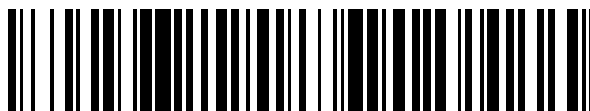


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 411**

51 Int. Cl.:

F01D 21/00 (2006.01)

F01D 25/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.10.2016** **E 16195558 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019** **EP 3173585**

54 Título: **Elemento de cierre para una abertura de boroscopio de una turbina de gas**

30 Prioridad:

30.11.2015 DE 102015223684

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

24.10.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KUFNER, PETRA;
SCHLEMMER, MARKUS;
GIEG, WALTER;
THIELE, OLIVER y
MAHLE, INGA**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 728 411 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

Elemento de cierre para una abertura de boroscopio de una turbina de gas

El presente invento se refiere a un elemento de cierre para una abertura de boroscopio de una turbina de gas, especialmente una turbina de gas de avión, en donde la abertura de boroscopio presenta un borde de abertura radial interior orientado hacia un canal anular de la turbina de gas que conduce gas, en donde el elemento de cierre presenta una zona principal y una zona de cierre unida con la zona principal, y donde la zona de cierre referida a un eje longitudinal del elemento de cierre está construida como mínimo parcialmente, simétrica a la rotación.

Los datos de dirección, como "Axial-" o "axial", "Radial-" o "radial" y "circunferencial-" hay que entenderlos referidos fundamentalmente al eje de máquina de la turbina de gas siempre y cuando del contexto no se desprenda explícita o implícitamente otra cosa.

Este tipo de elementos de cierre, que también pueden ser denominados como tapones de boroscopio, son ya conocidos. Generalmente, tales tapones de boroscopio son atornillados mediante rosca, en donde la zona de cierre simétrica por rotación, por lo general en forma esférica, cierra tangencialmente con un contorno interior del canal anular. Debido a esta disposición del elemento de cierre, que con su zona de cierre está quasi hundido en la abertura de boroscopio o en el contorno interior del canal anular, se producen grandes espacios intermedios entre el contorno exterior de la zona de cierre y una pared que limita la abertura de boroscopio, que llevan a perturbaciones en la corriente de gas caliente. Un ejemplo de esto está publicado en el documento CN 202 994 190 U.

Es misión del invento el desarrollar un elemento de cierre de una turbina de gas de tal manera que se pueden reducir las desventajas antes mencionadas.

Esta misión será resuelta según el invento, por una turbina de gas según las características de la reivindicación 1.

Entonces se propone que el elemento de cierre presente una zona de cierre en forma esférica y esté dimensionado de tal manera que la zona de cierre en estado introducida en la abertura de boroscopio sobresalga parcialmente sobre el borde radial interior de la abertura de boroscopio.

Se ha demostrado que cuando la zona de cierre sobresale por encima de la abertura de boroscopio o sea dentro del canal anular, lleva a que la abertura de boroscopio esté mejor rellena mediante la zona de cierre, de manera que se pueden reducir las dimensiones de los espacios intermedios desventajosos. Con ello se ha demostrado sorprendentemente que cuando la zona de cierre sobresale en el canal anular, especialmente debido al diseño simétrico a la rotación de la zona de cierre, actúa perturbando menos a la corriente que la existencia de grandes espacios intermedios en el caso de zona de cierre que cierran tangencialmente con el contorno interior del canal anular.

Para que un elemento de cierre como este pueda ser introducido independientemente de su posición angular de montaje referida al contorno interior del canal anular, la zona de cierre puede estar construida por ejemplo también en forma de cono o en forma de tronco de cono.

Para ello la zona de cierre está dimensionada de tal manera que en acción conjunta con una pared de abertura que se une con el borde radial interior sella el canal anular que conduce el gas caliente.

Para ello es necesario que el máximo diámetro de la zona de cierre corresponda con el diámetro de la abertura de boroscopio formada por la pared de abertura. En el caso de la zona de cierre construida en forma esférica el diámetro máximo de la zona de cierre es igual al diámetro máximo de la correspondiente esfera. En el caso de una zona de cierre construida a modo de ejemplo en forma de cono o en forma de tronco de cono el diámetro máximo de la zona de cierre es el diámetro mayor del cono o del tronco de cono.

