

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 614 859**

51 Int. Cl.:

F01D 25/16 (2006.01)

F02C 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.02.2011** **PCT/FR2011/050372**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.09.2011** **WO2011104477**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.02.2011** **E 11712624 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017** **EP 2539547**

54 Título: **Turbomáquina de árbol vertical**

30 Prioridad:

25.02.2010 FR 1051347

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.06.2017

73 Titular/es:

SAFRAN HELICOPTER ENGINES (100.0%)
64510 Bordes, FR

72 Inventor/es:

BATLLE, FRÉDÉRIC

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 614 859 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

Turbomáquina de árbol vertical

La invención concierne al ámbito de las turbomáquinas.

5 Clásicamente, una turbomáquina comprende al menos un árbol unido al menos a una rueda de turbina (pudiendo ser esta turbina libre o asociada), estando dispuesto este árbol horizontalmente, es decir con su eje orientado según una dirección sensiblemente perpendicular a la dirección de la gravedad. Para asegurar un sostenimiento conveniente del árbol y soportar su peso, varios cojinetes, en general dos, están repartidos a lo largo de este árbol. Así, en una turbomáquina que comprenda sucesivamente, de aguas arriba a aguas abajo, un compresor, una 10 cámara de combustión y una turbina, un cojinete está dispuesto aguas arriba del compresor y un cojinete está dispuesto aguas abajo de la cámara de combustión. Esto presenta varios inconvenientes.

Un primer inconveniente es que los árboles son generalmente largos y pesados, y a pesar del sostenimiento puntual realizado por cada cojinete, persisten voladizos a lo largo de los cuales el árbol puede deformarse a causa de su peso y del peso de la o las ruedas de turbina que el mismo soporta. Esta deformación estática modifica la rectitud del árbol, y crea desequilibrio dinámico cuando la turbomáquina funciona y el árbol gira sobre sí mismo alrededor de su eje. 15

Un segundo inconveniente está relacionado con la presencia de varios cojinetes que hacen más pesada la turbomáquina y perjudican su rendimiento.

Finalmente, un tercer inconveniente es que el cojinete dispuesto aguas abajo de la cámara de combustión está en una zona particularmente caliente de la turbomáquina y es sometido a elevadas tensiones térmicas. Para asegurar el buen funcionamiento de este último cojinete, y evitar los riesgos de coquización, hay que prever un sistema de refrigeración, clásicamente por circuito de aceite de refrigeración. Este sistema de refrigeración es complejo de 20 instalar y de entretener, lo que aumenta los costes de fabricación y de entretenimiento de la turbomáquina, y también aumenta el peso de la misma.

Los documentos FR 1 603 209, EP 0 494 167 y GB 989 477 divulgan turbomáquinas de árbol vertical.

25 La invención tiene por objetivo paliar sustancialmente al menos uno de los inconvenientes anteriormente citados.

Este objetivo se consigue gracias a una turbomáquina tal como la que se define en la reivindicación 1, que comprende al menos un árbol que lleva al menos una rueda de turbina, en la cual el árbol está orientado sensiblemente verticalmente en las situaciones de utilización normales de la turbomáquina, siendo mantenido el árbol por un único cojinete.

30 Se observará que la citada rueda puede pertenecer tanto a una turbina asociada como a una turbina libre de la turbomáquina. Se recuerda que una turbina asociada es una turbina unida mecánicamente a un compresor de la turbomáquina mientras que una turbina libre es una turbina independiente mecánicamente del compresor.

En la presente exposición, la dirección vertical corresponde a la dirección de la gravedad. Así, « orientado verticalmente » significa « orientado según la dirección de la gravedad ». El adverbio « sensiblemente » es 35 empleado para indicar que la dirección del árbol puede formar un ángulo pequeño con la dirección vertical.

Por « situaciones de utilización normales de la turbomáquina » se entiende designar las situaciones en las que la turbomáquina esta montada en un vehículo, especialmente en una aeronave (la turbomáquina es entonces, por ejemplo, un turbomotor o un turborreactor), desplazándose este vehículo horizontalmente (sobre tierra, sobre el agua o en el aire) o bien cuando la turbomáquina está montada en un sitio de producción industrial (la turbomáquina es entonces, por ejemplo, una turbina de gas terrestre). La turbomáquina puede estar parada o en funcionamiento. 40 Así, en particular, las situaciones de transporte antes del montaje, o en reparación de la turbomáquina no son "situaciones de utilización normales".

