(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 743 745**

(51) Int. CI.:

F01D 5/08 (2006.01)
F04D 27/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.08.2005 PCT/DE2005/001500**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **09.03.2006 WO06024273**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.08.2005 E 05779102 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2019 EP 1789653**

(54) Título: **Rotor para un motor**

(30) Prioridad:

01.09.2004 DE 102004042295

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.02.2020

(73) Titular/es:

MTU AERO ENGINES AG (100.0%)
Dachauer Strasse 665
80995 München, DE

(72) Inventor/es:

KUTZ, JOACHIM

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

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

Rotor para un motor

La presente invención se refiere a un rotor para un motor, en especial a un rotor para un compresor de un motor de avión o de una turbina de gas.

Rotores para compresores de turbinas de gas o motores de avión se estructuran en su mayoría de tal modo que se que se desvíe aire en el compresor del motor y se pueda conducir con las menores pérdidas posibles hacia dentro a un usuario, en especial para refrigeración. En esa conducción de la corriente másica de aire refrigerante, ya producen considerables pérdidas de presión al desviarse el aire del tambor del compresor y en la conducción al núcleo del rodete de los discos, en el que están apoyados los discos del compresor. Por ello, no se posibilita un caudal de aire de la magnitud necesaria para poder producir una refrigeración suficiente de la turbina.

Para que aire del tambor del compresor pueda llegar al núcleo del rodete de loa discos, se han previsto en general orificios o perforaciones en la cara exterior del rotor. Dichos orificios se han previsto, por ejemplo, en las aletas de los discos o bien los rebordes laterales de los discos. Por esos orificios, puede entrar un caudal másico de aire del compresor desde el tambor del compresor al rotor, en especial entre los discos. Puesto que, por la conducción de aire a través de una perforación a una cámara configurada entre los rodetes, se produce una turbulencia o bien una torsión en la corriente, se da lugar a pérdidas de corriente. En especial, se produce un sistema de vórtice libre y capas de Ekman tras la circulación de corriente por el orificio. Por esas condiciones de la corriente, se da lugar a una fuerte caída de presión, que hace imposible alcanzar el caudal requerido de, por ejemplo, (0,7 – 1,5 %).

Para evitar ese diagrama de la corriente y las pérdidas de presión producidas por ello, se instalan en algunos motores unos dispositivos, que deben conducir la corriente radial. Por ejemplo, vienen a cuento tubos dirigidos radialmente, que también se designan como “Giggle Tubes”. Por medio de esos tubos, se puede forzar un vórtice rígido, con el que se produce únicamente una caída de presión baja. De ese modo, se puede conseguir obviamente el caudal requerido para la refrigeración, aunque dicha solución del estado actual de la técnica presenta una serie de otros inconvenientes. Por un lado, la fijación de dichos tubos representa un problema. Además, resulta desventajoso el incremento de peso del rotor debido a dichos tubos y al dispositivo de fijación para los tubos. Finalmente, dichos tubos sufren un desgaste por rozamiento, el llamado “Fretting”, y están expuestos a vibraciones. Tales tubos de tipo reductor vórtice se conocen, por ejemplo, a partir de los documentos US 2003/101730 A1 y US 2002/182059 A1.

El documento US 3 0897 168 A protege una conducción de aire refrigerante, en la que se ha previsto un disco de rotor con un disco conductor de aire adicional. Semejante disco (24) se designa también como “Guid Disc” o como “Cover Plate”. En el disco de rotor se han previsto canales (Bleed Vane 16, Duct 32) conductores de corriente. El aire entra primero en una cámara entre el disco de rotor y el disco conductor de aire y es guiado luego entre esos dos componentes a través de una hendedura relativamente estrecha. En la zona de la hendedura, el estado de la corriente es comparable a las condiciones en los “Giggle Tubes”. El gasto constructivo y el peso adicional de esta solución son apreciables.

El documento JP 11 125 199 A (Patent Abstracts de Japón, tomo nº. 10, 1999) revela una conducción de aire de refrigeración en la zona de los discos de rotor, que prefiere una alimentación de aire axial a través de los discos de rotor, una conducción de aire radial entre los discos de rotor situados uno junto a otro y una evacuación de aire axial a través de los discos de rotor. Se ha de contar en este caso con elevadas pérdidas de corriente y una reducción de la duración de los discos de rotor por las perforaciones de los discos en dirección axial.

