(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 540 552**

(51) Int. CI.:

F01D 11/00 (2006.01)
F01D 11/08 (2006.01)
F01D 11/02 (2006.01)
F16J 15/16 (2006.01)
F16J 15/447 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2008 E 11171614 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2015 EP 2372103**

(54) Título: **Estructura de sellado para una turbina de vapor**

(30) Prioridad:

04.12.2007 JP 2007313803

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.07.2015

(73) Titular/es:

MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD. (100.0%)
3-1, Minatomirai 3-chome, Nishi-ku
Yokohama 220-8401, JP

(72) Inventor/es:

NARITA, KENJIRO;
YAMAZAKI, HARUYUKI;
DOI, HIROYUKI;
KOBAYASHI, KEI y
TORIYA, HAJIME

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

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

Estructura de sellado para una turbina de vapor

La invención presente se refiere a una estructura de cierre o sellado para una turbina de vapor.

Una planta de potencia genera electricidad haciendo que una turbina (turbina de vapor) gire por medio del vapor que genera un generador de vapor tal como una caldera. Como turbinas de vapor usadas en dicha planta de potencia, se proporciona una turbina de alta presión, una turbina de presión intermedia y una turbina de baja presión ordenadas siguiendo el flujo aguas arriba del vapor. El vapor usado para hacer que gire la turbina de baja presión es introducido en un condensador por medio de una cubierta de escape. El vapor es condensado a continuación por el condensador y convertido en agua. El agua es retornada al generador de vapor.

En la turbina de vapor que constituye una parte de la planta de potencia, cada uno de los álabes de estator fijados al lado interior de un cárter está dispuesto entre álabes de rotor que giran con un rotor. El álabe de rotor y el álabe de estator forman un escalón. El vapor introducido en el cárter fluye en el cárter de la turbina de vapor. El vapor pasa alternativamente a continuación por los álabes del estator y por los álabes de rotor (que están fijados al rotor mantenido giratoriamente por el cárter) y se expanden para hacer que el rotor gire. Después de pasar a través del álabe de rotor dispuesto en el lado más lejano aguas abajo del rotor, o sea, el álabe de rotor del último escalón, el vapor es descargado fuera del cárter.

En la turbina de vapor, el vapor causa que giren los álabes de rotor y por tanto causa que gire el rotor. Para utilizar eficientemente el vapor, se requiere minimizar una holgura entre una porción fija y una porción giratoria, tal como las holguras entre los álabes de estator y de rotor, para reducir todo lo posible la cantidad de vapor que se escapa por la holgura y para mejorar una propiedad de cierre. Sin embargo, cuando se minimiza la holgura entre la porción giratoria y la porción fija, aumenta la frecuencia de los contactos entre la porción giratoria y la porción fija. El calor de fricción generado por los contactos puede elevar la temperatura de una parte de contacto de la porción giratoria. Cuando en la parte de contacto de la porción giratoria aumenta la temperatura debido al calor de fricción, no es uniforme una distribución de temperatura de la porción giratoria (en una dirección circunferencial de giro de la porción giratoria), de manera que un eje del rotor puede doblarse por el calor o la porción giratoria puede vibrar. En algunos casos, cuando la amplitud del movimiento vibratorio es grande, la turbina de vapor necesita ser parada.

Para hace frente los problemas anteriormente mencionados, se describe una técnica relacionada con una estructura de cierre (por ejemplo, con referencia a la patente del Japón JP-A-2002-228013 (con referencia a la Figura 1)). En la técnica descrita en la patente JP-2002-228013, hay convencionalmente dispuesto un dispositivo de sello o cierre de laberinto que tiene una aleta (aleta de cierre) entre una porción giratoria tal como un rotor y una porción fija tal como un álabe de estator; y se usa un miembro (miembro abrasible) que tiene una excelente propiedad de corte y que está encarado a la aleta. Según la técnica descrita en la patente JP-2002-228013, en el caso en el que el dispositivo de cierre de laberinto esté diseñado para asegurar que se minimice una holgura entre la aleta y el miembro abrasible, cuando por alguna razón la aleta y el miembro abrasible hacen contacto entre sí, la aleta corta al miembro abrasible. De esta manera se puede suprimir la generación del calor de fricción debido al contacto de la aleta con el miembro abrasible. Además, es posible suprimir un movimiento de vibración del eje del rotor debido a una flexión por calor no uniforme (que ocurre debido al aumento de la temperatura del rotor) del eje del rotor.

La patente del Japón JP-A-2007-16704 describe una técnica referente a una estructura de cierre que tiene una capa aislante del calor para suprimir la transferencia de calor a una porción giratoria. Según la técnica descrita en la patente JP-A-2007-16704, la capa aislante del calor está dispuesta, por ejemplo, entre la porción giratoria y una aleta dispuesta en la porción giratoria. Esta disposición suprime la transferencia de calor de fricción (a la porción giratoria) generado por un contacto de la porción giratoria con una porción fija y suprime un movimiento vibratorio de un eje del rotor debido a una flexión por calor no uniforme del eje del rotor.

En cada una de las técnicas descritas en las patentes JP-A-2002-228013 y JP-A-2007-16704, cuando la porción giratoria gira continuamente durante un largo período de tiempo, el calor de la fricción se acumula gradualmente. La temperatura del miembro abrasible o la temperatura de la capa aislante aumenta. El calor acumulado se transfiere lentamente a la porción giratoria. La temperatura de la porción giratoria aumenta gradualmente. El eje del rotor puede vibrar debido a la flexión por calor no uniforme del eje del rotor.

La patente de Alemania DE 197 50 516 A1, que muestra las características técnicas del preámbulo de la reivindicación independiente 1 describe un cierre abrasible que sirve no solamente como sello, sino también como aislamiento térmico de la región del juego entre las partes del estator y del rotor de una máquina de flujo. El cierre está hecho de un material similar al fieltro, que consiste en fibras intermetálicas prensadas y sinterizadas. Las fibras deben consistir en una fase intermetálica basada en el hierro o en el níquel. El cierre puede ser enfriado por medio de su porosidad abierta.

La patente de Europa EP 1 076 157 A2 describe un componente susceptible a la fricción de una turbomáquina

térmica dispuesta en un rotor o en un estator de la turbomáquina térmica que comprende un fieltro intermetálico dispuesto en lugares susceptibles de fricción del componente, dicho fieltro intermetálico es poroso e incluye fibras de alta temperatura metálicas. El aire refrigerante fluye a través del fieltro intermetálico.