Preferiblemente la zona principal presenta una longitud que está medida de tal manera que la zona de cierre determinada en sus dimensiones dependiendo del diámetro interior de la abertura de boroscopio sobresale del borde de abertura radial interior en un valor que corresponde como mínimo el 2% del diámetro de la esfera.

La pared exterior del canal anular puede estar inclinada respecto de la dirección axial de la turbina de gas, como mínimo por secciones, de manera que la pared exterior esencialmente presenta la forma de una superficie envolvente de un tronco de cono. Aquí se hace mención especial a que la pared exterior del canal anular no está estampada en línea recta o lineal por toda su longitud axial, como en el caso de la línea de envolvente de un cono habitualmente definido, sino que la superficie envolvente también puede estar construida ligeramente ondulada.

En el desarrollo se propone que la zona de cierre referida a una sección longitudinal axial sobresale en el canal anular a través de la abertura de boroscopio por encima de una línea imaginaria que une una zona de borde delantera axial y una zona de borde posterior axial del borde de abertura a lo largo de la superficie envolvente inclinada en dirección axial. Esta línea de unión imaginaria puede ser entendida también como aquella línea que según el estado de la técnica ha formado una tangente a la zona de cierre cuando la zona de cierre está casi hundida en la abertura de boroscopio o ha cerrado tangencialmente con el contorno interior del canal anular.

Para que la corriente de gas caliente solo resulte mínimamente perturbada por la zona de cierre que sobresale en el canal anular se prefiere que la zona de cierre sobresalga en el canal anular en una distancia medida ortogonal a la línea imaginaria, en donde la distancia es aproximadamente 2% hasta 30%, preferiblemente 10% hasta 24%, lo más preferido 14% al 18% del diámetro de la abertura de boroscopio medida en dirección axial. Expresado de otra manera, la distancia que sobresale en el canal anular no debe ser más que aproximadamente 2% hasta 30% del diámetro de un elemento de cierre en forma de esfera cuyo diámetro exterior, por lo general, corresponde esencialmente al diámetro interior de la abertura de boroscopio.

Según el invento un segmento esférico de la zona de cierre sobresale en el canal anular. Entonces, la altura del segmento esférico puede corresponder con la distancia medida en ortogonal.

10 A continuación el invento será descrito por referencia a las figuras adjuntas a modo de ejemplo y no limitadoras.

La Fig. 1 muestra una representación en sección longitudinal esquemática y simplificada de un extracto de una etapa de turbina de una turbina de gas acorde con el invento con un elemento de cierre para una abertura de boroscopio en ella insertado.

15 La Fig. 2 muestra, en las figuras parciales A) y B) dos representaciones a escala ampliada de la zona denominada con II en la figura 1, en donde en la figura 2A) adicionalmente está indicada una zona de cierre en una posición conocida, y donde en la figura 2B) se expone otra posición de la zona de cierre acorde con el invento.

La figura 1 muestra una representación parcial de un canal anular 10 que conduce gas caliente de una etapa de turbina no representada en detalle de una turbina de gas igualmente no representada en detalle. La dirección axial referida al eje de máquina de la turbina de gas está denominada con AR y la dirección radial está denominada con RR.

20 El canal anular 10 está limitado como mínimo por zonas, por una pared 12 de canal anular con una cara interior 14 orientada hacia el gas caliente. La pared 12 de canal anular está unida con otros componentes de la etapa de turbina o de la turbina de gas que no están descritos con detalle, especialmente un componente 16 de carcasa. Para poder inspeccionar una etapa de turbina afectada, especialmente sus alabes móviles, en la pared 12 de canal de turbina está prevista una abertura de boroscopio 18. Habitualmente están previstos los correspondientes accesos, aproximadamente en el componente 16 de carcasa y en su caso, otros módulos de la turbina de gas situados radialmente más hacia el exterior, de manera que un boroscopio puede ser introducido a través de estos accesos y de la abertura de boroscopio 18 en la pared 12 de canal anular y se puede examinar la etapa de turbina.