Se comprende que situando el árbol según la dirección vertical, este último no presenta voladizos susceptibles de inducir deformaciones estáticas que pueden modificar su rectitud, debidas a su peso y al de la rueda de turbina. Contrariamente a las turbomáquinas de la técnica anterior, el árbol de acuerdo con la invención no está por tanto sometido a esfuerzos estáticos radiales (es decir, esfuerzos orientados según una dirección perpendicular a la dirección axial del árbol y que corta al mismo). Naturalmente, no estando igualmente el árbol sometido o estando poco sometido a esfuerzos axiales (es decir, esfuerzos orientados según la dirección axial del árbol), no existe riesgo de que el árbol pandee y vea modificada su rectitud. En efecto, el peso del árbol y de la rueda de turbina representa un esfuerzo despreciable para el árbol según la dirección axial, Así, la rectitud del árbol queda 50 asegurada.

Por otra parte, estando el árbol dispuesto verticalmente, no es necesario sostener el árbol, como en la técnica anterior, con la ayuda de varios cojinetes repartidos sobre su longitud para soportar su peso. En efecto, manteniéndole en un solo emplazamiento por un único cojinete el árbol queda mantenido correctamente.

Naturalmente, este único cojinete debe ser apto para soportar según la dirección axial el peso del conjunto constituido por el árbol y la o las ruedas de la turbina.

Además, en situaciones de utilización normales, cuando la turbomáquina funciona, el árbol es estabilizado alrededor de su posición axial de origen (es decir, su posición axial parado) por efecto giroscópico. Se recuerda que el efecto giroscópico es la tendencia que tiene cualquier cuerpo, en rotación rápida alrededor de un eje, a oponerse a cualquier esfuerzo tendente a modificar la dirección de su eje de rotación. Así, la posición axial del árbol sigue siendo la misma en el seno de la turbomáquina cualesquiera que sean las situaciones de utilización normales de la turbomáquina, por una parte gracias al cojinete (que mantiene el árbol en su posición de origen en el seno de la turbomáquina y soporta su peso cuando la turbomáquina está parada) y, por otra, gracias al efecto giroscópico (que estabiliza el árbol alrededor de su posición de origen en el seno de la turbomáquina cuando la turbomáquina funciona).

Por otra parte, presentando la turbomáquina un único cojinete, se consigue un ahorro de peso con respecto a las turbomáquinas de la técnica anterior que presentan varios cojinetes. Así, la turbomáquina de acuerdo con la invención es más ligera y por consiguiente presenta un rendimiento mejorado con respecto a las turbomáquinas de la técnica anterior.

Este único cojinete permite igualmente realizar un ahorro de espacio en el seno de la turbomáquina. En efecto, el único cojinete de la turbomáquina de acuerdo con la invención ocupa menos espacio que varios cojinetes de las turbomáquinas de la técnica anterior. En particular, este ahorro de espacio permite a la turbomáquina de acuerdo con la invención presentar un volumen reducido con respecto a las turbomáquinas de la técnica anterior, por ejemplo acortando el árbol.

Se observará que por « único cojinete » se entiende designar un conjunto que comprenda un solo anillo de soporte del árbol, o bien un conjunto que comprenda varios anillos de soporte del árbol puestos uno al lado de otro, en la medida en que estos anillos de soporte puestos uno al lado de otro estén repartidos sobre menos del 10% de la longitud del árbol.

Ventajosamente, comprendiendo la turbomáquina una zona caliente, el único cojinete está dispuesto fuera de la citada zona caliente.

Clásicamente, en una turbomáquina, la zona caliente es la zona en la proximidad e inmediatamente aguas abajo de la cámara de combustión en la cual se sitúan las turbinas (libres y/o asociadas) arrastradas por los gases calientes.

Se comprende por tanto que el cojinete puede estar dispuesto en todas las zonas a lo largo del árbol fuera de la zona caliente. En particular, el cojinete puede estar dispuesto aguas arriba de la cámara de combustión, o más allá de la zona inmediatamente aguas abajo de la cámara de combustión.