El documento WO2005/061855 se refiere a un componente de turbina de gas, concretamente a un componente estático de turbina de gas, especialmente destinado a un motor de avión. Según la invención, el componente estático de turbina de gas está formado al menos parcialmente por desechos metálicos.

Según la patente de Europa EP 1 152 124 A1, en las máquinas de paso de fluido se han sellado con frecuencia espacios entre partes estructurales movibles y estacionarias. Con frecuencia se usan los llamados paquetes de laberinto, en los que pestañas de cierre rozan contra la parte estructural que está en oposición. El objeto es proporcionar un sistema mejorado. Con este objetivo, una capa de fricción está configurada como una cubierta porosa que puede ser separada de la parte estructural en oposición. Virtualmente, el sistema puede ser usado con ventaja en cualquier máquina de paso de fluido.

La patente de los EE.UU. US 4 257 735 A describe un cierre y un método para construir el cierre a ser usado en un motor de turbina de gas. El cierre incluye un artículo compuesto que tiene un sustrato de fibras metálicas sinterizadas con una densidad aparente dentro del intervalo del 14,0% al 22,5%. El sustrato comprende una red de poros interconectados y de uniones metálicas en los puntos de contacto entre las fibras. El sustrato incluye además una cara exterior con poros superficiales que se comunican con la red de poros. Una capa superficial de barrera de película delgada, impermeable al paso de fluido, está dispuesta en la cara exterior del sustrato y llena el poro de la superficie.

La patente de Europa EP 1 878 876 A2 describe un cierre entre los miembros primero y segundo que giran uno con relación a otro. El cierre comprende un material abrasible en al menos uno de los miembros que giran uno con relación a otro. El material abrasible comprende una espuma metálica celular abierta y películas de polímero que cierran las células de la espuma metálica. Se usa el cierre entre los álabes de rotor del compresor y un cárter de estator de un motor de turbina de gas. El cierre combina las propiedades sellantes de una espuma metálica celular cerrada con la capacidad de abrasión y el control de fabricación de una espuma metálica celular abierta.

Es, por tanto, un objetivo de la invención presente proporcionar una estructura de cierre para una turbina de vapor. La estructura de cierre es capaz de suprimir un aumento de la temperatura de una porción giratoria incluso cuando la porción giratoria gira continuamente durante un largo período de tiempo.

Para conseguir el objetivo, la estructura de cierre de una turbina de vapor comprende las características de la reivindicación 1. Realizaciones preferidas de la invención están caracterizadas en las reivindicaciones subordinadas. La invención presente puede proporcionar la estructura de cierre de una turbina de vapor, que es capaz de suprimir un aumento de la temperatura de la porción giratoria incluso cuando la porción giratoria gira continuamente durante un largo período de tiempo.

Se describe a continuación una realización de la invención presente haciendo referencia a los dibujos que se acompañan.

La Figura 1 es un esquema del sistema que muestra una planta de potencia que tiene una turbina de vapor según una realización de la invención presente;
La Figura 2A es un esquema que muestra la configuración de una parte de la turbina de vapor; y la Figura 2B es una vista ampliada de una porción X mostrada en la Figura 2A;
La Figura 3 es una vista ampliada de una porción Y mostrada en la Figura 2B;
La Figura 4A es un esquema que muestra un dispositivo de cierre de laberinto alto-bajo en el que un cuerpo estacionario de cierre tiene aletas de cierre; y la Figura 4B es un esquema que muestra un dispositivo de cierre de laberinto alto-bajo en el que un rotor tiene aletas de cierre;
La Figura 5 es un esquema que muestra una porción de punta de un álabe de rotor;
La Figura 6 es un esquema que muestra una estructura en la que la porción de punta del álabe de rotor tiene aletas de cierre;
La Figura 7 es un esquema que muestra una estructura en la que un anillo exterior del diafragma de la tobera tiene aletas de cierre y el álabe de rotor tiene otras aletas de cierre en su porción de punta.

La Figura 1 es un esquema del sistema que muestra una planta de potencia que tiene una turbina de vapor según la invención presente. Según se muestra en la Figura 1, la planta de potencia 1 incluye una caldera 10, una turbina de vapor 2 (una turbina de alta presión 12, una turbina de presión intermedia 14 y una turbina de baja presión 16), un generador 18 y un condensador 20. Un rotor 2a de la turbina de baja presión 16 está conectado a un eje de transmisión 22 del generador 18. El generador 18 es accionado por el giro de la turbina de baja presión 16 para generar electricidad.

La caldera 10 es un generador de vapor y en su interior tiene un recalentador 24. La caldera 10 está conectada a un

lado de salida de la turbina de alta presión 12 por medio de un tubo 26. Un lado de salida de la turbina de alta presión 12 está conectado al recalentador 24 de la caldera 10 por medio de un tubo 28. El recalentador 24 está conectado a un lado de entrada de la turbina de presión intermedia 14 por medio de un tubo 30. Un lado de salida de la turbina de presión intermedia 14 está conectado a un lado de entrada de la turbina de baja presión 16 por medio de un tubo 32.

Cada uno de los tubos 26 y 30 tiene una válvula de control B. La válvula de control B del tubo 26 está controlada por un controlador 54 y sirve para controlar la cantidad de vapor St a ser introducida en la turbina de alta presión 12. La válvula de control B del tubo 30 está controlada por el controlador 54 y sirve para controlar la cantidad de vapor St a ser introducida en la turbina de presión intermedia 14.

El vapor St generado por la caldera 10 es introducido en la turbina de baja presión 16 por medio de la turbina de alta presión 12 y la turbina de presión intermedia 14 para causar que gire el rotor 2a dispuesto en la turbina de baja presión 16. El vapor St que causa que el rotor 2a gire y sea descargado de la turbina de baja presión 16 es introducido en el condensador 20 por medio de una cubierta de escape 3. El vapor St es condensado a continuación y convertido en agua por el condensador 20. Después de esto, el agua es pasada a un calentador de agua de alimentación 21 y es calentado seguidamente por el calentador de agua de alimentación 21. El agua calentada es reintroducida en la caldera 10 (que es el generador de vapor) por medio de otro calentador de agua de alimentación (no mostrado), una bomba de agua de alta presión (no mostrada) y dispositivos similares.

