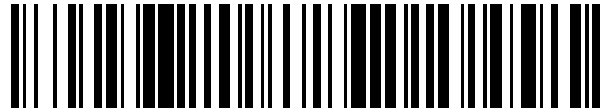


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 069**

51 Int. Cl.:

F01D 5/22

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2011 E 11766921 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.01.2015 EP 2603669**

54 Título: **Disposición de palas y turbina de gas correspondiente**

30 Prioridad:

24.09.2010 EP 10179376

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

07.04.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

KAYSER, ANDREAS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 533 069 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

Disposición de palas y turbina de gas correspondiente

5 La invención se refiere a una disposición de palas, con un rotor y varias palas distribuidas a lo largo de la periferia del rotor en una corona, en la que dos palas directamente adyacentes de la corona forman una pareja de palas, entre cuyas palas está dispuesto un elemento de amortiguación y en la que a través de una fuerza centrífuga que actúa en dirección radial, durante una rotación del rotor alrededor de un eje de rotor, el elemento de amortiguación respectivo entra en contacto con las dos palas de la pareja de palas asociadas al mismo.

10 Se conoce proveer las disposiciones de palas, que se utilizan en turbinas como por ejemplo turbinas de gas con elementos de amortiguación. Éstos sirven para amortiguar oscilaciones de flexión y de torsión no deseadas, que pueden aparecer durante el funcionamiento en la turbina a través de diferentes excitaciones. De esta manera se pueden evitar daños-HCF condicionados por amplitudes de oscilación altas (Abreviado, "High Cycle Fatigue"), que pueden conducir a una fatiga precoz del material y a una duración de vida útil acortada de esta manera de las palas o bien de la disposición de palas. Los elementos de amortiguación se disponen en este caso entre las palas individuales. Como elementos de amortiguación se utilizan, en general, cuerpos sueltos, que en el estado de reposo
15 descansan en primer lugar entre las patas de las palas en el rotor o sobre estructuras de soporte correspondientes y que son presionados durante el funcionamiento del rotor en virtud de la fuerza centrífuga que actúa en dirección radial contra el lado inferior de las plataformas de palas adyacentes. Cada elemento de amortiguación está en contacto en este casual mismo tiempo con ambas plataformas de palas adyacentes. De esta manera se puede convertir la energía cinética de un movimiento relativo provocado en virtud de vibraciones entre las palas en energía
20 térmica, como consecuencia de la fricción entre las plataformas de palas respectivas y el elemento de amortiguación adyacente. Esto amortigua las oscilaciones y conduce, en general, a una carga de oscilación reducida de la disposición de palas.

25 En las turbo-máquinas más antiguas, se suprimen las oscilaciones de la hoja de la pala la mayoría de las veces con la ayuda de elementos de refuerzo, que acoplaban las hojas de las palas directamente entre sí. Soluciones constructivas a este respecto se publican en las publicaciones de patente DE 819 242 C y US 1.618.285 A.

30 Se conoce a partir de la publicación EP 1 154 125 A2 una disposición de palas, en la que al menos dos elementos de amortiguación están dispuestos uno detrás del otro entre palas adyacentes en la dirección circunferencial del rotor, para conseguir una amortiguación eficiente de toda la disposición de pala. Los elementos de amortiguación publicados en esta publicación están realizados de diferente forma entre sí, para poder amortiguar el mayor número posible de modos de oscilación diferentes. A través de las zonas de contacto que se configuran entre los elementos de amortiguación y las palas y, además, a través de las zonas de contacto que se configuran entre los elementos de amortiguación individuales se puede convertir la energía de oscilación para la amortiguación de la vibración a través de acción de fricción en energía térmica. No obstante, las zonas de contacto que se configuran entre los elementos de amortiguación individuales solamente presentan la forma de un contacto lineal, con el que está conectada
35 solamente una acción de amortiguación impresa moderada.

Se conocen de la misma manera otras formas de amortiguadores, por ejemplo según FR 1263 677 A se conoce la disposición de una pluralidad de bolas entre dos palas de rodadura adyacentes.

40 La invención tiene el cometido de indicar una disposición de palas con elementos de amortiguación, con la que se pueden amortiguar todavía más eficazmente oscilaciones no deseadas y se puede reducir o incluso evitar la inclinación de las palas a la oscilaciones en virtud de una excitación.