De acuerdo con un modo de realización, especialmente cuando la turbomáquina es un turborreactor o un turbomotor de helicóptero, el cojinete está dispuesto en una zona fría de la turbomáquina, es decir una zona cuya temperatura no exceda de 200 °C (doscientos grados Celsius).

De acuerdo con otro modo de realización, el cojinete está en la zona caliente de la turbomáquina. En este caso, para proteger el único cojinete de las elevadas temperaturas, el mismo queda confinado en una zona enfriada y/o en una zona protegida por una pantalla térmica.

Se observará que en la presente exposición, los términos « aguas arriba » o « aguas abajo » hacen referencia al sentido de circulación normal de los gases en la turbomáquina.

Preferentemente, comprendiendo la turbomáquina una cámara de combustión, el único cojinete está dispuesto aguas arriba de la citada cámara de combustión.

La temperatura de los gases aguas arriba de la cámara de combustión es inferior a la temperatura de los gases aguas abajo de la cámara de combustión. Así, disponiendo el cojinete aguas arriba de la cámara de combustión, se asegura que el cojinete está dispuesto en un entorno en el cual el mismo está sometido a tensiones térmicas más pequeñas que si estuviera dispuesto aguas abajo de la cámara de combustión. Estas tensiones térmicas aguas arriba de la cámara de combustión son suficientemente pequeñas para no dañar el cojinete, y no necesitar un dispositivo de refrigeración de este último.

Preferentemente, comprendiendo la turbomáquina un compresor, el único cojinete está dispuesto aguas arriba del citado compresor.

Ventajosamente, comprendiendo la turbomáquina un compresor, una primera turbina, y una segunda turbina, el citado árbol constituye un primer árbol que lleva al menos una rueda de turbina que pertenece a uno de los elementos entre la primera turbina y la segunda turbina, y el citado único cojinete constituye un primer único cojinete.

Por ejemplo, de acuerdo con una variante, la primera turbina es una turbina asociada mientras que la segunda turbina es una turbina libre. De acuerdo con otra variante, la primera turbina es una turbina asociada a un cuerpo de alta presión mientras que la segunda turbina es una turbina asociada a un cuerpo de baja presión.

5 La turbomáquina comprende además un segundo árbol orientado sensiblemente verticalmente en las situaciones de utilización normales de la turbomáquina, llevando el citado segundo árbol al menos una rueda de turbina que pertenece al otro elemento entre la primera turbina y la segunda turbina, siendo sostenido el citado segundo árbol por un segundo único cojinete.

10 Ventajosamente, el primer árbol y el segundo árbol son coaxiales. Además, el primer árbol atraviesa preferentemente el segundo árbol. Todavía preferentemente, los primero y segundo únicos cojinetes están dispuestos aguas arriba del compresor.

De acuerdo con un modo de realización, la turbomáquina de acuerdo con la invención es (es decir constituye) un turbomotor o un turboreactor de aeronave. Preferentemente, la turbomáquina de acuerdo con la invención es (es decir constituye) un turbomotor de helicóptero.

15 La invención y sus ventajas se comprenderán mejor con la lectura de la descripción detallada hecha en lo que sigue de modos de realización de la invención dados a título de ejemplos no limitativos. Esta descripción hace referencia a las figuras anejas, en las cuales:

- la figura 1 representa esquemáticamente, en corte longitudinal, un primer ejemplo de turbomáquina, y
- la figura 2 representa esquemáticamente, en corte longitudinal, un segundo ejemplo de turbomáquina.

20 La figura 1 representa un primer ejemplo de turbomáquina 10 vista esquemáticamente en corte longitudinal según el eje X de la turbomáquina 10. El eje X de la turbomáquina 10 está orientado verticalmente, es decir paralelamente a la dirección de la gravedad G representada por la flecha en negro. Las flechas en trazos discontinuos indican el sentido de circulación de los gases en la turbomáquina.

25 La turbomáquina 10 comprende un árbol 12 orientado verticalmente y mantenido por un único cojinete 14, estando representada la turbomáquina en una situación de utilización normal. La turbomáquina 10 comprende un compresor 16, una turbina asociada 18 y una turbina libre 20, constituyendo el árbol 12 un primer árbol que lleva una rueda de turbina que pertenece a la turbina libre 20, y constituyendo el único cojinete 14 un primer único cojinete.