25 El canal anular 10 presenta un contorno que corresponde con la cara interior 14, en donde la cara interior 14 discurre inclinada hacia la dirección axial AR. La cara interior 14 del canal anular 10 presenta esencialmente, dicho fácilmente, la forma de una superficie envolvente de un cono, en donde como se puede apreciar en la figura 1, la cara interior 14 no está estampada como una línea recta o linealmente en toda su longitud, como la línea envolvente de un cono definido habitualmente. Expresado de otra manera, también se puede decir que a lo largo de la dirección axial AR, que en esencia se corresponde con la dirección de circulación del gas caliente, el canal anular se ensancha en dirección radial RR. En esta cara interior 14, que habitualmente está también curvada en dirección circunferencial alrededor del eje de máquina, está insertada la abertura de boroscopio 18, en donde como transición, entre la abertura de boroscopio 18 y la cara interior 14 se ha construido un borde de abertura 20 situado radialmente por el interior. En dirección radial RR, al borde de abertura 20 se le une una pared de abertura 22 de la abertura de boroscopio 18. Esta pared de abertura 22 está construida en la pared 12 del canal anular. Durante el funcionamiento de la turbina de gas la abertura de boroscopio 18 está cerrada por un elemento de cierre 24 que también puede ser denominado tapón de boroscopio. Esencialmente el elemento de cierre 24 está formado por una zona principal 26 y una zona de cierre 28 que están unidas una con otra, en especial construidas de una pieza una con otra. La zona de cierre 28 está construida habitualmente simétrica a la rotación alrededor de un eje de rotación, que en la forma de realización presente corresponde al eje longitudinal LA del elemento de cierre 24. En el ejemplo mostrado el elemento de cierre 24 está colocado en la etapa de turbina o en la turbina de gas de tal manera que el eje longitudinal LA se extiende esencialmente paralelo a la dirección radial RR. Realmente se puede pensar en otras posiciones de montaje en las que el eje longitudinal está inclinado respecto de la dirección radial RR, axialmente hacia delante o axialmente hacia atrás. Además, el eje longitudinal LA también puede desviarse de la dirección radial RR en dirección circunferencial. Utilizando un elemento de cierre 24 simétrico a la rotación en forma de una esfera o por ejemplo de un cono, un mismo elemento de cierre 24 puede ser utilizado en diferentes posiciones de montaje.

30 En la forma de realización representada en la figura 1 la zona de cierre 28 está construida en forma de esfera. Además el elemento de cierre 24 está diseñado de tal manera que en estado introducido en la abertura de boroscopio 18 sobresale con su zona de cierre 28 en el canal anular 10 o penetra parcialmente en ese. En el ejemplo representado, la zona de cierre 28 sobresale más allá una línea de unión VL imaginaria que (en dirección axial AR) une una con otra la zona borde de abertura 20a delantera y la zona borde de abertura 20b trasera. En la representación en sección de la figura 1 esta línea de unión VL puede ser vista como el complemento imaginario de la cara interior 14 de la pared de canal anular si no estuviera prevista ninguna abertura de boroscopio 18. Igualmente la línea de unión VL está inclinada hacia la dirección radial RR y hacia la dirección axial AR. La zona de cierre 28 sobresale con su superficie exterior 30 en el canal anular 10, una distancia AB que está medida ortogonal a la línea de unión VL, de manera que la zona de cierre sobresale más allá del borde de abertura 20 de la abertura de boroscopio 18 situado radialmente en

el interior. En esta posición, la zona de cierre 28 viene a hacer contacto con su superficie exterior 30 con la pared de abertura 22 de manera que se puede obtener un sellado del canal anular 10 de la etapa de turbina.

La figura 2A muestra un extracto ampliado correspondiente a la zona II que se muestra rodeada por línea de puntos de la figura 1. Igualmente en la figura 2A está la zona de cierre 28 representada en su posición introducida en la
 5 abertura de boroscopio 18. Con línea de puntos se representa una zona de cierre 28a que está introducida en la abertura de boroscopio 18 en una posición conocida por el estado de la técnica. En ella la zona de cierre 28a con la cara interior 14 o el contorno del canal anular 10 cierra de tal manera que la línea de unión VL forma una tangente a la superficie exterior 30a de la zona de cierre 28a. La zona de cierre 28a está quasi alojada hundida en la abertura de boroscopio.

