabe y, más concretamente, al nivel de la zona del borde de ataque, que es la zona más caliente. Por otro lado, este aire no participa en la refrigeración del álabe, ya que es impulsado directamente en dirección a los orificios de evacuación situados en el borde de fuga.

La solicitante se ha fijado como objetivo reducir las fugas de aire en la corredera de un álabe refrigerado, en particular de un álabe de distribuidor, y, más concretamente, de un álabe de distribuidor de baja presión.

La presente invención consigue este objetivo mediante un álabe de motor de turbina de gas refrigerada que comprende una pieza de fundición y una camisa longitudinal obtenida por conformación de chapa, comprendiendo la pieza de fundición un cuerpo longitudinal provisto de una cavidad longitudinal con una primera y una segunda aberturas en los extremos, montándose la camisa en la cavidad fijándola, mediante soldadura blanda o soldadura fuerte, en la pared de la primera abertura, pudiendo deslizar libremente una parte de extremo de dicha camisa en la segunda abertura, que forma una corredera. El álabe se caracteriza porque la parte de extremo y la corredera se encuentran en contacto deslizante, una con respecto a otra, merced a superficies conformadas por mecanizado.

La invención, en el caso de una conexión deslizante de este tipo entre una camisa obtenida por conformación de chapa y una pieza de fundición, presenta la ventaja de sacar partido de las pequeñas tolerancias de fabricación cuando se conforman las piezas por mecanizado.

La invención se aplica a los álabes fijos de distribuidor, y, en particular, a los álabes de distribuidor con una plataforma en cada extremo del álabe.

Las ventajas que se obtienen en el caso de un distribuidor de motor de turbina de gas como el mostrado en la figura 1 son importantes. Una fuga menor significa una disminución de la sobrepresión en la zona de refrigeración por impacto. La refrigeración de los álabes se mejora de ese modo y el nivel de temperatura de los álabes en la zona del borde de ataque se reduce. Por tanto, se disminuye el riesgo de daño de los álabes por formación de grietas como consecuencia de solicitaciones térmicas. El resultado es una mejora de la vida útil del distribuidor, de baja presión en particular, o a igualdad de vida útil, una disminución del caudal

de ventilación necesario, y, por tanto, una mejora de las prestaciones o del rendimiento. En particular, las operaciones de mantenimiento y de reparación se reducen ventajosamente.

Conforme a otra característica, dicha parte de extremo de la camisa está unida con un inserto de estanqueidad.

La incorporación de un inserto entre la camisa y la pared de la abertura presenta la ventaja de evitar las operaciones de mecanizado en la parte de extremo de la camisa. Permite, también, ajustar la holgura con mayor precisión.

Conforme a un modo de realización particular, el inserto de estanqueidad comprende un elemento que hace de rácor con un tubo de conexión.

La invención tiene por objeto, también, el procedimiento de fabricación de un álabe, que comprende las etapas siguientes:

fabricación del cuerpo del álabe, mediante fundición, con una primera abertura en un extremo y una segunda abertura en el otro extremo, comprendiendo la segunda abertura una pared con un engrosamiento de mecanizado,

conformación de una camisa con una parte de extremo,

mecanizado del engrosamiento de la pared de la segunda abertura del cuerpo del álabe, de tal manera que la parte de extremo deslice en la corredera con una holgura determinada, teniendo en cuenta las tolerancias de mecanizado de la segunda abertura,

montaje de la camisa en el cuerpo del álabe y soldadura fuerte o soldadura blanda de la camisa con la pared de la primera abertura.

Conforme a una característica de la invención, se dispone un inserto de estanqueidad entre la parte de extremo de la camisa y la segunda abertura del cuerpo del álabe. En particular, se posiciona la camisa en el cuerpo del álabe, y, después, el inserto de estanqueidad, entre la parte de extremo y la segunda abertura. La pared del inserto de estanqueidad que entra en contacto con la pared de la abertura se conforma, a su vez, por mecanizado.

De acuerdo con otra característica, el inserto de estanqueidad se une, mediante soldadura blanda o soldadura fuerte, con la parte de extremo de la camisa.

Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto a partir de la descripción hecha en lo que sigue, con referencia a los dibujos adjuntos, que ilustran dos modos de realización, no limitativos, de la invención.

La figura 1 es una vista, en perspectiva, de un álabe de distribuidor de turbina de la técnica anterior.