Este cometido se soluciona por medio de una disposición de palas de acuerdo con las características de la reivindicación 1.

De acuerdo con la invención, en la disposición de palas mencionada al principio está previsto que la corona de palas presente al menos dos parejas de palas con diferentes elementos de amortiguación.

45 La invención se basa en el reconocimiento de que a través del acoplamiento de las palas con elementos de amortiguación se elevan también las frecuencias propias con relación a las palas autoestables. En el caso de utilización de elementos de amortiguación idénticos, se sintonizan todas las palas de una corona de palas de manera idéntica. Por consiguiente, las palas idénticas en sí se comportan con frecuencias propias idénticas en sí para diferentes formas de oscilación a través del diferente acoplamiento con la ayuda de diferentes elementos de
50 amortiguación en la corona de la pala, como si las palas respectivas presentasen frecuencias propias diferentes – pero no acopladas – para los modos de oscilación. A través de la utilización de diferentes elementos de amortiguación dentro de una corona de palas, se puede ajustar el tamaño de las frecuencias propias de palas adyacentes, de manera que las palas inmediatamente adyacentes se diferencian esencialmente con respecto a sus frecuencias propias. De esta manera es posible obtener una corona de palas, cuyas palas de comportan a pesar de la forma de realización idéntica (aparte de las tolerancias de fabricación) y, por lo tanto, frecuencia propia idéntica
55 (aparte de las tolerancias condicionadas por la fabricación y considerada cada una por sí sola) en la corona de

acuerdo con la técnica de oscilación como si presentasen frecuencias propias diferentes. Con otras palabras: a través de la utilización de los diferentes elementos de amortiguación se pueden regular las frecuencias propias de las palas dispuestas en la corona. Incluso en el caso de excitación no sintonizada, experimentan una excitación más reducida y reaccionan de esta manera con una respuesta de oscilación más reducida, con lo que se reduce en una medida significativa la inclinación al traqueteo.

En el funcionamiento, los elementos de amortiguación en el lado inferior de plataformas de palas adyacentes son presionados por palas a través de la fuerza centrífuga. Como consecuencia de los movimientos relativos de palas adyacentes a parece fricción entre el amortiguador y la plata forma de las palas, lo que provoca un acoplamiento. El reconocimiento se basa en el hecho de que a través del acoplamiento, junto a la disipación, actúa también un desplazamiento de frecuencia de las frecuencias propias de palas adyacentes. Este efecto se puede utilizar para sintonizar las palas con preferencia de forma alterna. Las palas adyacentes reaccionan a pesar de la forma de realización idéntica sólo debido a los elementos de amortiguación diferentes como palas con frecuencias propias diferentes. Las palas sintonizadas de esta manera tienden especialmente poco a traqueteo, especialmente cuando están sintonizadas de forma alterna. Además, la carrera del desplazamiento de la frecuencia, que se puede alcanzar con los elementos de amortiguación es claramente mayor que con las medidas empleadas hasta ahora. De esta manera, una corona de palas de acuerdo con la invención tiende claramente menos a traqueteo que las coronas de palas con palas, en las que las palas presentan frecuencias propias diferentes en sí. A este respecto, la corona de palas de acuerdo con la invención, en virtud de la utilización de diferentes elementos de amortiguación entre una pareja de palas es esencialmente más resistente contra oscilaciones auto-excitadas y contra el llamado traqueteo que las coronas de palas convencionales.

Por consiguiente, los elementos de amortiguación diferentes pueden sustituir a las medidas usuales y habituales en otro caso para la regulación de las frecuencias propias, lo que se conoce también como sintonización errónea ("Mistuning"). Éstas eran, por ejemplo, el acortamiento del canto trasero en la punta de la pala, el rectificado del perfil de la pala o la perforación de taladros en el lado de la punta de la pala en la hoja de la pala. La invención tiene la ventaja especial de que a través de la sintonización errónea de las palas con los dos elementos de amortiguación asociados a cada pala, puede permanecer inalterado el perfil de las palas respectivas y de esta manera esto no implica pérdidas de rendimiento ni en la fase ni en la turbina, como en el caso del acortamiento de los cantos traseros. Por lo tanto, se pueden suprimir las medidas hasta ahora para la regulación de las frecuencias propias de las palas. Por lo tanto, se consigue un ahorro de tiempo y de costes, puesto que se puede suprimir totalmente el proceso iterativo de la mecanización repetida de las palas con mediciones repetidas de las oscilaciones.