10 En el caso de la posición del elemento de cierre 28 de manera que sobresale en el canal anular 10, un espacio intermedio 32 (superficie rayada simple) formado entre la superficie exterior 30 y la pared de abertura 22, se reduce comparado con la posición conocida del elemento de cierre 28a representado rayado en la que el espacio intermedio 32 está más grande en la zona 32a (superficie rayada con líneas cruzadas) o un volumen correspondiente. Además, en la disposición conocida del elemento de cierre 28a se forma también un espacio intermedio 32b adicional sobre la
 15 cara posterior de la zona de cierre 28a en la dirección de circulación.

Debido a la reducción del espacio intermedio 32 pueden reducirse las perturbaciones en la corriente de gas caliente, especialmente las turbulencias en el espacio intermedio 32. Debido a la construcción simétrica a la rotación, en forma de esfera, del elemento de cierre 32 la parte de la zona de cierre que sobresale en el canal anular 10 puede ser rodeada con menor resistencia. La reducción del espacio intermedio 32, especialmente en el volumen en las zonas
 20 32a y 32b en combinación con el sobresaliente de la zona de cierre 32 en el canal anular 10 lleva a menores perturbaciones de la corriente de gas caliente, de manera que en conjunto se puede obtener un servicio mejorado y un rendimiento mejorado de la etapa de turbina.

En la figura 2A se puede apreciar además que para la posición modificada del elemento de cierre 24 en la abertura de boroscopio 18 no es necesario ningún ajuste en la zona de cierre 28 en forma de esfera, simétrica a la rotación, sino
 25 que por ejemplo, la sección principal 26 se prolonga en un valor HL en comparación con el elemento de cierre conocido. La prolongación HL de la sección principal 26 puede realizarse en cualquier posición a lo largo del eje longitudinal LA. Correspondientemente, la solución propuesta puede ser utilizada en turbinas de gas ya existentes, porque los elementos de cierre existentes más cortos, pueden ser sustituidos por nuevos elementos de cierre 24 más largos.

La figura 2B muestra en una representación de puntos, otra posición de la zona de cierre 28, de manera que ella sobresale todavía más en el canal anular 10 (distancia AB'), pero precisamente con su superficie exterior 30 entra en contacto con el borde de abertura 20b axial posterior de la abertura de boroscopio 18. Como se ha descrito anteriormente por referencia a la figura 2A, también en este caso se puede prolongar la zona principal 26 con respecto de una zona principal 26 acorde con la figura 1 o 2A, en un valor HL'. El espacio intermedio 32 ha pasado a ser más
 30 pequeño en la zona o el volumen 32c (de puntos con líneas cruzadas), en donde la distancia AB' ha pasado a ser algo más grande. Los restantes símbolos de identificación contenidos en la figura 2B identifican componentes iguales a los que ya se han descrito por referencia a las figuras 1 y 2A y están nuevamente contenidos en la figura 2B, aunque no se describan nuevamente.

La distancia AB entre la línea de unión imaginaria y la superficie exterior 30 de la zona de cierre, dibujada en las figuras 1, 2A y 2B es de aproximadamente 2% hasta 30% del diámetro DM de la abertura de boroscopio 18. Expresado de otra manera, la distancia AB es de aproximadamente 2% hasta 30% del diámetro DM de la zona de cierre 24 en forma de esfera. Zonas mayores preferidas de la distancia AB están aproximadamente en 10 - 24 % y además 14 - 18% del diámetro DM. Dependiendo de la alineación y geometría de la abertura de boroscopio así como del contorno del canal anular 10, se puede elegir que la zona de cierre 28 sobresalga en la distancia AB en el interior del canal anular 10, de manera que en conjunto se puede obtener una corriente de gas caliente con menos perturbación, en donde los espacios intermedios 32, 32a, 32b entre la zona de cierre 28 y la pared de abertura 22 resultan minimizados por el
 45 aumento de la separación AB de la superficie exterior 30 de la línea de unión VL.

En conjunto, mediante el elemento de cierre 24 propuesto para una abertura de boroscopio 18 se obtiene la posibilidad de mejorar las relaciones de circulación en un canal anular 10 de una etapa de turbina, en donde en contra de las enseñanzas actuales, se puede aceptar que la zona de cierre sobresalga en el interior del canal anular porque esto
 50 lleva a una perturbación mucho menor de la corriente, especialmente cuando se utiliza una zona de cierre en forma de esfera.