El documento EP 0 235 642 A2 muestra un mecanismo para la refrigeración de componentes del rotor, donde el aire se toma en la zona de un difusor axial tras la última etapa del compresor. El principio funcional es parecido al ya mencionado JP 11 125 199 A.

A partir del documento DE 36 06 597 C1, se conoce que se prevean canales de conexión, que se prevean axialmente circulantes entre dos discos de rotor, presentando varios discos de rotor unas perforaciones pasantes axialmente circulantes. Los canales de conexión presentan respectivamente pasos de fluido radiales, que no están dirigidos unos hacia otros. Además, se han previsto también orificios de entrada, que se han dispuesto en anillos intercalados, dirigidos desalineadamente respecto de los pasos de fluido de los canales de conexión.

Es, por tanto, problema de la presente invención crear un rotor, en el que se pueda generar un caudal de aire suficiente desde el tambor al núcleo del rodete de los discos y, al mismo tiempo, se subsanen los demás problemas del estado actual de la técnica.

Se le plantea a la invención el reconocimiento de que se puede resolver dicho problema, siempre que el vórtice producido por la conducción de aire al interior del rotor se divida en varios vórtices parciales.

Se resuelve el problema por medio de un rotor con las características de la reivindicación 1.

Se resuelve por tanto el problema mediante un rotor para un motor, en especial un motor de avión o una turbina de gas, presentando el rotor por lo menos dos discos de rotor separados axialmente, conectados mutuamente por un

elemento de conexión. El rotor presenta por lo menos un orificio de entrada para el acceso de fluido de la región circundante al rotor, a una cámara entre los dos discos de rotor vecinos. Según la invención, se dispone en la cámara de por lo menos un elemento interruptor anular con al menos un paso de fluido de tipo agujero o bien una perforación.

Como región circundante al rotor se indica según la invención la región exteriormente a un radio, en la que se prevé el lugar de conexión más exterior entre los discos de rotor adyacentes. En especial, esa región representa el tambor del compresor, en el que circulan las palas de los discos del compresor y que está rodeada por la carcasa del compresor.

Previendo un elemento interruptor, que perturba o bien interrumpe la corriente de aire, no se puede desarrollar completamente un vórtice, que se habría formado con la entrada a través del orificio de entrada sin elemento interruptor. El curso de la corriente se modifica al atravesar el paso de fluido del elemento interruptor. Al prever un único elemento interruptor, se forman dos vórtices parciales, configurándose uno hacia el orificio de entrada y otro hacia el paso de fluido. Con ese diagrama de la corriente, se puede optimizar la pérdida de presión y, por tanto, el caudal de aire hacia el núcleo de rodete y ulteriormente hacia la turbina.

Según la invención, el rotor se ha configurado de tal modo que se forme al menos un elemento interruptor y al menos dos cámaras radialmente vecinas, que están mutuamente unidas por el paso de fluido.

Como cámara se designa en el sentido de esta configuración un espacio, cuya dimensión en dirección axial del rotor en al menos una parte de la altura del espacio sea mayor que la dimensión de orificio de entrada y salida.

Por esa configuración del rotor, se puede configurar en las distintas cámaras un diagrama de corriente adecuado y conseguir en conjunto una corriente, que dé lugar a una pérdida de presión muy pequeña y, por tanto, a un caudal óptimo para el aire de refrigeración.

Si sólo se ha previsto un elemento interruptor, entonces sólo se puede disponer en la corriente de la primera cámara una pequeña turbulencia debido a la limitación radial por el elemento interruptor. Lo mismo vale para la segunda cámara, que da hacia el núcleo del rodete del rotor.

El rotor se compone de por lo menos dos discos de rotor, que están mutuamente unidos rígidamente mediante medios de unión apropiados. La unión puede conseguirse, por ejemplo, por atornillado o soldadura.

Preferiblemente, los discos de rotor se unen mutuamente de tal modo que, entre los distintos discos de rotor que forman el rotor, exista una separación en cada caso. En una forma de realización, se prevé por lo menos un elemento interruptor en ese espacio intermedio entre dos discos de rotor vecinos respectivamente y así se forma dos cámaras en el espacio intermedio. En comparación con la forma de realización, en la que se ha montado el por lo menos un elemento interruptor propiamente en el disco de rotor y, por tanto, las cámaras se han conformado en el disco, esta forma de realización presenta la ventaja de una fabricación más sencilla. Los discos no deben fabricarse costosamente por métodos de fundición hueca o someterse a un método de perforación costoso.