La figura 2 es una vista, en corte, de un álabe de distribuidor conforme a la invención.

La figura 3 es un corte por el plano III-III de la figura 2.

Las figuras 4 y 5 son representaciones esquemáticas del álabe durante su fabricación.

La figura 6 representa otro modo de realización de la invención.

Como puede verse en la figura 1, el conjunto de la técnica anterior, que comprende el cuerpo longitudinal 1 del álabe y las plataformas exterior 1E e interior 1I, constituye una única pieza de fundición. Se observa que el tubo 1L de conexión, en el que desemboca la cavidad del álabe, es enterizo con la pieza de fundición, y, en particular, con la plataforma interior 1L. En consecuencia, la corredera 1G, de acuerdo con esta

disposición de los componentes del álabe, es inaccesible a partir de la plataforma interior. Solamente puede conformarse merced a un procedimiento de fundición. La camisa 2, a su vez, se obtiene a partir de una chapa conformada de modo apropiado. Las tolerancias de fabricación dan lugar a la existencia de una holgura no despreciable entre la parte 3I de extremo de la camisa 3 y la corredera 1G formada por el segundo extremo de la cavidad interna del álabe. Para remediarlo, está previsto, de acuerdo con la invención, conformar la corredera por mecanizado.

En la figura 2 se ha representado la parte de un álabe fijo de distribuidor situada junto a su plataforma interior. Dicha parte comprende un medio de conexión de la parte de extremo de la camisa con la corredera conforme a la invención. La camisa 30 está insertada en la cavidad central 10C del álabe 10. La parte de extremo 30I de la camisa está alojada en la abertura a modo de corredera 10G del álabe, prevista al nivel de la plataforma interior 10I. De acuerdo con este modo de realización preferido, está previsto un inserto 30S de estanqueidad entre la parte de extremo 30I de la camisa 30 y la corredera 10G. Como puede verse en la figura 3, el inserto de estanqueidad tiene forma sensiblemente trapezoidal. Está conformado de modo que se adapte a la corredera 10G con una holgura determinada en su contorno. Esta holgura tiene en cuenta la dilatación de las piezas durante las diferentes fases de funcionamiento. El inserto está perforado, con el fin de recibir la parte de extremo con la que se une mediante soldadura fuerte o soldadura blanda. El aire de refrigeración circula por la camisa a partir de la primera abertura. Parte de este aire atraviesa la pared de la camisa a través de orificios calibrados, con el fin de refrigerar por impacto la pared interna del álabe. El resto de este flujo de aire es evacuado a través de la parte de extremo de la camisa en dirección a otras zonas a refrigerar de la máquina. Los medios de guiado de este aire no se han representado.

El montaje de la camisa se efectúa de la manera siguiente. Se introduce la camisa a través de la primera abertura del álabe prevista al nivel de la plataforma exterior, no visible en la figura 2. Se inserta la camisa en la cavidad del álabe hasta que la parte 30I de la camisa aflore por la abertura interior a modo de corredera 10G. Se observa que la cara de la plataforma 10I opuesta a la vena de gas permite el libre acceso. Se introduce el inserto por este lado, se le hace deslizar a lo largo de la parte de extremo 30I y se le mantiene en la posición mostrada en la figura 2. Se termina la operación mediante la soldadura blanda o la soldadura fuerte del inserto con la camisa. Ventajosamente, se procede, de modo simultáneo, a la soldadura fuerte de la camisa, por su otro extremo, con las paredes de la primera abertura, al nivel de la plataforma exterior.

Con el fin de poder montar la camisa con este inserto de estanqueidad en la corredera, se fabrican las piezas de la manera siguiente.

Durante la etapa de fundición, en la que se cuela el metal en un molde con la forma cóncava de la pieza, se utiliza un macho que corresponda a la cavidad del cuerpo del álabe. Este macho 100 se representa, esquemáticamente, en la figura 4. Presenta una parte 100G que sobresale en relación con el cuerpo 100C correspondiente a la cavidad del álabe. El metal fundido se cuela en torno al macho y entre las otras paredes del molde, no representadas. La parte saliente 100G se dimensiona de tal manera que la pieza, una

vez desmoldeada, presente un engrosamiento denominado de mecanizado, que se elimina luego mediante una operación de mecanizado. En la figura 5 se ha representado la misma parte del álabe a la salida de la fundición. El macho ha sido eliminado. La abertura 10G de salida de fundición presenta una dimensión L_u . En la etapa siguiente se procede a la eliminación, en el contorno de la abertura, de cierta cantidad de material por mecanizado mediante un útil apropiado, hasta obtener la dimensión L requerida. El grosor del material eliminado por mecanizado se denomina grosor de mecanizado. Merced a los medios actuales de mecanizado, la tolerancia de fabricación puede ser del orden de $\pm 0,025$ mm. Es muy inferior a la dispersión dimensional de salida de fundición o bien de conformación.

