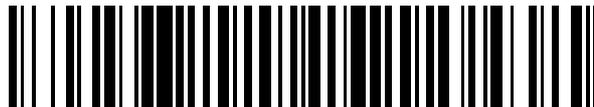


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 156**

51 Int. Cl.:

F01D 5/30 (2006.01)

F01D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2010 E 10715749 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2013 EP 2414641**

54 Título: **Rotor de turbomáquina axial con disco de estanqueidad**

30 Prioridad:

31.03.2009 EP 09004781

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

21.10.2013

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**DUNGS, SASCHA y
SCHRÖDER, PETER**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 426 156 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

Rotor de turbomáquina axial con disco de estanqueidad

La invención se refiere a un rotor de turbomáquina axial con un disco de estanqueidad.

Una turbomáquina axial, por ejemplo una turbina de gas, presenta una turbina, en la que se expande gas caliente. Para la consecución de un rendimiento térmico alto de la turbina de gas, hay que seleccionar la temperatura del gas caliente en la entrada a la turbina lo más alto posible. El nivel de temperatura máxima factible del gas caliente está limitado por requerimientos de resistencia en la turbina, que están definidos a través del diseño y la selección del material de los componentes de la turbina. La carga de temperatura y la sollicitación mecánica de los componentes predeterminan su duración de vida útil, que debe estar por encima de determinados límites por razones de seguridad y de rentabilidad.

Un rotor de turbina convencional presenta un árbol y discos colocados simétricos rotatorios en él, en cuyo borde exterior están fijadas una pluralidad de palas de rodadura adyacentes entre sí sobre la periferia. Las palas de rodadura y los discos son a veces los componentes más solicitados a esfuerzo en la turbina, con lo que en primera línea se definen por estos componentes los ciclos de mantenimiento de la turbina de gas. Para la prolongación de los tiempos de rodadura de las palas de rodadura y de los discos se conoce refrigerar las palas de rodadura y los discos con aire de refrigeración, que es tomado convencionalmente desde un compresor de la turbina de gas. Especialmente las palas de rodadura están fabricadas de una estructura de filigrana, que está recorrida con canales de refrigeración, a través de los cuales circula el aire de refrigeración para la refrigeración de las palas de rodadura. Los canales de refrigeración desembocan en la pata de las palas de rodadura, en la que los canales de refrigeración son alimentados con aire de refrigeración.

Convencionalmente, como por ejemplo en la configuración de acuerdo con el documento US 2005/0265849 A1, en el disco en la zona de la pata de las palas está previsto un calan ad admisión de aire de refrigeración, que está formado entre el disco y un disco de estanqueidad en forma de anillo adyacente al mismo, que está dispuesto inmediatamente adyacente radialmente en la pata de la pala. En el disco de estanqueidad en forma de placa de una sola pieza se plantean requerimientos de diseño en el sentido de que hay que mantener lo más reducida posible una fuga del aire de refrigeración e impedir una entrada de gas caliente en los canales de refrigeración. Por lo tanto, el disco de estanqueidad está provisto en su borde colocado radialmente en el exterior con un anillo de estanqueidad, que se apoya bajo fuerza centrífuga en los lados inferiores de las plataformas de las palas.

En lugar de un anillo de estanqueidad puede estar prevista también una punta de estanqueidad. Sin embargo, en virtud de diferentes dilataciones térmicas de los componentes así como de la posición relativa que resulta de ello del disco de estanqueidad y de a pata de las palas entre sí durante el funcionamiento de rotor de turbomáquina axial se ajusta un desgaste de las puntas de estanqueidad. De esta manera, se empeora la acción de estanqueidad de las puntas de estanqueidad, de modo que en el disco de estanqueidad puede circular aire de refrigeración en la zona de gas caliente de la turbina. Además, existe el peligro de que por delante de las puntas de estanqueidad puede penetrar gas caliente en los canales de refrigeración y de esta manera se eleva la carga térmica de las palas de rodadura, con lo que se eleva el riesgo de un fallo prematuro de las palas de rodadura.