El elemento interruptor representa preferiblemente un elemento de unión. Gracias a ello, se puede incrementar más la estabilidad del rotor. Por lo menos se ha de prever forzosamente un elemento de unión para la fabricación de un paquete de discos, que se apoya conjuntamente. Este elemento de unión representa por ejemplo un reborde de disco. En dicho elemento de unión, puede preverse el orificio de entrada. El elemento de unión se ofrece para ello, porque el espesor de pared de los elementos de unión, como, por ejemplo, rebordes de disco es, por lo general, menor que el espesor de pared del disco. Gracias a ello, la realización de una perforación u otro orificio en el elemento de unión es más sencilla que la realización de una perforación en el disco. Configurando el elemento interruptor como elemento de unión adicional puede incrementarse más la estabilidad del paquete de rotor. La realización de un paso en ese elemento de unión adicional puede llevarse cabo asimismo con sencillez.

De modo especialmente preferido, se configuran tanto el orificio de entrada como también el por lo menos un paso de manera que presenten una longitud, que conduzca la corriente. Se consigue eso, en especial, practicando los orificios de entrada en componentes de menor espesor de pared y observando las condiciones requeridas de técnica de corrientes para la producción de por lo menos dos vórtices parciales con pequeña pérdida de presión.

El orificio de entrada y el por lo menos un paso se han dispuesto radialmente. Por medio de esa orientación se puede asegurar que la corriente, que llega, por ejemplo, a la cámara exterior, puede volver a abandonar dicha cámara sin turbulencias extremas. Además, el orifico de entrada y el paso están orientados uno con otro. El orificio de entrada de la segunda cámara interior está formado por la separación entre los discos vecinos en el radio interior. En el radio interior, los discos están reforzados, por lo general. Por ello, se conforma un ahusamiento de la cámara interior en su salida, a través de la cual sale de ella el aire.

El elemento interruptor y el elemento de unión, en el que se ha previsto el orificio de entrada, se configuran preferiblemente íntegramente con uno de los discos y representan, en especial, rebordes de disco o bien “Disk Wings”. Esa forma de realización presenta la ventaja de que puede facilitarse la fabricación del paquete de discos, ya que puede omitirse un proceso de fijación particular del elemento de unión y del elemento interruptor en ambos

discos vecinos. Además, se mejora la estabilidad por la configuración integral.

El elemento interruptor se ha previsto en una zona, en la que se produciría un sistema de vórtice libre y capas de Ekman, debido al orificio de entrada. Interrumpiendo la corriente en esa zona, se puede mejorar en conjunto el diagrama de la corriente. Una torsión a formarse en la primera cámara presenta una determinada velocidad periférica de vórtice, que reduce la circulación por el paso. Una pérdida de presión sobrevenida por corriente oblicua del paso es pequeña en comparación con una pérdida de presión, que se produciría en el desarrollo ulterior del vórtice.

El rotor según la invención se instala preferiblemente en el compresor de alta presión del motor.

La invención se explica detalladamente a continuación en relación con las figuras adjuntas. Lo muestran:

Figura 1: una sección de un rotor según el estado actual de la técnica en una vista esquemática en sección.

Figura 2: una sección de otro rotor según el estado actual de la técnica en una vista esquemática en sección, y

Figura 3: una sección de una forma de realización de un rotor según la invención.

Se explican a continuación las soluciones y problemas del estado actual de la técnica en relación con las figuras 1 y 2.

La figura 1 muestra una sección del rotor 10. Se han representado dos discos 12 y 14 de rotor, en cuya perforación se encuentra un árbol 16. Los discos 12 y 14 presentan respectivamente en su contorno exterior ranuras, en cada una de las cuales se ha fijado respectivamente el pie 18 de una pala 20. Las palas 20 son palas de compresor en la configuración representada. En la realización representada, disco 12 de rotor presenta rebordes 22 de disco, que se extienden en un radio Ra en la dirección axial del disco 12. Dichos rebordes 22 de disco, que puede designarse también como “Disk Wings”, se han previsto a una distancia del contorno exterior del disco 12. Eso significa que los rebordes del disco se han previsto en un radio Ra, que es menor que el radio, en el que se han previsto las ranuras para alojar los pies 18 de las palas. En los extremos libres del reborde 22 de disco, se han unido éstos con el otro disco 14 de rotor. En la configuración representada tiene lugar la unión mediante una construcción 24 atornillada.