Lista de símbolos de identificación.

10	canal anular
12	pared de canal anular
55	14 cara interior
16	componente de carcasa

	18	abertura de boroscopio
	20	borde de abertura
	20a	zona de borde de abertura axial delantera
	20b	zona de borde de abertura axial posterior
5	22	pared de abertura
	24	elemento de cierre (tapón de boroscopio)
	26	zona principal
	28	zona de cierre
	30	superficie exterior
10	32	espacio intermedio
	32a	aumento del espacio intermedio
	32b	espacio intermedio
	32c	reducción del espacio intermedio
	AB	distancia
15	AR	dirección axial
	DM	diámetro
	HL	prolongación de zona principal
	LA	eje longitudinal
	RR	dirección radial
20	SR	dirección de la corriente
	VL	línea de unión

REIVINDICACIONES

1. Turbina de gas , especialmente turbina de gas de avión, con como mínimo una etapa de turbina y un canal anular (10) que conduce gas caliente asociado con la etapa de turbina de gas, y con como mínimo una etapa de compresor y un canal anular que conduce gas caliente asociado con la etapa de compresor, en donde el canal anular (10) de la etapa de turbina de gas presenta una pared exterior (12) radial en la que como mínimo está prevista una abertura de boroscopio (18), en donde la abertura de boroscopio (18) presenta un borde de abertura (20, 20a, 20b) construido en la pared exterior (12), borde de abertura al que se conecta una pared de abertura (22) hacia el exterior, preferiblemente en esencia en dirección radial (RR), en donde en la abertura de boroscopio (18) está introducido un elemento de cierre (24), en donde el elemento de cierre (24) presenta una zona principal (26) y una zona de cierre (28) unida con la zona principal (26), en donde la zona de cierre (28) está rodeada por la pared de abertura (22), en donde la zona de cierre (28), por referencia a un eje longitudinal (LA) del elemento de cierre (24) está construida simétrica a la rotación, por lo menos parcialmente, en donde el diámetro (DM) de la zona de cierre (28) corresponde esencialmente con el diámetro interior (DM) de la abertura de boroscopio (18) formada en la pared de abertura (22), y donde la zona de cierre (28) está dimensionada de manera que actuando conjuntamente con la pared de abertura (22) sella el canal de gas caliente (10) por que con su superficie exterior está en contacto con la pared de abertura (22), caracterizado por que la zona de cierre (28) está construida en forma de esfera y porque el elemento de cierre (24) está dimensionado de manera que la zona de cierre (28), en un estado introducida en la abertura de boroscopio (18), sobresale parcialmente sobre el borde de abertura (20, 20a, 20b) radial interior de la abertura de boroscopio (18) y con ello se introduce parcialmente en el canal caliente (10).
2. Turbina de gas según la reivindicación 1, caracterizado por que la zona principal (26) presenta una longitud que está medida de manera que la zona de cierre (28) en estado insertada en la abertura de boroscopio (18) sobresale sobre el borde de abertura (20, 20a, 20b) interior radial y realmente en una cantidad que como mínimo corresponde con el 2% del diámetro (DM) de la zona de cierre (28).
3. Turbina de gas según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la pared exterior (12) del canal anular (10) está inclinada, como mínimo por zonas, por referencia a la dirección axial (AR) de la turbina de gas de manera que la pared exterior (12) presenta esencialmente la forma de una superficie envolvente de un tronco de cono.
4. Turbina de gas según la reivindicación 3, caracterizado por que la zona de cierre (28) a través de la abertura de boroscopio (18) sobresale en el canal anular (10) por encima de una línea imaginaria (VL) que une una zona de borde de abertura (20a) axial delantera del borde de abertura (20) y una zona de borde de abertura (20b) radial posterior del borde de abertura (20) a lo largo de la superficie envolvente inclinada hacia la dirección axial (AR).
5. Turbina de gas según la reivindicación 4, caracterizada porque la zona de cierre (28) sobresale en el canal anular (10) en una distancia (AB) medida en ortogonal a una línea imaginaria (VL), en donde la distancia (AB) es aproximadamente 2% hasta 30%, preferiblemente 10% hasta 24%, especialmente 14% hasta 18% del diámetro interior (DM) de la abertura de boroscopio (18) medido en dirección axial (AR).
6. Turbina de gas según la reivindicación 5, caracterizada porque la altura del segmento de esfera con la que la zona de cierre (28) en forma de esfera sobresale en el canal anular (10), medido desde la línea imaginaria (VL), corresponde a la distancia (AB) medida en ortogonal.