Además, se conoce a partir del documento WO 2007/028703 A1 una junta de obturación frontal del canal de admisión de aire de refrigeración, en la que en lugar de un disco de estanqueidad en forma de anillo de una sola pieza, están previstos una pluralidad de segmentos de disco de estanqueidad, que forman en común el anillo de obturación. Bajo fuerza centrífuga, éstos se apoyan en los lados inferiores de las plataformas de las palas de rodadura. Por lo tanto, no es necesaria una obturación separada con la ayuda de un anillo de obturación.

El cometido de la invención es crear un rotor de turbomáquina, que tiene una duración de vida útil larga.

El rotor de turbomáquina axial de acuerdo con la invención presenta un cuerpo de rotor configurado simétrico rotatorio alrededor del eje del rotor, una corona de palas de rodadura, que presenta una pluralidad de palas de rodadura, que están fijadas, respectivamente, con su pata de pala en el cuerpo de rotor, y un disco de estanqueidad configurado simétrico rotatorio alrededor del eje del rotor, que está dispuesto con su borde exterior radialmente dentro adyacente a una proyección de la pata de la pala que se extiende axialmente, de manera que entre la pata de la pala y el disco de estanqueidad está configurado un espacio hueco, estando prevista en el borde exterior una ranura que desemboca radialmente hacia fuera, en la que está alojado un anillo de estanqueidad, que durante el funcionamiento del rotor se puede deslizar bajo la acción de la fuerza centrífuga radialmente hacia fuera en la ranura, hasta que el anillo de estanqueidad se apoya radialmente en el lado interior de la proyección y de esta manera obtura el espacio hueco en la pata de la pala.

Durante el funcionamiento del rotor de turbomáquina axial, se establece un movimiento relativo axial entre la proyección y el anillo de estanqueidad. De esta manera, puede producirse en el anillo de estanqueidad un desgaste, que puede perjudicar la acción de estanqueidad del anillo de estanqueidad. Si el anillo de estanqueidad está tan desgastado que no existe ya una acción de estanqueidad suficiente, entonces el anillo de estanqueidad se puede

sustituir en el disco de estanqueidad, por ejemplo en un ciclo de mantenimiento del rotor de turbomáquina axial. De esta manera no es necesario sustituir al mismo tiempo todo el disco de estanqueidad, con lo que se consigue un mantenimiento sencillo y efectivo del rotor de turbomáquina axial. Puesto que durante el funcionamiento del rotor de turbomáquina axial el anillo de estanqueidad es comprimido a través de la fuerza centrífuga en la proyección, el anillo de estanqueidad se apoya sobre toda la periferia pretensado en la proyección. De esta manera el contacto entre el anillo de estanqueidad y la proyección está bien obturado, con lo que la acción de estanqueidad entre la proyección y el disco de estanqueidad es alta. Si el espacio hueco es, por ejemplo un canal para la alimentación de aire de refrigeración hacia la pata de la pala, como puede estar previsto, por ejemplo, en una turbina de gas, entonces la fuga de aire de refrigeración en el anillo de obturación es pequeña. De esta manera, la refrigeración de las palas de rodadura con el aire de refrigeración es efectiva, con lo que la duración de vida útil del rotor de turbomáquina axial es alta.

El disco de estanqueidad comprende una pluralidad de segmentos de disco de estanqueidad, lo que permite el montaje de palas de rodadura y del disco de estanqueidad después de la fabricación de un rotor – soldado o apilado a partir de disco de rotor – de una turbina de gas estacionaria. Con preferencia, los segmentos de disco de estanqueidad están acoplados entre sí, respectivamente, en dirección circunferencial con un renvalso escalonado. De esta manera, el montaje del disco de estanqueidad en el cuerpo del rotor es sencillo, de manera que con la ayuda del renvalso escalonado en el caso de un desplazamiento en dirección circunferencial de los segmentos de disco de estanqueidad individuales entre sí se impide una separación de los segmentos de los discos de estanqueidad. Además, el anillo de estanqueidad está formado por una pluralidad de segmentos de anillos de obturación dispuestos unos detrás de los otros en dirección circunferencial, los cuales están insertados, respectivamente, en el borde exterior del segmento de disco de estanqueidad asociado a ellos. Por consiguiente, solamente el anillo de estanqueidad o bien sus segmentos se apoyan en las plataformas y las palas de rodadura, lo que mejora la acción de estanqueidad. Al mismo tiempo, los segmentos de disco de estanqueidad se apoyan radialmente ahora directamente en el disco de rotor. De esta manera, se puede reducir la carga de fuerza centrífuga de cada fijación individual de las palas de rodadura, lo que eleva la duración de vida útil del disco de rotor y de las palas de rodadura.