Por medio de las paredes laterales de los discos 12 y 14, el árbol 16 y el reborde 22 del disco, se forma una cámara 26. Como entrada para el aire del tambor 28 del compresor, en el que se encuentran las palas 20, se ha previsto una perforación 30 en el reborde 22 del disco. La entrada de la cámara 26 está formada en la zona del árbol 16 por la separación entre los dos discos 12 y 14.

El aire, que entra a la cámara 26 por las perforaciones 30, que sirven de orificios de entrada, como se ha indicado esquemáticamente en el dibujo por el rectángulo, formará un sistema de vórtice libre y capas de Ekman. En este caso, la relación del radio Ra, en el que se han dispuesto los rebordes 22 de disco, y el radio Ri del árbol 16, en el que tiene lugar la transmisión ulterior del aire a la turbina, es determinante para la formación del vórtice. Con las presiones marginales dadas de P1 en el tambor del compresor y de P2 en el árbol 16, no se puede conseguir, por lo general, el caudal requerido con la relación Ra/Ri a causa de la fuerte caída de presión en el sistema de vórtices.

En la figura 2, se ha representado una alternativa del estado actual de la técnica. La estructura corresponde básicamente a la del rotor 10 de la figura 1. Componentes iguales se designan por ello con los mismos números de referencia que en la figura 1 y su funcionamiento no se vuelve explicar.

Desde la perforación 30 en el reborde 22 de disco, se extiende un tubo 32, que también se designará a continuación como “Giggle Tube”, hacia la cámara 26. El extremo 34 del tubo 32, opuesto a la perforación 30, se ha fijado en resaltos 36 de las paredes laterales de los discos 12 y 14 del rotor. Desde el extremo 34 del tubo 32, la corriente de aire procedente del tambor 28 del compresor, que es conducida por el tubo 32 y que es forzada por el mismo a formar un vórtice rígido, puede introducirse en la zona entre los discos 12 y 14 del rotor. Desde allí puede evacuarse el aire y alimentar una turbina de baja presión (no mostrada) pospuesta para refrigeración.

En la figura 3 se ha representado una forma de realización del rotor según la invención. También en este caso se han provisto con los mismos números de referencia los componentes, que correspondan a los de las figuras 1 y 2 y no se vuelve a explicar su estructura ni su funcionamiento.

Tal como se puede deducir de la figura 3, se ha previsto en la cámara 26 del rotor 10 según la invención un elemento 38 interruptor, que se extiende axialmente entre los discos 12 y 14 del rotor. En la forma de realización representada, el elemento 38 interruptor se ha fijado en las paredes laterales de los discos 12 y 14 del rotor. En el elemento 38 interruptor, configurado en forma de anillo, y que se ha instalado entre los discos 12 y 14 del rotor, se ha previsto un paso 40. Dicho paso 40 puede configurarse como perforación o representar una tobera.

Por medio del elemento 38 interruptor, se interrumpe la corriente en la cámara 26 y se forman dos cámaras 42 y 44 radialmente adyacentes. La corriente, que entra en la cámara 44 procedente del tambor 28 del compresor, es sometida también en este rotor a una determinada turbulencia. Evidentemente, con el elemento 38 interruptor previsto en la cámara 26 y el paso 40 previsto en el mismo, se reduce en ese lugar la velocidad periférica del vórtice.

Para la formación de vórtices, es determinante, en el rotor según la invención, la relación del radio Ra1, en el que se han previsto los rebordes 22 de las palas, al radio Ra2, en el que se ha previsto el elemento 38 interruptor, y al radio Ri del núcleo del rodete. Por consiguiente, la relación Ra/Ri obtenida en el estado actual de la técnica es reducida por ello. Por tanto, un vórtice, que se formaría sin el elemento 38 interruptor, se divide en dos vórtices parciales, con lo que disminuye la pérdida de presión.

La presente invención no se limita a la forma de realización representada. Hay, por ejemplo, en el marco de la invención más de un elemento interruptor a prever en la cámara 26. También la diferencia entre el radio Ra1 y el Ra2 puede elegirse de acuerdo con las exigencias y, por ejemplo, indicarse menor que en la figura 3. En ese caso, se dispondría el elemento interruptor más desplazadamente en la dirección del ala del disco en comparación con la posición mostrada en la figura 3.