En este caso, cada pala de la corona de palas está asociada a dos parejas de palas, de manera que están previstos dos o más grupos de parejas de palas, dentro de los cuales los elementos de amortiguación son idénticos, respectivamente, y cuyos elementos de amortiguación se diferencian de grupo a grupo.

En este caso, están previstos un primer grupo y un segundo grupo de parejas de palas, de manera que cada pareja de palas del primer grupo de una pareja de palas está adyacente al primer grupo y a una pareja de palas del segundo grupo (serie AABBAABB). De esta manera, se consigue una sintonización más elevada de la frecuencia que en la serie ABAB, puesto que las rigideces de acoplamiento que resultan a partir del modelo de sustitución de una pala con respecto a la pala adyacente son claramente diferentes.

Se puede conseguir una sintonización de la frecuencia igualmente efectiva cuando están previstos un primer grupo, un segundo grupo y un tercer grupo de parejas de palas, de manera que cada pareja de palas está adyacente a uno de los tres grupos de dos parejas de palas, que pertenecen, respectivamente, a uno de los otros dos grupos (serie ABCABC).

Las configuraciones ventajosas de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes.

Con preferencia, los diferentes elementos de amortiguación se diferencian con respecto al tamaño, la masa, el contorno de la sección transversal del material y/o al contacto de acoplamiento con las palas. Tales elementos de amortiguación se pueden fabricar con gasto reducido, sin adaptar la fundición y el contorno de las palas para los diferentes grupos. Por ejemplo, los elementos de amortiguación se diferencian en su forma geométrica. Así, por ejemplo, con elementos de amortiguación configurados de forma adecuada se pueden amortiguar también eficazmente modos de oscilación, que no pueden ser amortiguados eficazmente con la misma configuración de todos los elementos de amortiguación. De manera alternativa o complementaria, los elementos de amortiguación se pueden distinguir también en sus masas, para amortiguar eficazmente a través de la combinación con formas geométricas apropiadas el mayor número posible de diferentes modos de oscilación. Además, a través de la utilización de elementos de amortiguación de diferentes materiales se puede ejercer una influencia sobre las relaciones de fricción (coeficiente de fricción, rugosidad), en las zonas de contacto, para posibilitar también de esta manera una amortiguación selectiva de varios modos, también en zonas de frecuencia elevadas.

Para poder disponer los elementos de amortiguación de manera adecuada entre palas adyacentes, éstos están configurados con preferencia en forma de barra.

En un desarrollo concreto de la disposición de pala de acuerdo con la invención, el elemento de amortiguación de una pareja de palas está configurado de varias partes. Comprende – visto en la dirección circunferencial del rotor – dos (o más) elementos parciales dispuestos unos detrás de los otros, que están configurados con preferencia en forma de barra. Por ejemplo, uno de los elementos parciales presenta una sección transversal en forma de una cuña y el otro elemento parcial presenta una sección transversal en forma de un cuarto de círculo. Especialmente a través de formas de la sección transversal adaptadas entre sí de los elementos de amortiguación o bien de sus partes se pueden conseguir de una manera eficiente las ventajas de acuerdo con la invención.

En otro desarrollo ventajoso, los elementos de amortiguación están fabricados de acero o de cerámica, es decir, materiales con los que se puede realizar una amortiguación efectiva.

A continuación se explica en detalle un ejemplo de realización de una disposición de palas de acuerdo con la invención, con la ayuda del dibujo adjunto, en el que

La figura 1 muestra la vista axial sobre un fragmento del desarrollo de una corona de palas de rodadura de una turbina axial con elementos de amortiguación dispuestos entre las palas de acuerdo con una primera configuración.

Las figuras 2, 4, 5, 6, 7 muestran un fragmento según la figura 1, pero con diferentes elementos de amortiguación de acuerdo con otras configuraciones, y

La figura 3 muestra un modelo de sustitución mecánico sobre el acoplamiento de las palas de la corona de palas con la ayuda de los elementos de amortiguación.