Los segmentos de anillo de estanqueidad presentan con preferencia dos extremos longitudinales alejados uno del otro, que están formados, respectivamente, por un pliegue, que está engranado con una escotadura prevista en la ranura, de manera que los segmentos de anillo de estanqueidad están fijados en dirección circunferencial en unión positiva en el borde exterior. De esta manera se suprime de forma ventajosa un desplazamiento del segmento de anillo de estanqueidad en dirección circunferencial. Los pliegues están configurados con preferencia como brazos conformados en forma de L en dirección axial. En este caso, cada uno de los brazos presenta con preferencia un radio de curvatura, que es al menos mayor que la mitad de la extensión longitudinal del brazo respectivo. De esta manera se consigue que en los extremos longitudinales, el segmento de anillo de obturación se apoye de forma hermética al gas en el segmento de disco de estanqueidad. Además, se prefiere que los brazos apunten en direcciones opuestas, para que el segmento de anillo de estanqueidad esté configurado en forma de Z.

De manera más preferida, la proyección presenta una ranura que desemboca radialmente hacia dentro, en la que encaja el borde exterior de forma radialmente móvil y en cuyo fondo se puede apoyar el anillo de estanqueidad. De esta manera, con ventaja, el borde exterior del disco de estanqueidad está alojado en la ranura de la proyección, con lo que se reducen las influencias perjudiciales, en particular una carga mecánica y/o térmica, sobre el anillo de estanqueidad. Además, se reduce una diferencia de presión transversalmente al anillo de estanqueidad, de manera que la acción de estanqueidad del anillo de estanqueidad es alta.

De manera más preferida, los segmentos de anillo de estanqueidad están configurados como cinta con una sección transversal alargada, cuyos lados longitudinales se extienden en dirección radial y cuyo lado corto exterior se puede apoyar en la pata de la pala. Puesto que los lados longitudinales de los segmentos de anillo de estanqueidad se extienden en dirección radial, los segmentos de anillo de estanqueidad están guiados en su movimiento radial en la ranura de los segmentos de anillo de estanqueidad. De esta manera se impide una torsión y un basculamiento de los segmentos de anillo de estanqueidad en las ranuras de los segmentos de disco de estanqueidad. El rotor de turbomáquina axial es con preferencia un rotor de turbina axial y las palas de rodadura presentan con preferencia canales de aire, que desembocan en la pata de la pala en el espacio hueco, de manera que el espacio hueco está previsto para la alimentación de aire de refrigeración y/o para la descarga de aire de refrigeración para los canales de aire de refrigeración.

A continuación se explica una forma de realización preferida del rotor de turbina axial de acuerdo con la invención con la ayuda de los dibujos esquemáticos adjuntos. En este caso:

La figura 1 muestra un fragmento de una sección longitudinal de la forma de realización de acuerdo con la invención del rotor de turbina axial.

La figura 2 muestra un detalle A de la figura 1.

La figura 3 muestra un detalle B de la figura 1.

La figura 4 muestra una representación en perspectiva de un segmento de disco de estanqueidad.

La figura 5 muestra un detalle D de la figura 4 y

La figura 6 muestra un detalle C de la figura 1.

5 Como se deduce a partir de las figuras 1 a 6, un rotor de turbina axial 1 presenta una pluralidad de palas de rodadura 2, que están yuxtapuestas sobre la periferia del rotor de turbina axial 1 y de esta manera forman una rejilla de palas de rodadura. El rotor de turbina axial 1 presenta, además, un disco 3, sobre el que están fijadas las palas de rodadura 2. Cada pala de rodadura 2 presenta una hoja de pala 4, con la que la pala de rodadura 2 actúa aerodinámicamente. Para la fijación de la pala de rodadura 2, ésta presenta una pata de pala 5, que está retenida en
10 unión positiva en el disco 3, de manera que la pala de rodadura 2 está fijada por la pata de la pala 5 en dirección radial. Entre la hoja de la pala 4 y la pata de la pala 5 está prevista una placa de pata 7 de la pala de rodadura 2, que se extiende en dirección axial y en dirección circunferencial así como es activa aerodinámicamente en su lado radialmente exterior.