El elemento interruptor se prevé por todo el contorno del rotor. En todo dicho contorno, se prevé un número apropiado de pasos de fluido, en especial, de acuerdo con el número de orificios de entrada en la brida de disco.

REIVINDICACIONES

1. Rotor (10) para un motor, en especial un motor de avión o una turbina de gas, incluyendo el rotor (10) por lo menos dos discos (12, 14) de rotor separados axialmente, unidos mutuamente por medio de un elemento (22) de unión, y donde el elemento (22) de unión presenta múltiples orificios (30) de entrada para la entrada de fluido, procedente de la zona circundante al rotor (10), a una cámara (26) situada entre los dos discos (12, 14) de rotor distanciados, donde la cámara (26) está delimitada por las paredes laterales de los discos (12, 14) de rotor, el árbol (16) y el elemento (22) de unión, caracterizado por que en la cámara (26) se ha dispuesto un elemento (38) interruptor anular con múltiples pasos (40) de tipo agujero o bien perforación, donde entre los dos discos (12, 14) de rotor se forman, debido al el elemento (38) interruptor, dos cámaras (42, 44) radialmente adyacentes, que están mutuamente conectadas por los pasos (40) de fluido, y donde un respectivo orificio (30) de entrada y un respectivo paso (40) de fluido están alineados mutuamente en dirección radial.

2. Rotor según la reivindicación 1, caracterizado por que el elemento (38) interruptor representa un elemento adicional para conectar los dos discos (12, 14) de rotor adyacentes.

3. Rotor según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que los orificios (30) de entrada y los pasos (40) de fluido presentan en dirección de la corriente una longitud, que conduce la corriente.

4. Rotor según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el elemento (22) de unión, en el que se han previsto los orificios (30) de entrada, y el elemento (38) interruptor se han unido integralmente con uno de los discos (12, 14).

5. Rotor según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el elemento (38) interruptor se ha previsto en una zona (Ra2), en la que sin el elemento (38) interruptor se produciría un sistema de vórtice libre y capas de Ekman debido al orificio (30) de entrada.

6. Rotor según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el rotor (10) se utiliza en el compresor de alta presión del motor.