En la figura 1 se representa una parte de la corona de palas de rodadura 10 de palas 14 distribuidas en un rotor 12 a lo largo de la periferia U con una turbina axial no representada en detalle. Una turbina axial puede estar configurada, por ejemplo, como compresor, turbina de vapor o turbina de vapor estacionaria, que comprende la disposición de palas 11 con la corona 10 de palas 14. Éstas presentan, respectivamente, una pata de pala 16 para la fijación de las palas 14 respectivas en el rotor 12. La pata de pala 16 está configurada de manera conocida en forma de cola de milano o también en forma de abeto. Para la fijación en unión positiva en el rotor 12, éste está insertado en ranuras de retención del rotor 12 que corresponden con la pata de la pala, de manera que en el caso de rotación del rotor 12, las palas 14 están retenidas con seguridad. Las ranura de retención y, por lo tanto, también las patas de las pala 16 se extienden principalmente en dirección axial y están inclinadas frente a un eje de la máquina en un ángulo de ataque.

La pata de la pala 16 pasa hacia fuera a un cuello de pala no representado en detalle, en el que se conecta una plataforma 18. La superficie de la plataforma 20 delimita el canal de circulación de la turbina axial. En la superficie de la plataforma 20 está dispuesta de forma autoestable una pata de pala 22 curvada aerodinámicamente.

De acuerdo con una primera configuración, en el lado inferior de la plataforma 18, que está dirigido hacia la pata de la pala 16, entre las plataformas 18 de palas 14 inmediatamente adyacentes entre sí están previstos elementos de amortiguación del tipo A o de tipo B. Ambos tipos A, B de elementos de amortiguación están configurados en forma de barra, por ejemplo como alambres de amortiguación. De acuerdo con la forma de realización representada en la figura 1, los elementos de amortiguación A, B presentan, respectivamente, una sección transversal redonda circular. Los elementos de amortiguación de tipo A presentan, sin embargo, un diámetro mayor que los elementos de amortiguación de tipo B. Ambos elementos de amortiguación A, B son, por lo tanto, cilíndricos.

Durante la rotación del rotor 12, los elementos de amortiguación A, B que se encuentran sueltos entre las plataformas 18 tiran en dirección radial R hacia fuera y presionados a través de la fuerza centrífuga en los lados inferiores biselados de plataformas 18 adyacentes. Cada elemento de amortiguación A se apoya en dos palas 14 inmediatamente adyacentes que forman una pareja de palas a. De la misma manera, cada elemento de amortiguación B se apoya en dos palas 14 inmediatamente adyacentes, que forman una pareja de palas b. En virtud de la sección transversal redonda circular de los elementos de amortiguación A, B, éstos se apoyan, respectivamente, bajo la formación de un contacto lineal en cada pala 14. Puesto que cada pala 14 presenta a ambos lados del cuello de la pala un elemento de amortiguación A, B, cada pala 14 pertenece a ambas parejas de palas a, b. De acuerdo con la disposición de las palas 11 mostrada en la figura 1, por lo tanto, están previstos un primer grupo 24 de parejas de palas a y un segundo grupo 26 de parejas de palas b, de manera que cada pareja de palas a (o bien b) de uno de los grupos 24 (o bien 26), vista en la dirección circunferencial, está adyacente a una pareja de palas b (o bien a) del otro grupo 26 (o bien 24). En virtud de esta configuración, los elementos de amortiguación A, B están yuxtapuestos en dirección circunferencial U alternando unos detrás de los otros entre dos palas 14 directamente adyacentes. Esta configuración se designa también como disposición con un patrón ABAB.

En la figura 2 y también en las otras figuras, las características idénticas están provistas con los mismos signos de referencia.

La configuración según la figura 2 se diferencia de la configuración según la figura 1 solamente en la forma y estructura del segundo elemento de amortiguación, respectivamente. En lugar de los elementos de amortiguación B