15 El disco 2 está limitado en el lado frontal con una superficie que se extiende perpendicularmente al eje del rotor de turbomáquina. Axialmente a distancia de esta superficie está dispuesto un disco de estanqueidad 7, con lo que entre el disco de estanqueidad 7 y el disco 3 se configura un espacio hueco. De esta manera, el espacio hueco está delimitado por el disco de estanqueidad 7 desde el lado de gas caliente 8 del rotor de turbina axial. El espacio hueco es un canal de alimentación de aire de refrigeración 9, que está previsto para la alimentación de aire de refrigeración hacia la pata de la pala 5. Un borde interior 22 del disco de estanqueidad 7, que está espesado con relación al
20 espesor medio de la pared del disco de estanqueidad 7 está enganchado radialmente con el disco 3, con lo que en el funcionamiento el disco de estanqueidad 7 es retenido radialmente directamente por el disco 3.

25 El borde exterior 10 del disco de estanqueidad 7 está dispuesto radialmente adyacente al lado radialmente interior de la pata de la pala 6, de manera que el borde exterior 10 del disco de estanqueidad 7 encaja en una ranura 11 circunferencial, prevista en el lado radialmente interior de la placa de la pata 6. En el borde exterior 10 del disco de estanqueidad 7 está prevista una ranura 12 circunferencial, que desemboca radialmente hacia fuera en la ranura 11 de la placa de la pata 6. El borde exterior 10 del disco de estanqueidad 7 está dispuesto radialmente a distancia del fondo de la ranura 11 de la placa de la pata 6, de manera que está previsto un juego radial 13.

30 En la ranura 12 del disco de estanqueidad 7 está insertado un anillo de estanqueidad 14, que tiene una sección transversal, que está configurada en dirección radial alargada o bien rectangular. La ranura 12 en el disco de estanqueidad 7 está prevista en el disco de estanqueidad 7 tan profunda que el anillo de obturación 14 se puede avellanar en la ranura 12 enrasado con el borde exterior 10 del disco de estanqueidad 7.

35 Durante el funcionamiento del rotor de turbina axial 1, sobre el anillo de estanqueidad 14 actúa una fuerza centrífuga, que conduce a un movimiento radial 15 del anillo de obturación. El movimiento radial 15 es realizado por el anillo de estanqueidad 14 hasta que el anillo de estanqueidad 14 se apoya en el fondo de la ranura 11 en la pata de la pala 6. El juego radial 13 está ajustado a la extensión radial del anillo de estanqueidad 14, de tal manera que cuando el anillo de estanqueidad 14 se apoya en el fondo de la ranura 11 de la placa de la pata 6, en cambio el anillo de estanqueidad engrana con la ranura 12 en el borde exterior 10 del disco de estanqueidad 7.

40 El disco de estanqueidad 7 está formado por una pluralidad de segmentos de disco de estanqueidad 16, que están yuxtapuestos adyacentes entre sí sobre la periferia. En sus bordes, en los que los segmentos de disco de estanqueidad 16 están dispuestos adyacentes entre sí, está configurado, respectivamente, un renvalso de escalón 17, que está formado por un tope 18 de uno de los segmentos de disco de estanqueidad 16 y por un escalón 19, que corresponde al tope 18, del otro segmento de disco de estanqueidad adyacente.