La Figura 2A es un esquema que muestra la configuración de una parte de la turbina de vapor. La Figura 2B es una vista ampliada de una porción X mostrada en la Figura 2A. La Figura 3 es una vista ampliada de una porción Y mostrada en la Figura 2B. Ya que la turbina de alta presión 12, la turbina de presión intermedia 14 y la turbina de baja presión 16 (que se muestran en la Figura 1) constituyen la turbina de vapor 2, la invención presente puede ser aplicada a la turbina de alta presión 12, a la turbina de presión intermedia 14 y a la turbina de baja presión 16.

Según se muestra en la Figura 2A, la turbina de vapor 2 comprende el rotor 2a. Una pluralidad de álabes de rotor 2b está fijada al rotor 2a en una dirección circunferencial del rotor 2a. La turbina de vapor 2 tiene también un cárter 2d y álabes de estator 2c. El cárter 2d aloja el rotor 2a y los álabes de rotor 2b. Los álabes de estator 2c están fijados al cárter 2d por medio de anillos exteriores del diafragma de tobera 3b. Los álabes de rotor 2b y los álabes de estator 2c están dispuestos alternativamente en una dirección axial del rotor 2a para formar escalones.

Cuando el vapor St generado por la caldera 10 (hágase referencia a la Figura 1) es introducido en el cárter 2d, el vapor St se expande y pasa alternativamente entre los álabes de estator 2c y los álabes de rotor 2b para causar que gire el rotor 2a. El vapor St pasa a través del álabe de rotor 2b situado en el lado más alejado aguas abajo del rotor 2a, o sea, el álabe de rotor 2b del último escalón, y seguidamente es descargado al exterior del cárter 2d.

En la turbina de vapor 2 así configurada, el vapor St que fluye por el cárter 2d causa que los álabes de rotor 2b giren eficientemente. Se requiere por tanto mejorar las propiedades de los cierres entre las porciones giratorias (incluyendo el rotor 2a y los álabes de rotor 2b) y las porciones fijas (incluyendo el cárter 2d y los álabes de estator 2c) y suprimir la cantidad de vapor que se escapa por las holguras situadas entre las porciones giratorias y las porciones fijas.

Hay dispuesta una holgura entre el rotor 2a y cada uno de los anillos interiores del diafragma de tobera 3a. Los anillos interiores del diafragma de tobera 3a permiten un movimiento de giratorio del rotor 2a. Los anillos interiores del diafragma de tobera 3a están situados en las porciones de punta de los álabes de estator 2c. Las holguras pueden causar escapes del vapor St introducido en los álabes de estator 2c. Para suprimir la cantidad del vapor que se escapa, un dispositivo de cierre tal como un dispositivo de cierre de laberinto 3c está típicamente dispuesto cerca del rotor 2a y de los anillos interiores del diafragma de tobera 3a para asegurar que sea pequeña una holgura entre el rotor 2a y cada álabe de estator 2c para mejorar la propiedad de cierre.

La Figura 2B es la vista ampliada de la porción X mostrada en la Figura 2A y muestra un ejemplo del dispositivo de cierre de laberinto. Según se muestra en la Figura 2B, un cuerpo estacionario de cierre 3c1 que tiene una pluralidad de aletas de cierre 3c2 está aplicado y fijado al anillo interior del diafragma de tobera 3a. El cuerpo estacionario de cierre 3c1 tiene hendiduras 3c3 dispuestas a un intervalo predeterminado. Las aletas de cierre 3c2 están respectivamente selladas y fijadas a las hendiduras 3c3. Además, el rotor 2a tiene hendiduras 2a2 dispuestas a un intervalo predeterminado. Las aletas de cierre 2a1 están respectivamente selladas y fijadas a las hendiduras 2a2. Las aletas de cierre 3c2 y las aletas de cierre 2a1 se superponen alternativamente entre sí en la dirección axial del rotor 2a.

De esta manera, el dispositivo de cierre de laberinto 3c se compone del cuerpo estacionario de cierre 3c1, las aletas de cierre 3c2 y las aletas de cierre 2a1.

En una técnica convencional, las aletas de cierre 3c2 no están en contacto con el rotor 2a, y las aletas de cierre 2a1 no están en contacto con el cuerpo estacionario de cierre 3c1. De esta manera se proporciona una holgura suficiente

entre cada una de las aletas de cierre 3c2 y el rotor 2a, y se proporciona una holgura suficiente entre cada una de las aletas de cierre 2a1 y el cuerpo estacionario de cierre 3c1, para impedir un contacto entre cada una de las aletas de cierre 3c2 y el rotor 2a y un contacto entre cada una de las aletas de cierre 2a1 y el cuerpo estacionario de cierre 3c1 y para permitir de esta manera un movimiento giratorio del rotor 2a. Sin embargo, el vapor se escapa por estas holguras produciendo pérdidas por escapes de vapor. Esto reduce la eficiencia de la turbina de vapor 2 (hágase referencia a la Figura 1).

En la realización presente, por otra parte, hay dispuestos espaciadores permeables 4 hechos de metal permeable entre las aletas de cierre respectivas 3c2 y el rotor 2a y entre las aletas de cierre respectivas 2a1 y el cuerpo estacionario de cierre 3c1.

El dispositivo de cierre de laberinto 3c mostrado en la Figura 2B está configurado para asegurar que los espaciadores permeables 4 estén encarados (estén dispuestos entre) el rotor 2a y las aletas de cierre respectivas 3c2 fijadas para sellar el cuerpo estacionario de cierre 3c1, y los otros espaciadores permeables 4 están encarados (están dispuestos entre) el cuerpo estacionario de cierre 3c1 y las aletas respectivas de cierre 2a1 fijadas al rotor 2a.

En la configuración del dispositivo de cierre de laberinto 3c, los espaciadores permeables 4 están dispuestos en el rotor 2a (la porción giratoria) y están encarados a las aletas de cierre 3c2, y los otros espaciadores permeables 4 están dispuestos en el cuerpo estacionario de cierre 3c1 (la porción fijada) y están encarados a las aletas de cierre 2a1. El cuerpo estacionario de cierre 3c1 está aplicado y fijado a los anillos interiores del diafragma de tobera 3a del cárter 2d.

Un método para ajustar los espaciadores permeables 4 al rotor 2a y ajustar los espaciadores permeables 4 en el cuerpo estacionario de cierre 3c1 no está limitado. Por ejemplo, los espaciadores permeables 4 pueden estar aplicados y fijados al rotor 2a y al cuerpo estacionario de cierre 3c1.