En el ejemplo representado, la turbina libre 20 y la turbina asociada 18 comprenden solamente una sola rueda de turbina. Naturalmente, de acuerdo con una variante, la turbina asociada y/o la turbina libre pueden presentar varias ruedas de turbina.

30 La turbomáquina 10 comprende además un segundo árbol 22 orientado igualmente verticalmente, llevando el segundo árbol 22 una rueda de turbina que pertenece a la turbina asociada 18, siendo mantenido el segundo árbol 22 por un segundo único cojinete 24.

El primer árbol 12 es coaxial con el segundo árbol 22 y atraviesa el segundo árbol 22.

Los primero y segundo únicos cojinetes 14 y 24 están dispuestos aguas arriba del compresor 16.

35 El primer árbol 12 que lleva la turbina libre 20 está unido mecánicamente a un dispositivo de transmisión de fuerza no representado a fin de utilizar la energía motriz generada por la turbomáquina 10.

40 La turbomáquina 10 comprende igualmente una cámara de combustión 26 de geometría anular alrededor del eje X, estando dispuestos los primero y segundo únicos cojinetes 14 y 24 aguas arriba de la cámara de combustión 26. Se observará que en este ejemplo el compresor 16 y la turbina asociada 18 son llevados ambos por el segundo árbol 22 mientras que la turbina libre 20 es llevada por el primer árbol 12. La cámara de combustión 26 es inmóvil y es llevada por el cárter de la turbomáquina 10. Por otra parte, la turbina libre 20 está dispuesta aguas abajo de la turbina asociada 18.

45 Los gases a temperatura ambiente penetran en la turbomáquina 10 por la boca de admisión de gas 28. Estos gases son comprimidos entonces por el compresor 16. A continuación, los gases entran en la cámara de combustión 26 en la que un carburante es inyectado y quemado. Esto calienta los gases. Estos gases calientes experimentan a continuación una descompresión y se refrigeran atravesando las turbinas 18 y 20. La turbina asociada 18 arrastra al compresor 16 mientras que la turbina libre 20 arrastra al primer árbol 12 que transmite la energía mecánica así recuperada al dispositivo de transmisión de fuerza no representado. Finalmente, los gases son encaminados hacia el exterior de la turbomáquina 10 a través de la boca de escape 30. Se comprende por tanto que la temperatura de los gases es decreciente desde la cámara de combustión 26 hasta la turbina libre 20, y de modo más general hasta la boca de escape de los gases 30.

Así, la zona ZC comprendida entre aguas arriba de la cámara de combustión 26 y aguas debajo de la turbina libre 20 constituye una zona caliente de la turbomáquina 10. Deberá observarse que las turbinas asociada 18 y libre 20 están dispuestas en la zona inmediatamente aguas abajo de la cámara de combustión 26.

5 Disponiendo los primer y segundo únicos cojinetes 14 y 24 aguas arriba del compresor 16, en la proximidad de la boca de admisión de gases 28, los primeros y segundos únicos cojinetes 14 y 24 se disponen fuera de la zona caliente ZC. De acuerdo con otra variante, el primero y/o el segundo cojinete están dispuestos fuera de la zona caliente ZC aguas abajo de la turbina libre 20. Sin embargo, aunque soportable por los únicos cojinetes 14 y 24, la temperatura ambiente es aquí más elevada que aguas arriba de la zona caliente ZC. En otras palabras, aguas arriba de la cámara de combustión 26, y de modo más particular en la proximidad de la boca de admisión de gas 28, es en la que los cojinetes 14 y 24 son sometidos a las menores tensiones térmicas.

En este ejemplo, el único cojinete 14 comprende un solo anillo de soporte de árbol 14a mientras que el único cojinete 24 comprende dos anillos de soporte de árbol 24a y 24b. Estos anillos de soporte 14a y 24a y 24b son por ejemplo rodamientos de bolas, rodamientos de rodillos u otros.