45 De manera similar a la distribución del disco de estanqueidad en los segmentos de disco de estanqueidad 16, el anillo de estanqueidad 14 está dividido en segmentos de anillos de estanqueidad 20, de manera que cada segmento de anillo de estanqueidad 20 cubre el borde exterior 10 del segmento de disco de estanqueidad 14 asociado al mismo en la dirección circunferencial. Cada segmento de anillo de estanqueidad 20 presenta dos extremos longitudinales de segmento de anillo de estanqueidad 21 alejados uno del otro. Cada extremo longitudinal del segmento de anillo de estanqueidad 21 está vuelto en dirección axial, con lo que en cada extremo longitudinal del segmento de anillo de estanqueidad 21 está formado un brazo 22, con el que el extremo longitudinal del segmento
50 de anillo de estanqueidad 21 está configurado en forma de L. En cada brazo 22 está prevista una curvatura con un radio de curvatura 23, estando fabricada en el borde exterior 10 del segmento de disco de estanqueidad 16 una escotadura 24 configurada de forma correspondiente. Los brazos 22 y las escotaduras 24 están dispuestos en el borde exterior 10 de los segmentos de disco de estanqueidad 16 de tal manera que los brazos 22 apuntan en dirección axial fuera del tope 18 o bien del escalón 19. De esta manera, no se perjudica excesivamente la resistencia de los segmentos de disco de estanqueidad 16 en la zona del renvalso de escalón 17 a través de la previsión de las
55

escotaduras 24.

5

10

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Rotor de turbomáquina axial con un cuerpo de rotor (3) configurado simétrico rotatorio alrededor del eje del rotor, con una corona de palas de rodadura, que presenta una pluralidad de palas de rodadura (2), que están fijadas, respectivamente, con su pata de pala (5) en el cuerpo del rotor (3), y con un disco de estanqueidad (7) configurado simétrico rotatorio alrededor del eje del rotor, que está dispuesto con su borde exterior (10) radialmente dentro adyacente a una proyección (6), que se extiende axialmente, de la pata de la pala (5), de manera que entre la pata de la pala (5) y el disco de estanqueidad (7) está configurado un espacio hueco (9), en el que en el borde exterior (10) está prevista una ranura (2), que desemboca radialmente hacia fuera, en la que está alojado el anillo de estanqueidad (14), que es deslizable durante el funcionamiento del rotor (1) bajo la acción de la fuerza centrífuga (15) radialmente hacia fuera en la ranura (12), hasta que el anillo de estanqueidad (14) se apoya radialmente en el lado interior de la proyección (6) y de esta manera obtura el espacio hueco (9) en la pata de la pala (5), caracterizado porque el disco de estanqueidad (7) está formado por una pluralidad de segmentos de disco de estanqueidad (16) y el anillo de estanqueidad (14) está formado por una pluralidad de segmentos de anillos de estanqueidad (20) dispuestos unos detrás de los otros en dirección circunferencial, que se apoyan, respectivamente, directamente radialmente en el cuerpo de rotor (3) y en el que los segmentos de anillos de estanqueidad (20) respectivos están insertados en el borde exterior (10) del segmento de disco de estanqueidad (16) asociados a ellos.
- 10 2.- Rotor de turbomáquina axial de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los segmentos de anillos de estanqueidad (20) presentan dos extremos longitudinales (21) alejados uno del otro, que están formados, respectivamente, por un pliegue (22), que está engranado con una escotadura (24) prevista en la ranura (12), de manera que los segmentos de anillos de estanqueidad (10) están fijados en dirección circunferencial en unión positiva en el borde exterior (10).
- 15 3.- Rotor de turbomáquina axial de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que la proyección presenta una ranura (11) que desemboca radialmente hacia dentro, en la que encaja el borde exterior (10) radialmente móvil y en cuyo fondo se puede colocar el anillo de estanqueidad (14).
- 20 4.- Rotor de turbomáquina axial de acuerdo con la reivindicación 1, 2 ó 3, en el que los segmentos de disco de estanqueidad (16) están acoplados entre sí, respectivamente, en dirección circunferencial con un renvalso de escalón (17).
- 25 5.- Rotor de turbomáquina axial de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los pliegues están configurados como brazos (22) transformados en forma de L en dirección axial.
- 30 6.- Rotor de turbomáquina axial de acuerdo con la reivindicación 5, en el que cada uno de los brazos (22) presenta un radio de curvatura, que es al menos mayor que la mitad de la extensión longitudinal del brazo (22) respectivo.
- 35 7.- Rotor de turbomáquina axial de acuerdo con la reivindicación 5 ó 6, en el que los brazos (22) apuntan en direcciones opuestas, de manera que el segmento de anillo de estanqueidad (20) está configurado en forma de Z.
- 40 8.- Rotor de turbomáquina axial de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que los segmentos de anillos de estanqueidad (20) están configurados como cinta con una sección transversal alargada, con preferencia rectangular, cuyos lados longitudinales se extienden en dirección radial y cuyo lado corto colocado en el exterior se puede apoyar en la pata de la pala (5).
- 45 9.- Rotor de turbomáquina axial de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el rotor de turbomáquina axial es un rotor de turbina axial y las palas de rodadura (2) presentan canales de aire de refrigeración, que desembocan en la pata de la pala (5) en el espacio hueco (9), en el que el espacio hueco (9) está previsto para la alimentación de aire de refrigeración y/o para la descarga de aire de refrigeración para los canales de aire de refrigeración.