Además, los espaciadores permeables 4 están dispuestos en el rotor 2a y a lo largo de la circunferencia del rotor 2a para asegurar que los espaciadores permeables 4 estén encarados respectivamente a las porciones de punta de las aletas de cierre 3c2.

El metal permeable es un material metálico que se forma conectando porciones de espacio (poros) de metal poroso entre sí y permite que un gas pase a través de su interior. Ya que las porciones de punta de las aletas de cierre 3c2 pueden estar en contacto con los espaciadores permeables respectivos 4, se proporcionan las holguras mínimas. Es por tanto posible mejorar las propiedades de los cierres entre las aletas de cierre 3c2 y el rotor 2a.

Según se ha descrito anteriormente, es conocida la técnica que se describe a continuación. Esto es, la técnica consiste en eliminar o reducir una holgura entre cada aleta de cierre 3c2 y el rotor 2a y una holgura entre cada aleta de cierre 2a1 y el cuerpo estacionario de cierre 3c1 para mejorar la propiedad de cierre y proporcionar un espaciador (hecho de un material (tal como un material abrasible) que tenga una excelente propiedad de corte) en una porción (encarada a la porción de punta de la aleta de cierre 3c2) del rotor 2a y proporcionar un espaciador (hecho de un material (tal como un material abrasible) que tenga una excelente propiedad de corte) en una porción (encarada a la aleta de cierre 2a1) del cuerpo estacionario de cierre 3c1. En esta técnica conocida, sin embargo, el calor generado por la fricción entre las aletas de cierre 3c2 y los espaciadores que giran con el rotor 2a es transferido al rotor 2a. En consecuencia, la temperatura del rotor 2a aumenta. El rotor 2a puede ser transformado (por ejemplo, puede ser doblado) por el calor debido a la distribución de temperatura no uniforme del rotor 2a, y un eje del rotor puede vibrar.

Es también conocido que hay dispuesto un material aislante del calor entre la aleta de cierre 3c2 y el rotor 2a, y hay dispuesto un material aislante del calor entre la aleta de cierre 2a1 y el cuerpo estacionario de cierre 3c1. En esta técnica, cuando el rotor 2a gira continuamente durante un largo período de tiempo, y el espaciador que gira con el rotor 2a está en contacto con la aleta de cierre 3c2 durante un largo período de tiempo, el calor generado por una fricción ente la aleta de cierre 3c2 y el espaciador se acumula gradualmente. Como resultado, la temperatura de la capa aislante de calor aumenta. A continuación, el calor de la capa aislante de calor es transferido al rotor 2a. La temperatura del rotor 2a aumenta. El rotor 2a puede ser transformado (por ejemplo, puede ser doblado) por el calor debido a una distribución de temperatura no uniforme del rotor 2a.

Por otra parte, una cantidad de vapor extremadamente pequeña St pasa a través del interior de cada uno de los espaciadores permeables 4 hechos del metal permeable de la realización presente, según se muestra en la Figura 3.

Las temperaturas de los espaciadores permeables 4 son mantenidas uniformemente a la misma temperatura que la del vapor St por el vapor St (que pasa a través del interior de cada uno de los espaciadores permeables 4). Las temperaturas de los espaciadores permeables 4 no son más altas que las del vapor St.

La cantidad del vapor St que pasa a través del interior de cada espaciador permeable 4 necesita ser ajustada para asegurar que la propiedad de cierre no resulte afectada y que las temperaturas de los espaciadores permeables 4

sean mantenidas iguales a la temperatura del vapor St.

La cantidad de vapor St que pasa a través del metal permeable (que forma cada espaciador permeable 4) es extremadamente pequeña. Se determina la cantidad de vapor St que pasa a través del metal basándose en la densidad y el tamaño de los poros. Sólo es necesario usar un metal permeable que asegure la cantidad de vapor que no afecta la propiedad de cierre y que permita que las temperaturas de los espaciadores permeables 4 sean mantenidas iguales a la temperatura del vapor St.

Ya que las temperaturas de los espaciadores permeables 4 son mantenidas iguales a la temperatura del vapor St, las temperaturas de los espaciadores permeables 4 no aumentan por encima de la temperatura del vapor St incluso cuando el rotor 2a gira continuamente durante un largo período de tiempo y las aletas de cierre 3c2 están en contacto con los espaciadores permeables 4 (que giran con el rotor 2a) durante un largo período de tiempo. Esta configuración puede suprimir un aumento de la temperatura del rotor 2a por encima de la temperatura del vapor St. El rotor 2a está diseñado para que sea resistente a la temperatura del vapor St. Por tanto, cuando la temperatura del rotor 2a es mantenida igual a la del vapor St, el rotor 2a no es transformado por el calor (por ejemplo, el rotor 2a no es transformado por un esfuerzo térmico excesivo o no se dobla debido al calor) y no interfiere con una operación de la turbina de vapor 2 (hágase referencia a la Figura 1).

Los espaciadores permeables 4 pueden estar dispuestos ya sea en el lado del rotor 2a o en el lado del cuerpo estacionario de cierre 3c1 del dispositivo de cierre de laberinto 3c mostrado en la Figura 2B.

La cantidad de vapor St que pasa a través de cada espaciador permeable 4 es pequeña en comparación con la cantidad de vapor que se escapa por la holgura dispuesta entre cada aleta de cierre 3c2 y el rotor 2a. La cantidad de vapor St que pasa a través de cada espaciador permeable 4 no afecta a la eficiencia de la turbina de la turbina de vapor 2 (hágase referencia a la Figura 1).

Se ha descrito anteriormente la realización en la que los espaciadores permeables 4 están dispuestos en el dispositivo de cierre de laberinto 3c. La invención presente no está limitada a esta configuración. Por ejemplo, el dispositivo de cierre de laberinto 3c puede ser un dispositivo de cierre de laberinto alto-bajo además de la configuración mostrada en la Figura 2B. La invención presente puede ser aplicada al dispositivo de cierre de laberinto alto-bajo. Las Figuras 4A y 4B son esquemas que muestran un dispositivo de cierre de laberinto alto-bajo. La Figura 4A muestra el dispositivo de cierre de laberinto alto-bajo en el que el cuerpo estacionario de cierre tiene aletas de cierre. La Figura 4B muestra el dispositivo de cierre de laberinto alto-bajo en el que el rotor tiene aletas de cierre.