15 Por otra parte, los cojinetes 14 y 24 están dispuestos en la parte inferior de la turbomáquina 10 según la dirección vertical (que coincide con la dirección axial X de la turbomáquina 10). De modo más general, en las figuras 1 y 2, la parte inferior corresponde a la parte baja de las figuras mientras que la parte superior corresponde a la parte alta de las figuras. En otras palabras, la parte inferior es la parte hacia la cual está dirigido el sentido de la gravedad G, siendo la parte superior la parte opuesta.

20 En la figura 1, los cojinetes 14 y 24 sostienen los árboles 12 y 22 por sus extremidades inferiores. Así, los cojinetes 14 y 24 sostienen « por la parte baja » los árboles 12 y 22. En otras palabras, se considera que la arquitectura de la turbomáquina 10 es una arquitectura « apoyada » sobre los cojinetes 14 y 24. En este ejemplo los gases son admitidos en la turbomáquina 10 por la parte baja en la parte inferior de la turbomáquina 10 y son expulsados por la parte alta desde la parte superior de la turbomáquina 10.

25 La figura 2 representa un segundo ejemplo de turbomáquina 110 similar al primer ejemplo de turbomáquina 10. Los componentes similares no son descritos de nuevo y tienen sus referencias numéricas incrementadas en 100.

30 La principal diferencia entre la turbomáquina 10 y la turbomáquina 110 es que las mismas están invertidas una con respecto a la otra, encontrándose los elementos de la parte inferior de la turbomáquina 10 en la parte superior de la turbomáquina 110 y viceversa. Así, los primero y segundo únicos cojinetes 114 y 124 están en la parte superior de la turbomáquina 110 y sostienen los primero y segundo árboles 112 y 122 « por la parte alta », a nivel de sus extremidades superiores. En otras palabras, se considera que la arquitectura de la turbomáquina 110 es una arquitectura « suspendida » de los cojinetes 114 y 124. En este ejemplo, los gases son admitidos en la turbomáquina 110 por la parte alta en la parte superior de la turbomáquina 110 y son expulsados por la parte baja desde la parte inferior de la turbomáquina 110.

REIVINDICACIONES

1. Turbomáquina que comprende un compresor (16), un primer árbol (12), un segundo árbol (22), una primera turbina (18, 20) y una segunda turbina (18, 20), llevando el primer árbol (12) al menos una rueda de turbina, que pertenece a uno de los elementos entre la primera turbina (18, 20) y la segunda turbina (18, 20), llevando el segundo árbol (22) al menos una rueda de turbina que pertenece al otro elemento entre la primera turbina (18, 20) y la segunda turbina (18, 20) en la cual los primero y segundo árboles (12, 22) están orientados sensiblemente verticalmente en las situaciones de utilización normales de la turbomáquina (10), caracterizada por que el primer árbol (12) es sostenido por un primer único cojinete (14) mientras que el segundo árbol (22) es sostenido por un segundo único cojinete (24).
2. Turbomáquina de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual el primer árbol (12) y el segundo árbol (22) son coaxiales.
3. Turbomáquina de acuerdo con la reivindicación 2, en la cual el primer árbol (12) atraviesa el segundo árbol (22).
4. Turbomáquina de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende una zona caliente (ZC), en la cual los primero y segundo únicos cojinetes (14, 24) están dispuestos fuera de la citada zona caliente (ZC).
5. Turbomáquina de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4, que comprende una cámara de combustión (26), en la cual los primero y segundo únicos cojinetes (14, 24) están dispuestos aguas arriba de la citada cámara de combustión (26).
6. Turbomáquina de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en la cual los primero y segundo únicos cojinetes (14, 24) están dispuestos aguas arriba del compresor (16).
7. Turbomáquina de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que constituye un turbomotor o un turborreactor de aeronave.