FIG 1

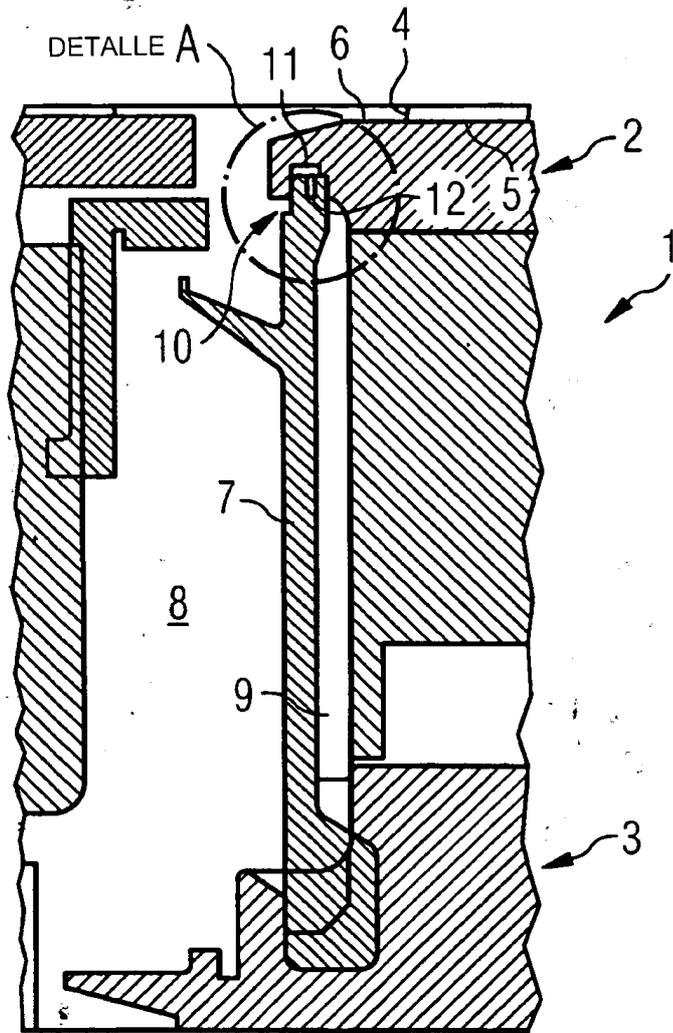


FIG 2 DETALLE A

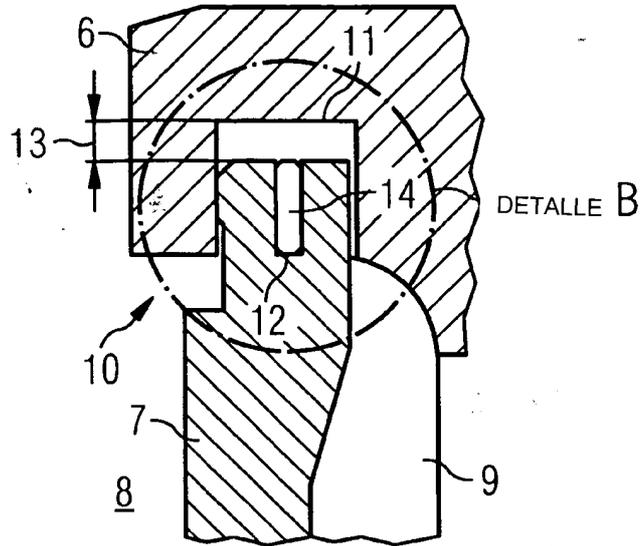


FIG 3 DETALLE B