La camisa, por otro lado, se fabrica por conformación de una chapa mediante una prensa, y el inserto se hace con un alojamiento, para recibir el extremo de la camisa.

Merced a este modo de fabricación de las piezas, se ha podido determinar que se reducen, sensiblemente, las fugas de aire de refrigeración.

Así, el mecanizado de la abertura a modo de corredera permite conseguir una dispersión dimensional limitada a $\pm 0,025$ mm, en lugar de $\pm 0,075$ mm, de salida de fundición. En lo que se refiere al inserto, al estar obturado el alojamiento de la camisa merced a la soldadura fuerte o la soldadura blanda, no se produce fuga alguna a este nivel. Al mecanizarse su superficie lateral, la tolerancia de fabricación es, también, del orden de $\pm 0,025$ mm. Esta tolerancia es inferior a la del extremo de la camisa, fabricada por conformación. La dispersión dimensional en este último caso es, habitualmente, de $\pm 0,1$ mm.

Se consigue así controlar mejor la holgura en la zona de guiado y las consiguientes fugas. Por ejemplo, para un álabe de la técnica anterior, tal como se representa en la figura 1, con una holgura de valor nominal X, se tiene, en realidad, un valor $X \pm 0,175$ mm. El caudal de fuga es Y. Mediante la solución de la invención, se ha determinado que podía reducirse la holgura X en un 15%, siendo la tolerancia de fabricación de $\pm 0,05$ mm. Resulta una disminución del 80% del caudal Y de fuga. A partir de esta reducción del 80% del caudal de fuga, se ha estimado que la

temperatura del borde de ataque del álabe se reducía en 25°C. De ese modo se aumenta la vida útil de dicho álabe.

En la figura 6 se ha representado un segundo modo de realización del inserto de estanqueidad. El inserto 30'S está compuesto por una primera parte 30'S1, que constituye el elemento de estanqueidad entre la parte de extremo 30I de la camisa y la abertura a modo de corredera 10G del álabe. El inserto comprende una segunda parte 30'S2, que prolonga la primera. Esta parte tiene la función de unir el canal de la camisa con un tubo TL de conexión, para el guiado del aire de refrigeración en dirección a las otras partes del motor que se encuentren en el espacio interior delimitado por las plataformas interiores. Este elemento, en particular, tiene sección circular.

Esta solución presenta un interés particular si se desea modificar los álabes fijos de la técnica anterior, del tipo representado en la figura 1, con el fin de dotarles de la solución de la invención. Para la modificación, y una vez separada la camisa de la pieza de fundición, se empieza eliminando por mecanizado la parte de la plataforma interior del álabe fijo que comprende el tubo de conexión. Una vez retirado el tubo de conexión, se mecaniza la plataforma interior al nivel de la corredera. Se conforma la abertura de manera que se obtenga un alojamiento calibrado para el inserto, que se fabrica por otro lado.

En la pieza de fundición configurada de ese modo puede volverse a montar la camisa, que se hace deslizar en la cavidad del álabe a partir de la primera abertura, al nivel de la plataforma exterior, que ha sido desbloqueada. Cuando la camisa esté en posición en el alojamiento de la corredera, se introduce el inserto en la parte de extremo, por la segunda abertura, y se procede a la soldadura fuerte o la soldadura blanda de acuerdo con la técnica deseada para el inserto en la parte de extremo.

La descripción de los modos de realización que precede no limita la invención al posicionamiento de un inserto de estanqueidad entre la parte de extremo y la abertura a modo de corredera. La invención comprende, también, una realización en la que la parte de extremo esté conformada de manera que pueda mecanizarse y estar en contacto deslizante con la pared mecanizada de la corredera.