El cuerpo estacionario de cierre 3c1 del dispositivo de cierre de laberinto alto-bajo 3c mostrado en la Figura 4A tiene una pluralidad de aletas de cierre 3c4. El dispositivo de cierre de laberinto 3c mostrado en la Figura 4A está aplicado y fijado al anillo interior del diafragma de tobera 3a. El rotor 2a mostrado en la Figura 4A tiene una pluralidad de porciones salientes 2a3 y de porciones con rebajo 2a4. Las porciones salientes 2a3 están dispuestas en una porción circunferencial del rotor 2a. Cada una de las porciones con rebajo 2a4 está situada entre las porciones salientes 2a3. Las aletas de cierre 3c4 están encaradas a las porciones salientes respectivas 2a3 del rotor 2a y a las porciones con rebajo 2a4.

Según se muestra en la Figura 4A, los espaciadores permeables al aire 4 están dispuestos en las porciones salientes 2a3 del rotor 2a y en las porciones con rebajo 2a4 del rotor 2a y están encarados a las aletas de cierre respectivas 3c4. Los espaciadores permeables 4 pueden servir para mejorar la propiedad de cierre entre las aletas de cierre 3c4 y el rotor 2a.

Los espaciadores permeables 4 pueden estar dispuestos ya sea en las porciones sobresalientes 2a3 del rotor 2a o en las porciones con rebajo 2a4 del rotor 2a en el dispositivo de cierre de laberinto alto-bajo 3c.

Según se muestra en la Figura 4B, el dispositivo de cierre de laberinto alto-bajo 3c puede tener una estructura en la que las aletas de cierre 2a5 están dispuestas en la porción circunferencial del rotor 2a. En este caso, el cuerpo estacionario de cierre 3c1 tiene porciones con rebajo y porciones salientes. Las porciones con rebajo y las porciones salientes del cuerpo estacionario de cierre 3c1 están encaradas a las aletas de cierre respectivas 2a5. Según se muestra en la Figura 4B, los espaciadores permeables 4 están dispuestos en las porciones con rebajo y en las porciones salientes del cuerpo estacionario de cierre 3c1. Alternativamente, los espaciadores permeables 4 pueden estar dispuestos ya sea en las porciones con rebajo del cuerpo estacionario de cierre 3c1 o en las porciones salientes del cuerpo estacionario de cierre 3c1.

En la descripción anterior, los espaciadores permeables 4 están dispuestos en el dispositivo de cierre de laberinto 3c que está situado entre el álabe de estator 2c y el rotor 2a, según se muestra en la Figura 2A. Los espaciadores permeables 4 pueden estar dispuestos en una porción de punta de cada álabe de rotor 2b.

La Figura 5 es un esquema que muestra la porción de punta del álabe de rotor 2b. Según se muestra en la Figura 5,

hay dispuesta una cubierta 2g en la porción de punta del álabe de rotor 2b. La cubierta 2g sirve para reducir una holgura entre el álabe de rotor 2b y el anillo exterior del diafragma de la tobera 3b. El anillo exterior del diafragma de la tobera 3b tiene aletas de cierre 3b1 y está encarado a la cubierta 2g.

Los espaciadores permeables 4 están dispuestos en la cubierta 2g y están encarados a las aletas de cierre respectivas 3b1.

En esta estructura, incluso cuando el álabe de rotor 2b gira para asegurar que las aletas de cierre 3b1 hacen contacto con los espaciadores permeables 4 y el calor de fricción generado por los contactos causa que los espaciadores permeables 4 aumenten su temperatura, las temperaturas de los espaciadores permeables 4 no son superiores a la temperatura del vapor St debido al vapor St que pasa por los interiores de los espaciadores permeables 4. Por tanto, las temperaturas de los álabes de rotor 2b no suben por encima de las temperaturas de los vapores St.

Las aletas de cierre pueden estar dispuestas en la porción de punta de cada álabe de rotor. La Figura 6 es un esquema que muestra una estructura en la que las aletas de cierre están dispuestas en la porción de punta del álabe de rotor. La Figura 7 es un esquema que muestra una estructura en la que las aletas de cierre están dispuestas en el anillo exterior del diafragma de la tobera y las aletas de cierre están dispuestas en la porción de punta del álabe de rotor.

Según se muestra en la Figura 6, por ejemplo, las aletas de cierre 2b1 pueden estar dispuestas en la porción de punta de cada álabe de rotor 2b (o en la cubierta 2g). En esta estructura, los espaciadores permeables 4 están dispuestos en el anillo exterior del diafragma de la tobera 3b y están encarados a las aletas de cierre respectivas 2b1.

Según se muestra en la Figura 7, las aletas de cierre 3b2 pueden estar dispuestas en el anillo exterior del diafragma de la tobera 3b, y las aletas de cierre 2b2 pueden estar dispuestas en la porción de punta de cada álabe de rotor 2b. En esta estructura, los espaciadores permeables 4 están dispuestos en el anillo exterior del diafragma de la tobera 3b, y los otros espaciadores permeables 4 están dispuestos en la porción de punta de cada álabe de rotor 2b (o en la cubierta 2g).

Cuando las aletas de cierre 3b2 están dispuestas en el anillo exterior del diafragma de la tobera 3b y las aletas de cierre 2b2 están dispuestas en la porción de punta de cada álabe de rotor 2b (o las aletas de cierre 2b2 están dispuestas en la cubierta 2g), los espaciadores permeables 4 pueden estar dispuestos ya sea en el anillo exterior del diafragma de la tobera 3b o en la porción de punta de cada álabe de rotor 2b (o en la cubierta 2g).

Los espaciadores permeables 4 pueden estar dispuestos en lugares en los que una porción giratoria, tal como el rotor 2a (hágase referencia a la Figura 2A) y una porción fija, tal como el cárter 2d (hágase referencia a la Figura 2A) están en contacto entre sí. Es posible mejorar la propiedad de cierre ya que la porción giratoria no está sometida a vapor a alta temperatura.

En cada una de las estructuras descritas anteriormente, la cantidad de vapor que pasa a través de los espaciadores permeables 4 puede ser ajustada apropiadamente teniendo en consideración la propiedad de cierre y una propiedad de refrigeración.