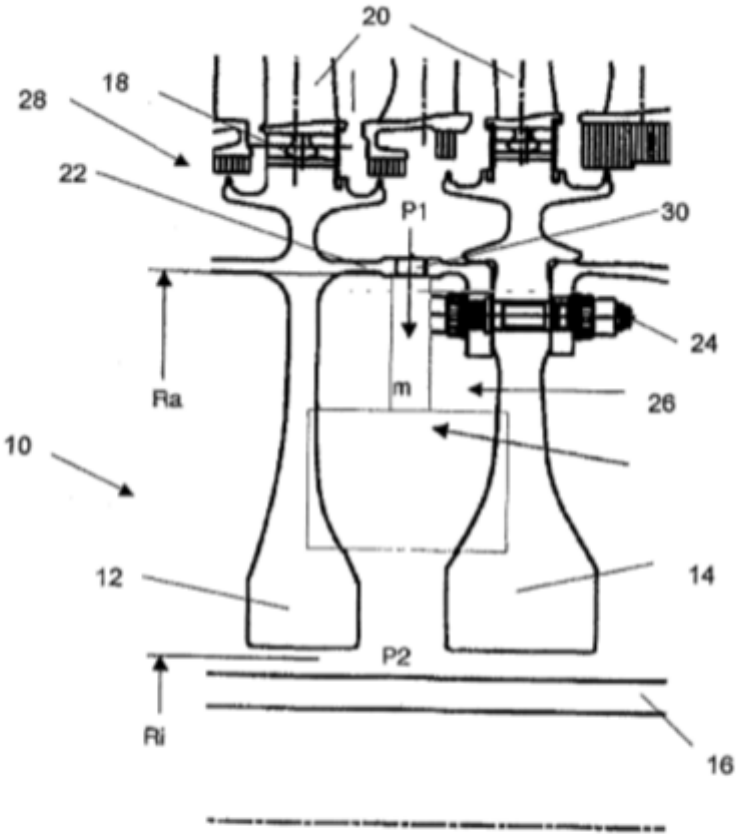

FIG. 1

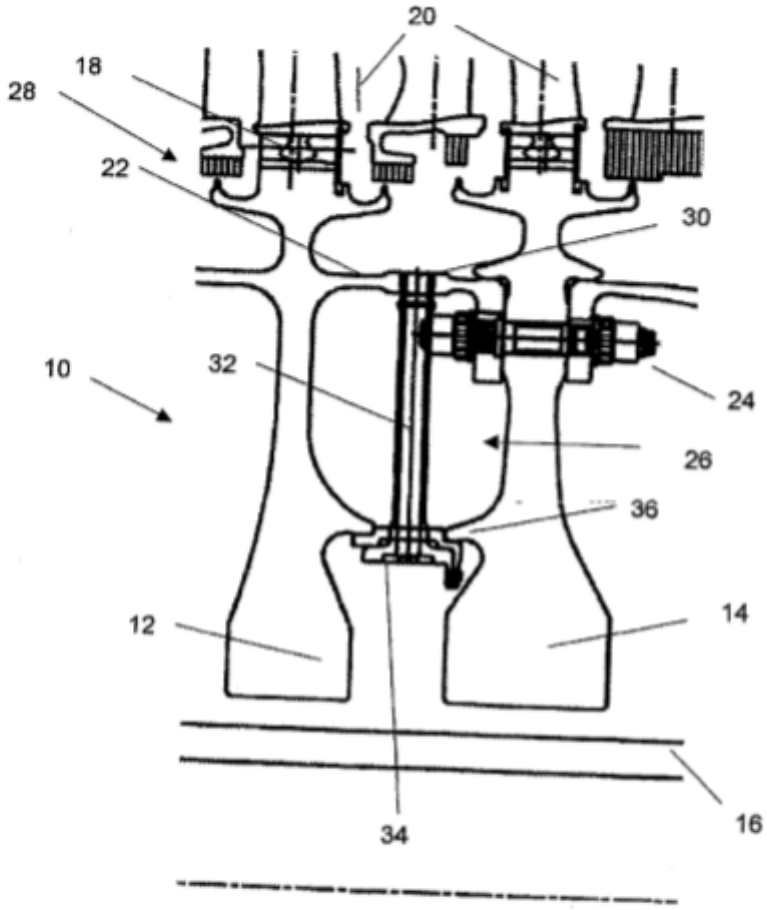

FIG. 2

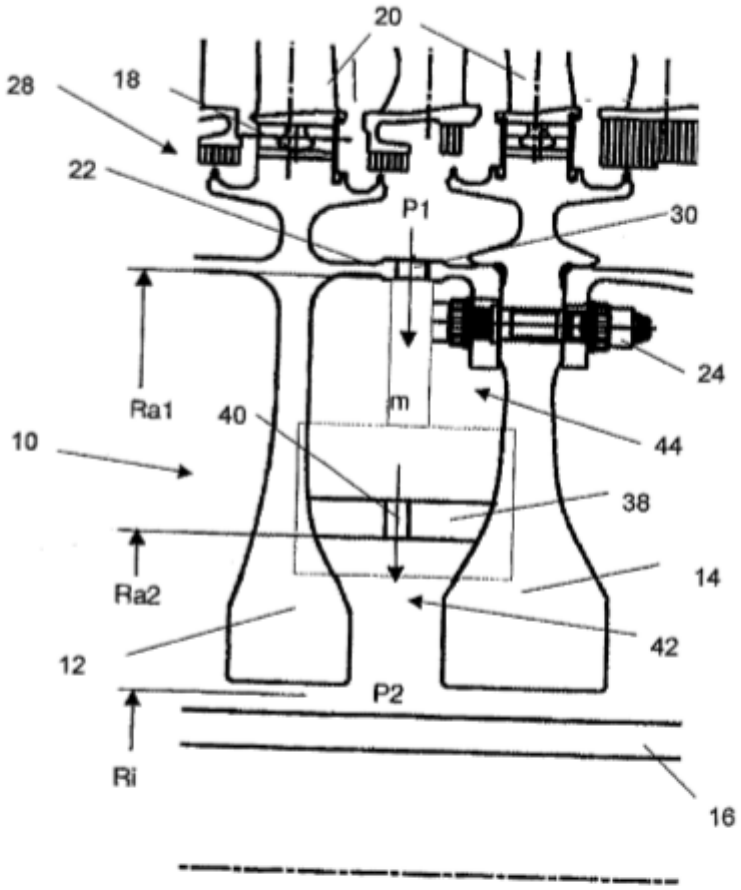

FIG. 3