REIVINDICACIONES

1. Alabe de motor de turbina de gas refrigerada que comprende una pieza (1) de fundición y una camisa longitudinal (30) obtenida por conformación de chapa, comprendiendo la pieza de fundición un cuerpo longitudinal provisto de una cavidad longitudinal (10C) con una primera y una segunda aberturas en sus extremos, montándose la camisa en la cavidad fijándola, mediante soldadura blanda o soldadura fuerte, en la pared de la primera abertura, pudiendo deslizar libremente una parte de extremo (30I) de dicha camisa en la segunda abertura, a modo de corredera (10G), **caracterizado** porque la parte de extremo (30I) y la corredera (10G) se encuentran en contacto deslizante, una con respecto a otra, a lo largo de superficies conformadas por mecanizado.

2. Alabe según la reivindicación 1, que constituye un álabe fijo de distribuidor.

3. Alabe según la reivindicación 2, que constituye un álabe fijo de distribuidor con una plataforma (10E, 10I) en cada extremo del cuerpo del álabe.

4. Alabe según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la camisa (30) es solidaria con un inserto (30S) de estanqueidad interpuesto entre la parte de extremo (30I) y la pared de la abertura a modo de corredera (10G).

5. Alabe según la reivindicación 4, en el que el inserto de estanqueidad (30S) comprende una parte (30'S2) que hace de rácor con un tubo de conexión (TL).

6. Procedimiento de fabricación de un álabe según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende las etapas siguientes:

fabricación del cuerpo del álabe, mediante fundición, con una primera abertura en un extremo y una segunda abertura en el extremo opuesto, comprendiendo la segunda abertura (10G) una pared con un engrosamiento de mecanizado;

conformación de una camisa (30) con una parte de extremo (30I),

mecanizado del engrosamiento de la pared de la segunda abertura (10G) del cuerpo del álabe y de tal manera que la parte de extremo deslice en la corredera con una holgura determinada, teniendo en cuenta la tolerancia de mecanizado,

montaje de la camisa (30) en el cuerpo del álabe y soldadura fuerte o soldadura blanda de la camisa con la pared de la primera abertura.

7. Procedimiento según la reivindicación precedente, por el que se dispone un inserto de estanqueidad (30S) entre la parte de extremo (30I) de la camisa y la pared de la segunda abertura del cuerpo del álabe.

8. Procedimiento según la reivindicación precedente, por el que se posiciona la camisa (30) en el cuerpo del álabe, y, después, el inserto de estanqueidad (30S) entre la parte de extremo y la pared de la segunda abertura.

9. Procedimiento según la reivindicación precedente, por el que se une el inserto de estanqueidad, mediante soldadura blanda o soldadura fuerte, con la parte de extremo de la camisa.