provistos con diámetro más reducido, en la figura 2 están previstos ahora unos elementos de amortiguación B', que presentan, en principio, el mismo diámetro que los elementos de amortiguación de tipo A, pero la forma de la sección transversal de los elementos de amortiguación B' no es de forma circular, sino en forma de segmento circular. La forma del segmento circular está seleccionada en este caso de tal forma que el punto medio del círculo completo está incluido todavía por el área de la sección transversal en forma de segmento circular. A través de la forma del segmento circular, el elemento de amortiguación B' se apoya superficialmente en una de las palas 14 (representada en cada caso a la derecha en la figura 2) de la pareja de palas b y se apoya de forma lineal en la otra pala 14 (representada en cada caso a la izquierda en la figura 2) de la pareja de palas b'. De acuerdo con la disposición de las palas 11 mostrada en la figura 2, de esta manera están previstos un primer grupo 24 de parejas de palas a y un segundo grupo 26 de parejas de palas b', de manera que cada pareja de palas a (o bien n') de uno de los grupos 24 (o bien 26), visto en la dirección circunferencial U, de una pareja de palas b' (o bien a) está adyacente al otro grupo 26 (o bien 24). También aquí se trata, en principio, de una serie con un patrón ABAB, en la que la secuencia indicada de los elementos de amortiguación A, B' o bien de las parejas de palas a, b' a lo largo de la periferia U de la corona de palas 10 se repite en secuencia regular.

La figura 3 muestra el fragmento del desarrollo de la corona de palas 10 con palas de rodadura 14 según la figura 2, en la que en lugar de los elementos de amortiguación A o bien B' se representan los muelles 28, 30 que deben utilizarse en el modelo de sustitución de los elementos de amortiguación A, B'. Puesto que en el elemento de amortiguación A se trata de un amortiguador simétrico o bien cilíndrico, en el modelo de sustitución se representa un muelle de traslación 28 para el acoplamiento de las dos palas 14 de la pareja de palas a. El elemento de amortiguación asimétrico B' fuerza en virtud del apoyo superficial de la sección de cuerda circular en el lado inferior biselado de la plataforma 18 adicionalmente a la traslación un momento, de manera que adicionalmente al muelle de traslación 28 se representa un muelle de torsión 30 en diagrama equivalente entre las palas 14 de la pareja de palas b'. Los muelles de traslación 28 presentan una rigidez de acoplamiento C1, C3 y los muelles de torsión presentan una rigidez de acoplamiento C2. La rigidez total de acoplamiento de una pala individual 14 resulta entonces a través del circuito en paralelo de la rigidez de acoplamiento C3, por una parte, y de las rigideces de acoplamiento C2 y C1. Los muelles pueden poseer en este caso también propiedades no lineales.

Puesto que las hojas de las palas 22 están ajustadas frente a la dirección axial X y, por lo tanto, los dos lados de la plataforma 18 de una pala 14 están configurados asimétricamente en el lateral de la hoja de la pala 22, la serie con el patrón ABAB de elementos de amortiguación A, B' o bien A, B' provoca una sintonización de la frecuencia alterna de las palas 14, con lo que las frecuencias propias de palas 14 inmediatamente adyacentes se desplazan solamente a través de la utilización de elementos de amortiguación diferentes A, B, B'. El desplazamiento de las frecuencias impide en el funcionamiento la propagación de ondas oscilantes circundantes en la corona de palas, lo que dificulta la excitación de las hojas de las palas 22 para el traqueteo. Esto incrementa la zona de funcionamiento de la turbina axial y garantiza un funcionamiento seguro.

Otras configuraciones para la sintonización de las frecuencias propias de modos de oscilación de palas 14 se muestran en la figura 4, figura 5, figura 6 y figura 7. Allí se indican a modo de ejemplo otras series con diferentes patrones.

La figura 4 muestra una nueva serie con tres grupos 24, 26, 27 de parejas de palas a, b, d, estando cada pareja de palas a o bien b o bien d adyacente a un grupo 24 p bien 26 o bien 27 de dos parejas de palas b, d o bien a, d o bien a, b, que pertenecen, respectivamente, a uno de los otros dos grupos 26, 27 o bien 24, 27 o bien 24, 26. Entre las dos palas 14 de cada pareja de palas a está previsto un elemento de amortiguación del tipo A. Éste es redondo circular en la sección transversal y presenta un diámetro más bien mayor. A cada pareja de palas b está asociado un elemento de amortiguación del tipo B, que es también redondo circular en la sección transversal. Comparado con el elemento de amortiguación del tipo A, el diámetro del elemento de amortiguación del tipo B es, sin embargo, menor. A cada pareja de palas d está asociado un elemento de amortiguación del tipo D. En el ejemplo de realización representado, su configuración corresponde a la configuración del elemento de amortiguación del tipo B' de la figura 2. Esta configuración presenta de acuerdo con ello una serie ABCABC.