Fig. 1

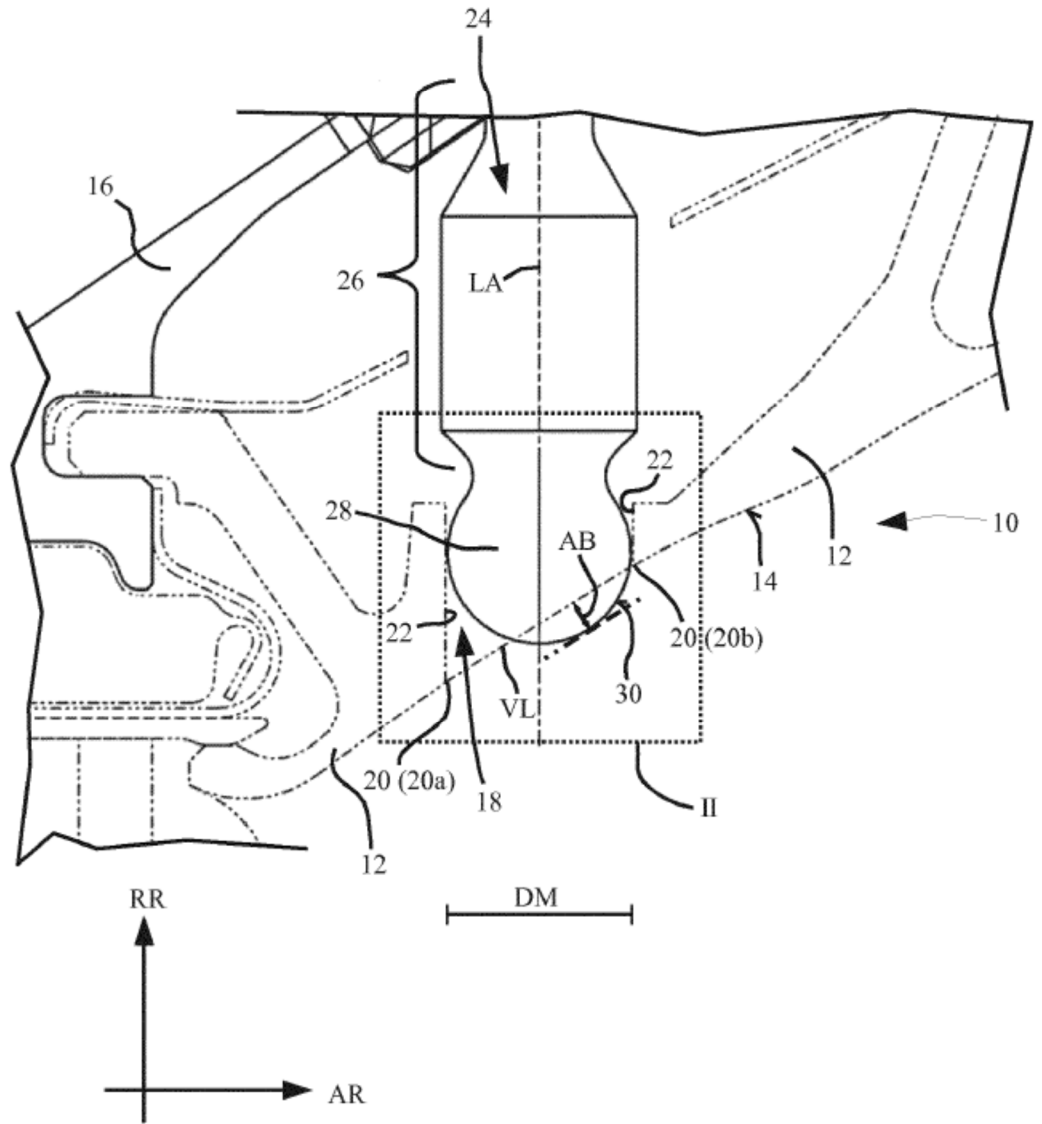


Fig. 2