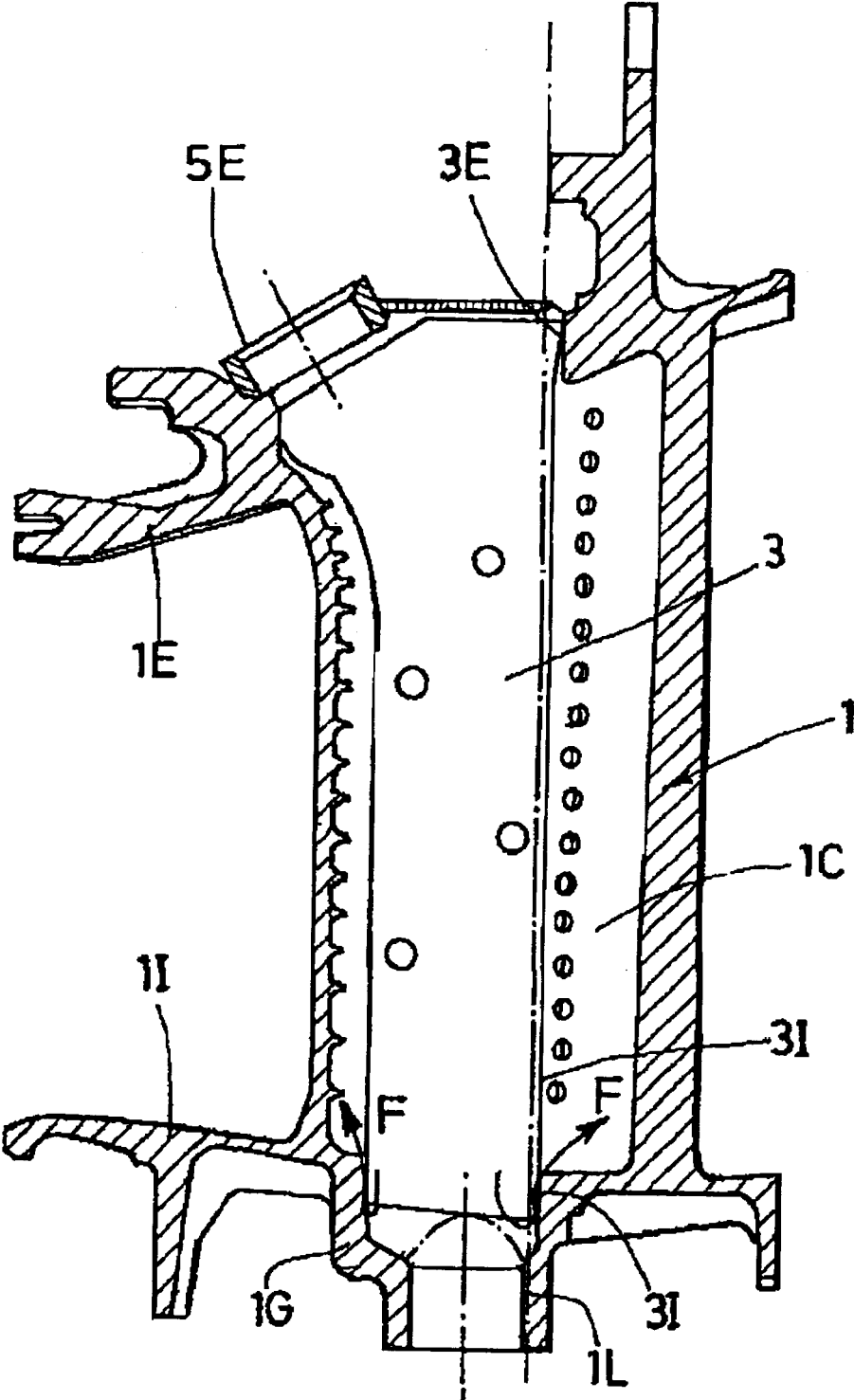


FIG.1

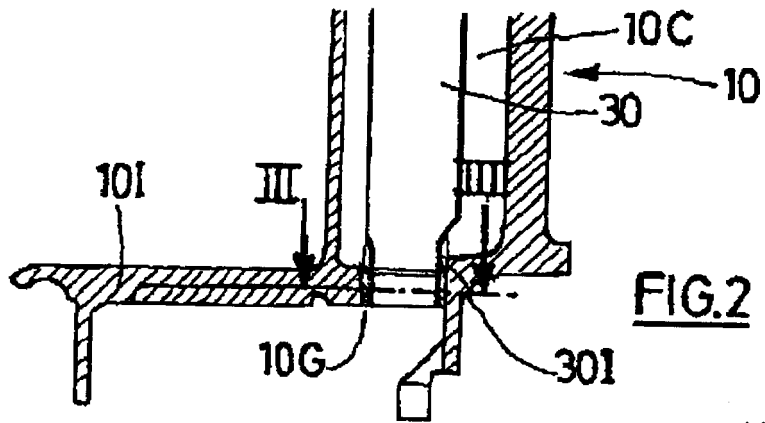


FIG. 2

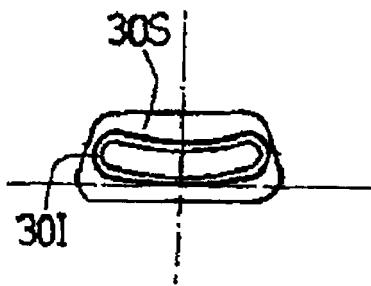


FIG. 3