De acuerdo con la figura 5, se muestra otra disposición de las palas 11, en la que están previstos un primer grupo 24 y un segundo grupo 26 de parejas de palas a, b'', de manera que cada pareja de palas a del primer grupo 24 está adyacente una pareja de palas a está adyacente al primer grupo 24 de una pareja de palas a del primer grupo 24 y de una pareja de palas b'' del segundo grupo 26. Entre las dos palas 14 de cada pareja de palas a está previsto un elemento de amortiguación de tipo A. Éste es redondo circular en la sección transversal y presenta un diámetro más bien mayor. A cada pareja de palas b'' está asociado un elemento de amortiguación del tipo B'', cuya sección transversal está configurada en forma de segmento circular. Esta configuración se puede describir como serie AABBAABB.

Una configuración alternativa con una serie ABBABB se representa de forma esquemática en la figura 6. También aquí los diferentes tipos A, A', A'' de los elementos de amortiguación están distribuidos a lo largo de la periferia entre las palas 14 de la corona de palas 10 en secuencia periódica.

Finalmente, la figura 7 muestra otra serie ABAB de elementos de amortiguación E, H modificados en una corona de palas de rodadura. Un primer grupo 24 de parejas de palas de rodadura e 14 presenta entre las palas 14 correspondientes, respectivamente, un elemento de amortiguación del tipo E. También el elemento de amortiguación E está configurado, en principio, en forma de barra. En oposición a las configuraciones hasta ahora de elementos de amortiguación A, B, B', B'', D, sin embargo, éste está configurado en la sección transversal en forma triangular, de manera que se apoya superficialmente en cada pala 14 de la pareja de palas e asociadas al mismo. El elemento de amortiguación H diferente del elemento de amortiguación E está configurado de varias partes y comprende, respectivamente, dos partes H1, H2. La parte H1 es triangular en la sección transversal y la parte H2 presenta en la sección transversal el contorno de un sector circular en forma de un cuarto de círculo. De esta manera resultan dos contactos superficiales y un contacto lineal por cada elemento de amortiguación H.

Las disposiciones de palas 11 mostradas en las figuras 4, 5, 6 y 7 presentan rigideces de acoplamiento más elevadas que las configuraciones según la figura 1 y la figura 2, respectivamente, con lo que las palas 14 inmediatamente adyacentes entre sí están sintonizadas todavía más claramente en sus propiedades de frecuencia. De esta manera, estas disposiciones de palas 11 son especialmente adecuadas cuando con la ayuda de elementos de amortiguación diferentes debe realizarse una sintonización de la frecuencia de palas 14 de una corona de palas 10, para impedir una excitación de traqueteo de las palas 14.

De acuerdo con el número de palas 14 en la corona de palas se puede aplicar de una manera especialmente favorable una de las disposiciones de palas 11 mencionadas anteriormente. Evidentemente, es posible, cuando el número de las palas en la corona no está dividido por dos o por tres, utilizar también un número mayor de tipos de elementos de amortiguación por cada corona de palas 10.

En el caso de que la corona de palas 10 presente un número de palas 14, que no es un múltiplo entero del número de los tipos de elementos de palas, existe para todas las configuraciones evidentemente la posibilidad de que solamente una gran parte de las parejas de palas sucesivas (a, b, b', b'', e, d, b) sean miembros de la serie y formen esta serie. Las restantes parejas de palas son provistas entonces con elementos de amortiguación adecuados, que no se pueden subordinar a la serie. En este caso, existe también la posibilidad de que la corona de palas 10 presenta realmente dos palas 14 adyacentes con propiedades de frecuencia idénticas o aproximadas.

Además, son concebibles diferentes tipos de elementos de amortiguación y se pueden combinar entre sí, de manera que los ejemplos de realización representados aquí no deben entenderse de ninguna manera como limitación. Incluso la disposición alterna en dirección circunferencial de elementos de amortiguación de tipo B' y de tipo B'' conduce en virtud de la rigidez de acoplamiento variable de una pala a otra, ya mencionada anteriormente, a una sintonización alterna de la frecuencia.