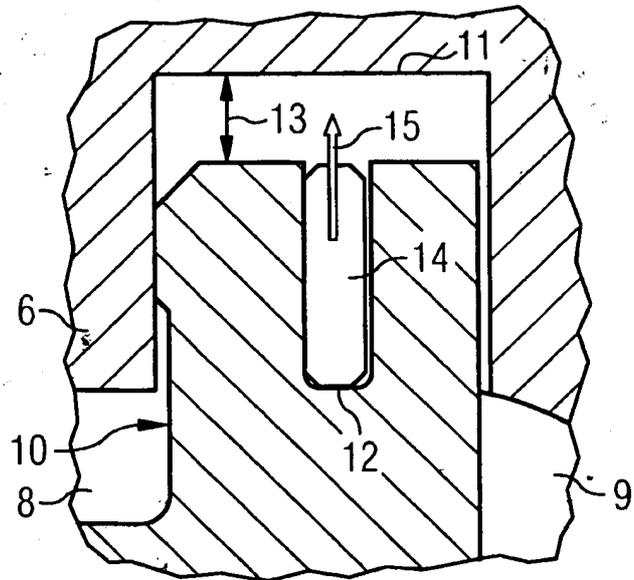


FIG 4

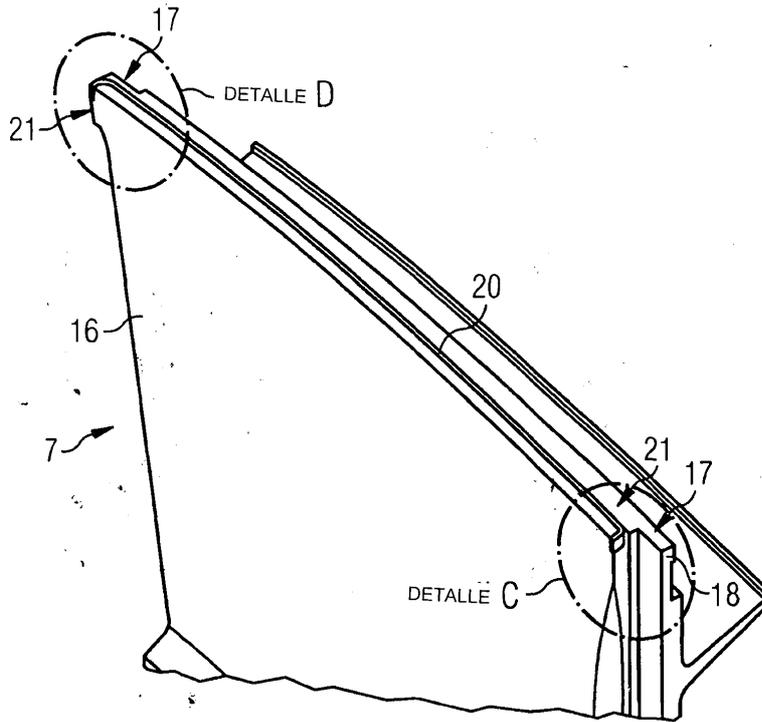


FIG 5 DETALLE D

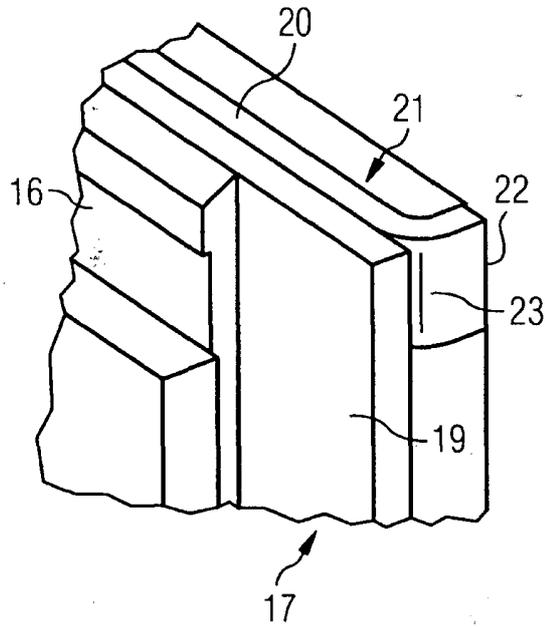


FIG 6 DETALLE C