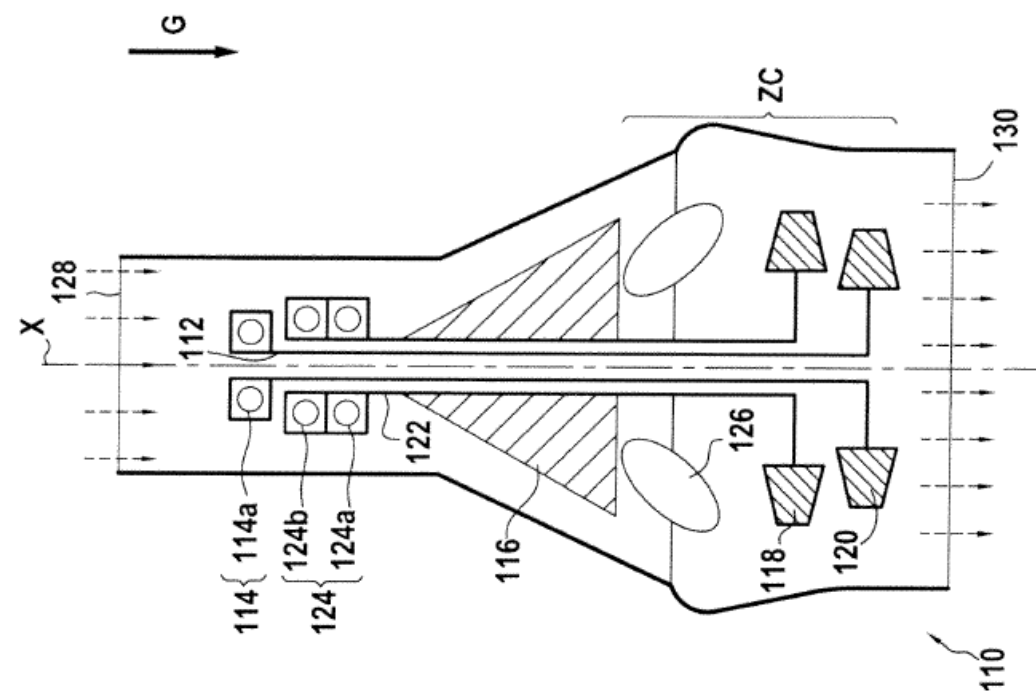


FIG. 2

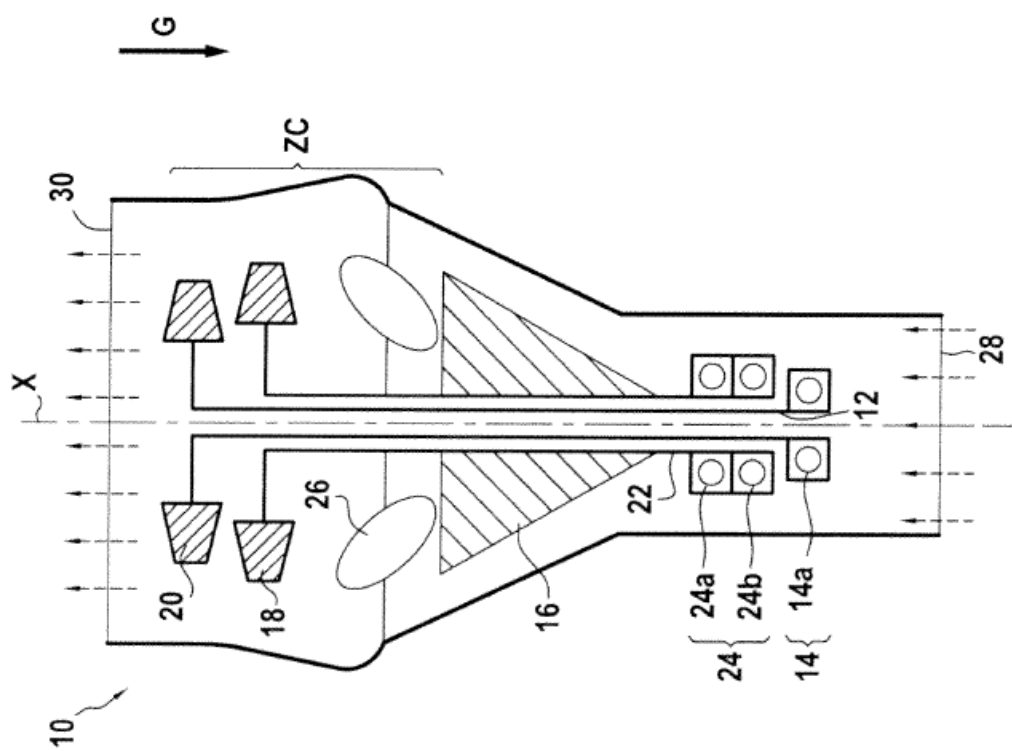


FIG. 1