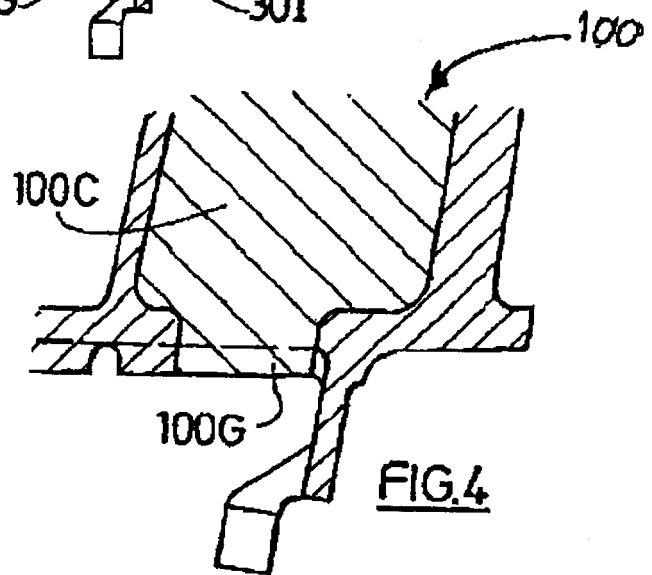


FIG. 4

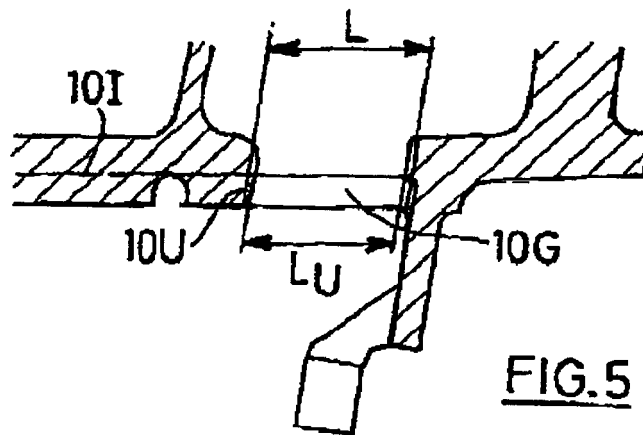


FIG. 5

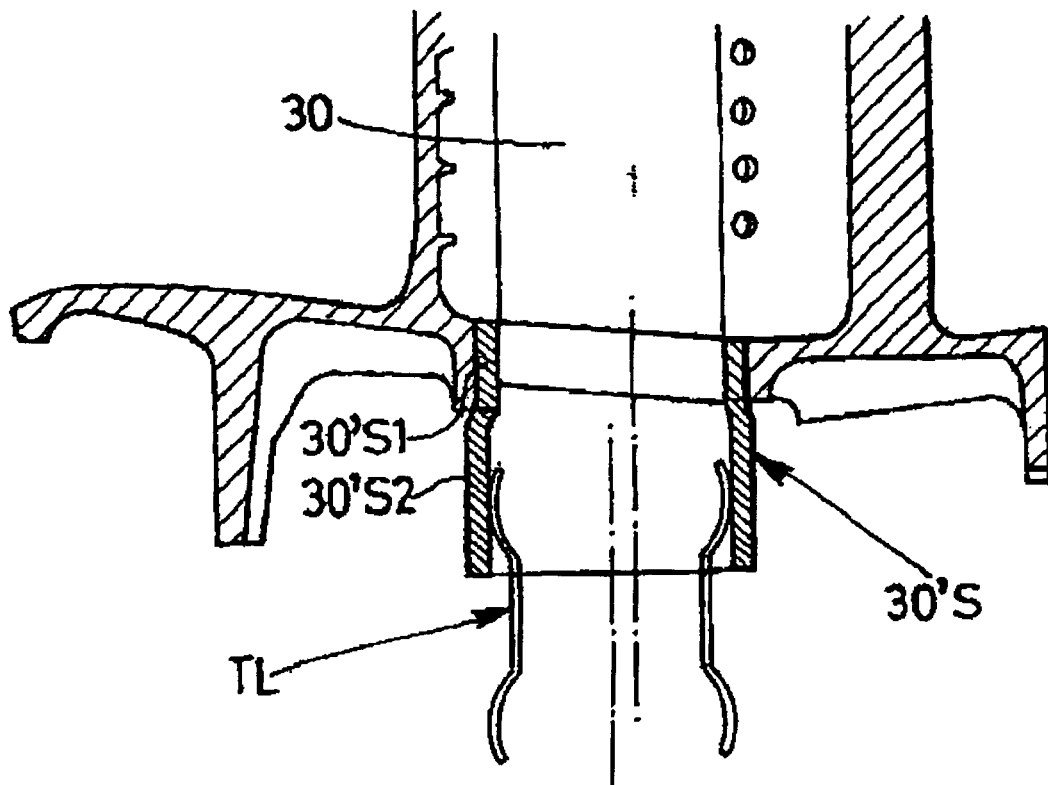


FIG.6