REIVINDICACIONES

1. Una turbina comprendiendo:

un dispositivo de cierre (3c) dispuesto entre una porción giratoria y una porción fija,
estando la porción giratoria compuesta de un rotor (2a) y de miembros que giran con el rotor (2a),
estando compuesta la porción fija de un cárter (2d) y de miembros fijados al cárter (2d), conteniendo el cárter (2d) la porción giratoria,
en donde el dispositivo de cierre (3c) comprende además:
una pluralidad de aletas de cierre (2a1, 3c2) dispuestas en al menos una de la porción giratoria y de la porción fija,
espaciadores (4) encarados a las aletas de cierre respectivas (2a1, 3c2),
caracterizado por que,
la turbina es una turbina de vapor y los espaciadores (4) están hechos de un metal permeable que hace que parte del vapor que se escapa pase a través de ellos, estando ajustada la cantidad de la parte de vapor que se escapa para asegurar que las temperaturas de los espaciadores (4) sean mantenidas iguales a la temperatura del vapor que fluye por el cárter (2d).

2. La turbina de vapor según la reivindicación 1, en donde los espaciadores (4) están configurados para permitir que el vapor pase a través de su interior.

3. La turbina de vapor según la reivindicación 1, en donde los miembros fijados al cárter (2d) son álabes de estator (2c) fijados al cárter (2d), ambas o una u otra de las porciones de punta de los álabes de estator (2c) o el rotor comprenden o comprende las aletas de cierre (2a1, 3c2), estando las aletas de cierre (2a1, 3c2) encaradas a las porciones de punta de los álabes de estator respectivos (2c) cuando el rotor comprende las aletas de cierre (2a1, 3c2), y ambas o una u otra de las porciones de punta de los álabes de estator (2c) o el rotor comprenden o comprende en ellas los espaciadores (4) hechos del metal permeable, estando los espaciadores (4) encarados a las aletas de cierre respectivas (2a1, 3c2).

4. La turbina de vapor según la reivindicación 2, en donde:

los miembros fijados al cárter (2d) son álabes de estator (2c) fijados al cárter (2d),
ambas o una u otra porciones de punta de los álabes de estator (2c) o el rotor comprenden o comprende las aletas de cierre (2a1, 3c2), estando las aletas de cierre (2a1, 3c2) encaradas a las porciones de punta de los álabes de estator respectivos (2c) cuando el rotor comprende las aletas de cierre (2a1, 3c2), y
ambas o una u otra porciones de punta de los álabes de estator (2c) o el rotor (2a) comprenden o comprende en ellas los espaciadores (4) hechos del metal permeable, estando los espaciadores (4) encarados a las aletas de cierre respectivas (2a1, 3c2).

5. La turbina de vapor según la reivindicación 1, en donde los miembros que giran con el rotor (2a) son álabes de rotor (2b) del rotor (2a),
ambos o uno u otro del cárter (2d) o de las porciones de punta de los álabes de rotor (2b) o el rotor comprenden o comprende las aletas de cierre (2a1, 3c2), estando las aletas de cierre (2a1, 3c2) encaradas a las porciones de punta de los álabes de rotor respectivos (2b) cuando el cárter (2d) comprende las aletas de cierre (2a1, 3c2), y
ambos o uno u otro del cárter (2d) o de las porciones de punta de los álabes de rotor (2b) o el rotor comprenden o comprende los espaciadores (4) hechos del metal permeable, estando los espaciadores (4) encarados a las aletas de cierre respectivas (2a1, 3c2).

6. La turbina de vapor según la reivindicación 2, en donde los miembros que giran con el rotor (2a) son álabes de rotor (2b) del rotor (2a), ambos o uno u otro del cárter (2d) o de las porciones de punta de los álabes de rotor (2b) comprenden o comprende las aletas de cierre (2a1, 3c2), estando las aletas de cierre (2a1, 3c2) encaradas a las porciones de punta de los álabes de rotor respectivos (2b) cuando el cárter (2d) comprende las aletas de cierre (2a1, 3c2), y ambos o uno u otro del cárter (2d) y de las porciones de punta de los álabes de rotor (2b) comprenden o comprende en ellos los espaciadores (4) hechos de metal permeable, estando los espaciadores (4) encarados a las aletas de cierre respectivas (2a1, 3c2).

FIG.1

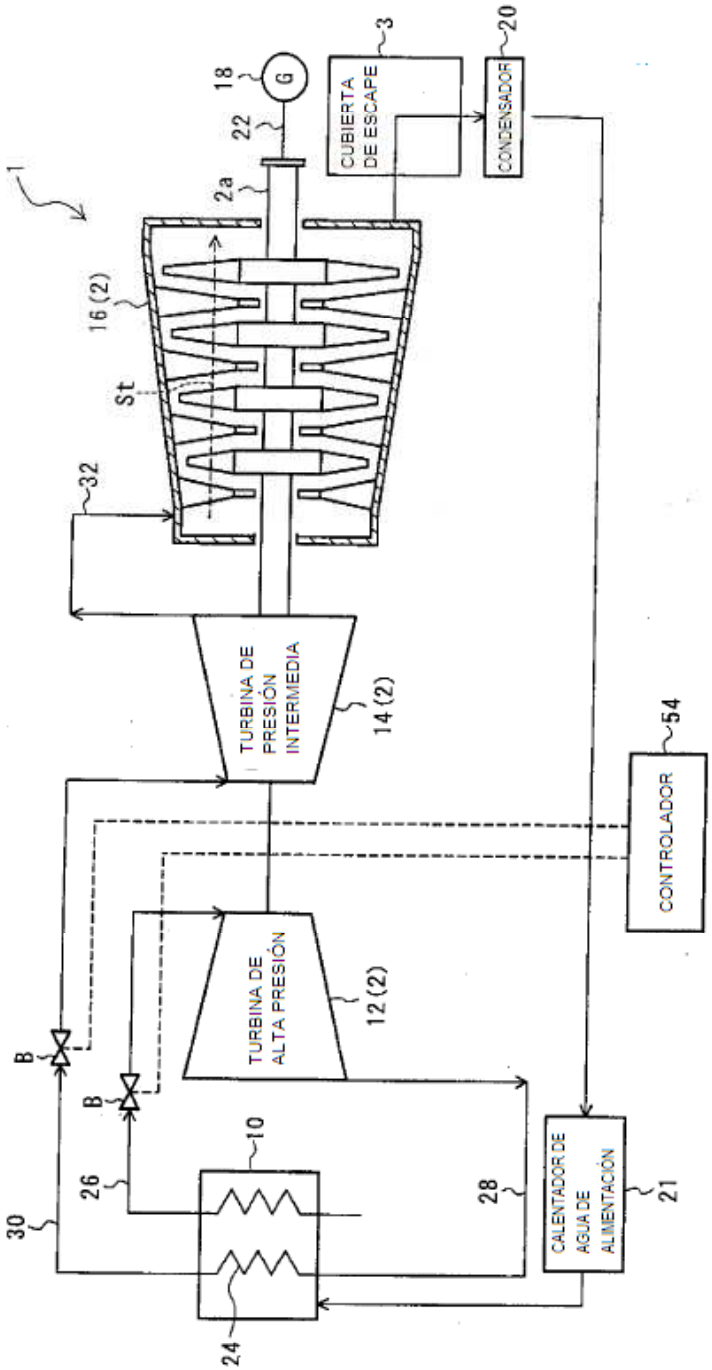

1
18
G
22
3
CUBIERTA DE ESCAPE
20
CONDENSADOR
2a
16 (2)
St
32
TURBINA DE PRESIÓN INTERMEDIA
14 (2)
54
CONTROLADOR
TURBINA DE ALTA PRESIÓN
12 (2)
B
B
10
26
28
30
CALENTADOR DE AGUA DE ALIMENTACIÓN
21
24

FIG.2A

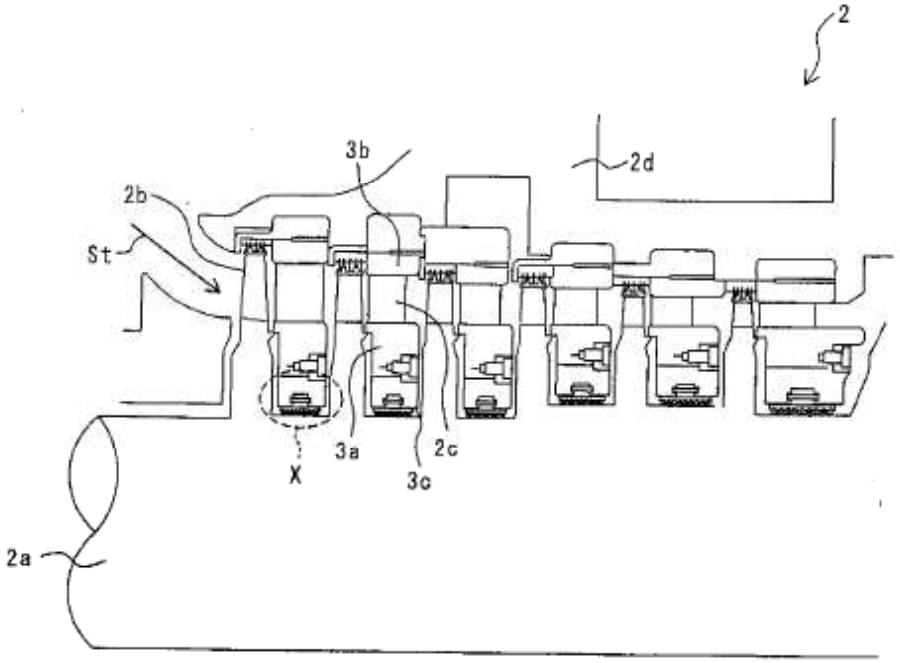


FIG.2B

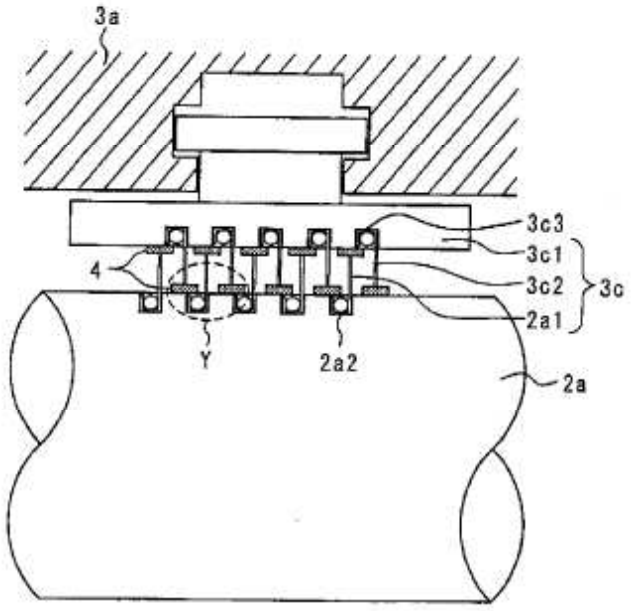


FIG.3

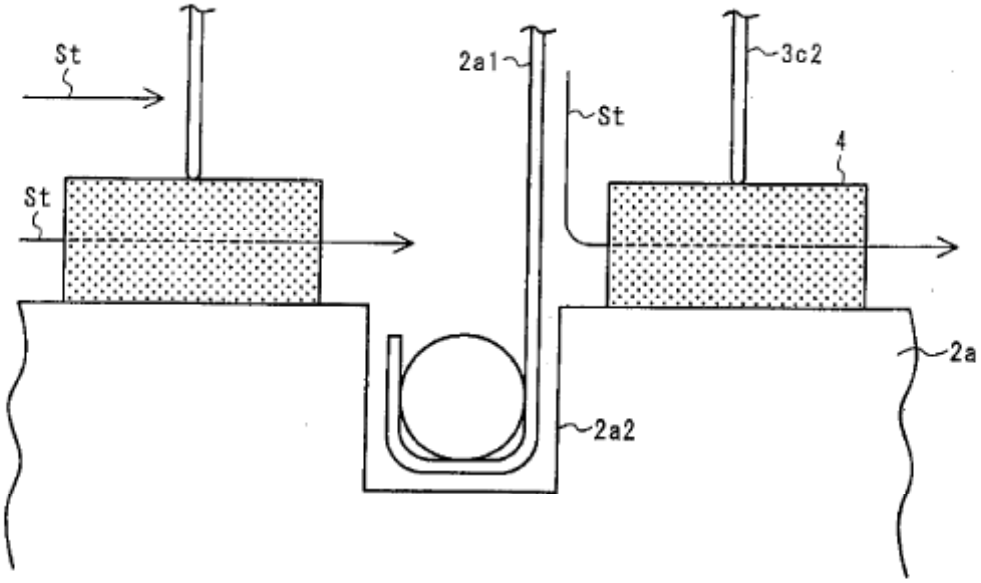


FIG.4A

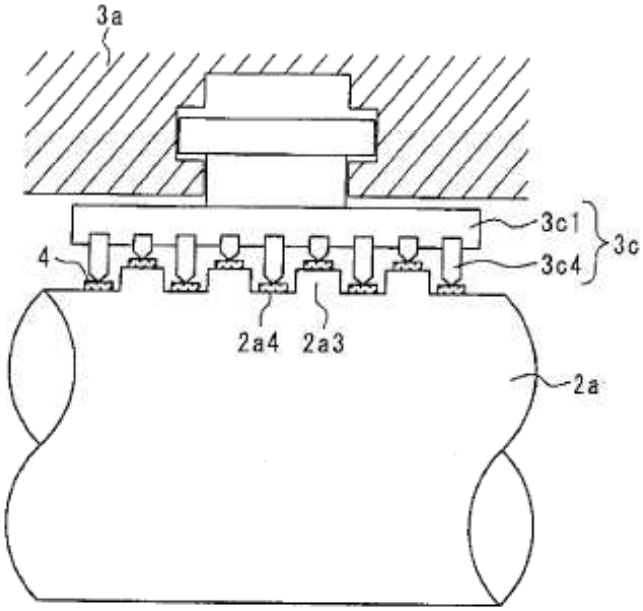


FIG.4B

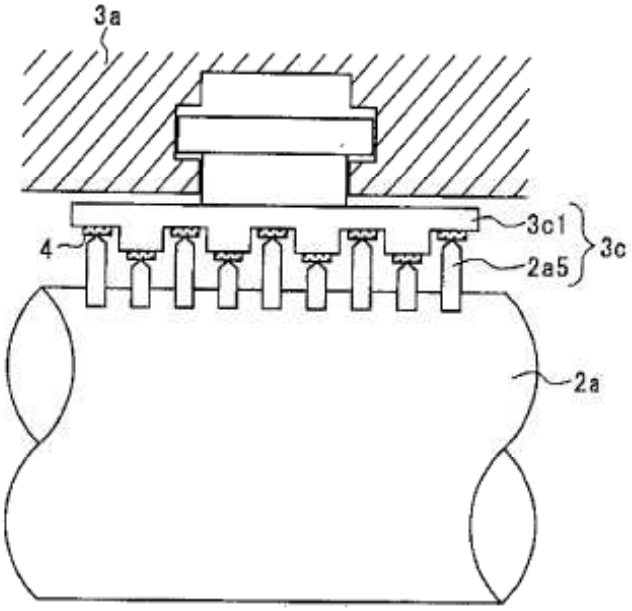


FIG.5

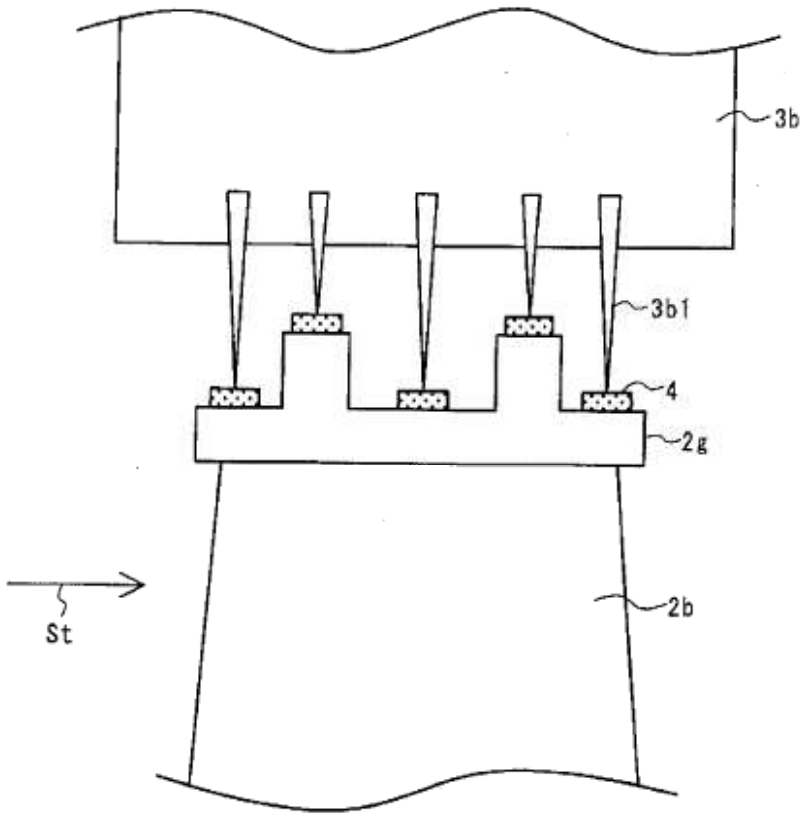


FIG.6

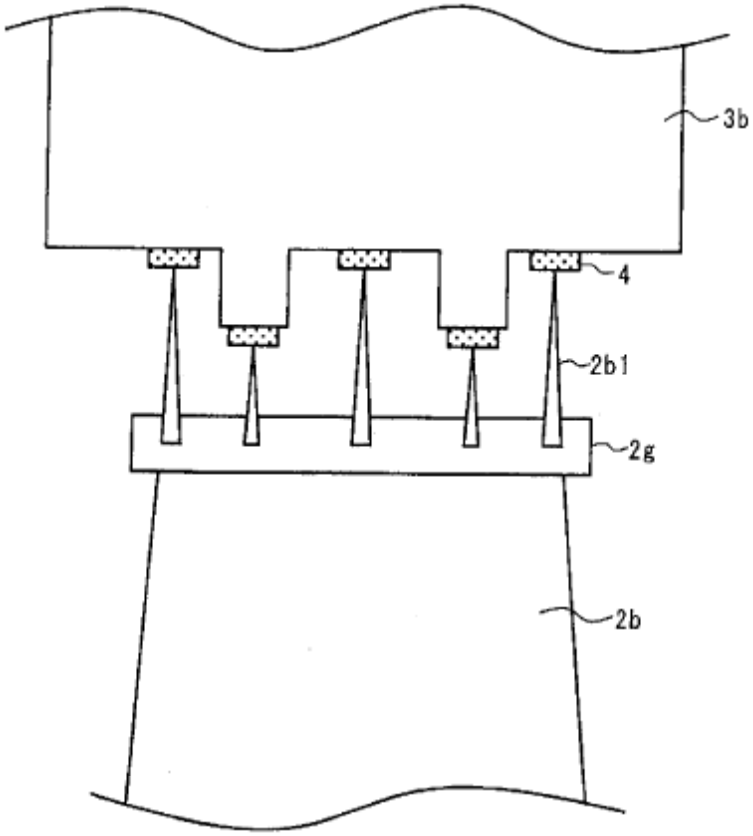


FIG.7