Por ejemplo, también es concebible que como característica de distinción entre elementos de amortiguación de diferentes tipos estén previstas ranuras (elementos de amortiguación rasurados) a lo largo del contorno de la sección transversal, Además, de la misma manera son posibles también otras series de elementos de amortiguación, por ejemplo una serie ABCBABCBA.

En general, la invención se refiere, por lo tanto, a una disposición de palas 11 con un rotor 12 y varias palas 14 distribuida a lo largo de la periferia U el rotor 12 en una corona 10, de manera que dos palas 14 adyacentes entre sí de la corona 10 forman una pareja de palas a, b, b', b'', d, e, h, entre cuyas palas 14 está dispuesto un elemento de amortiguación A, B, B', B'', D, E, H y de manera que a través de una fuerza centrífuga que actúa en dirección radial R durante una rotación del rotor 12 alrededor de un eje del rotor, el elemento de amortiguación A, B, B', B'', D, E, H respectivo entra en contacto con las dos palas 14 de la pareja de palas a, b, b', b'', d, e, h asociada a ellas. Para realizar una sintonización de la frecuencia de las propiedades de oscilación de las palas 14, con lo que no se requiere un procesamiento mecánico de la hoja de la pala 22, se propone que la corona de palas 10 presente al menos dos parejas de palas a, b, b', b'', d, e, h con diferentes elementos de amortiguación A, B, B', B'', D, E, H.

REIVINDICACIONES

- 1.- Disposición de palas (11), con un rotor (12) y varias palas (14) distribuidas a lo largo de la periferia del rotor (12) en una corona (10), que comprende, respectivamente, de forma sucesiva una pata de pala (16), una plataforma (18) y una hoja de pala (22), en la que dos palas (14) directamente adyacentes de la corona (10) forman una pareja de palas (a, b, b', b'', d, e, h) y a las que está asociado al menos un elemento de amortiguación (A, B, B', B'', D, E, H) y que a través de una fuerza centrífuga que actúa en dirección radial (R), durante una rotación del rotor (12) alrededor de un eje de rotor, el elemento de amortiguación (A, B, B', B'', D, E, H) respectivo puede entrar en contacto con las plataformas (18) de las dos palas (14) de la pareja de palas (a, b, b', b'', d, e, h) asociada al mismo, en la que para la distribución de las frecuencias propias de las palas (14) de la corona de palas (10), presenta al menos dos parejas de palas (a, b, b', b'', d, e, h) con diferentes elementos de amortiguación (A, B, B', B'', D, E, H) y en la que cada pala (14) de la corona (10) está asociada a dos parejas de palas (a, b, b', b'', d, e, h) así como están previstos dos o más grupos (24, 26, 27) de parejas de palas (a, b, b', b'', d, e, h), dentro de los cuales los elementos de amortiguación (A, B, B', B'', D, E, H) son idénticos, respectivamente, y cuyos elementos de amortiguación (A, B, B', B'', D, E, H) se diferencian de un grupo (24, 26, 27) a otro grupo (24, 26, 27), caracterizada porque están previstos un primer grupo (24) y un segundo grupo (26) de parejas de palas (a, b''), en el que una gran parte de las parejas de palas (a o bien b'') o cada pareja de palas (a o b'') están adyacentes a un grupo (24 ó 26) de una pareja de palas (a o bien b'') de uno de los grupos (24 o bien 26) y a una pareja de palas (b'' o bien a) del otro grupo (26 o bien 24) o porque están previstos un primer grupo (24), un segundo grupo (26) y un tercer grupo (27) de parejas de palas (a, b, d), en el que una gran parte de las parejas de palas (a o bien b o bien d) o cada pareja de palas están adyacentes a un grupo (24 o bien 26 o bien 27) de dos parejas de palas (b, d o bien a, d, o bien a, b), que pertenecen, respectivamente, a uno de los otros dos grupos (26, 27 o bien 24, 27 o bien 24, 26).
- 2.- Disposición de palas (11) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que los diferentes elementos de amortiguación (A, B, B', B'', D, E, H) se diferencian con respecto al tamaño, la masa, el contorno de la sección transversal, el material y/o el tipo de contacto de acoplamiento con las palas (14).
- 3.- Disposición de palas (11) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que el elemento de amortiguación (H) de una pareja de palas (h) está configurado de varias partes.
- 4.- Turbina de gas con una disposición de palas (11) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3.

FIG 1

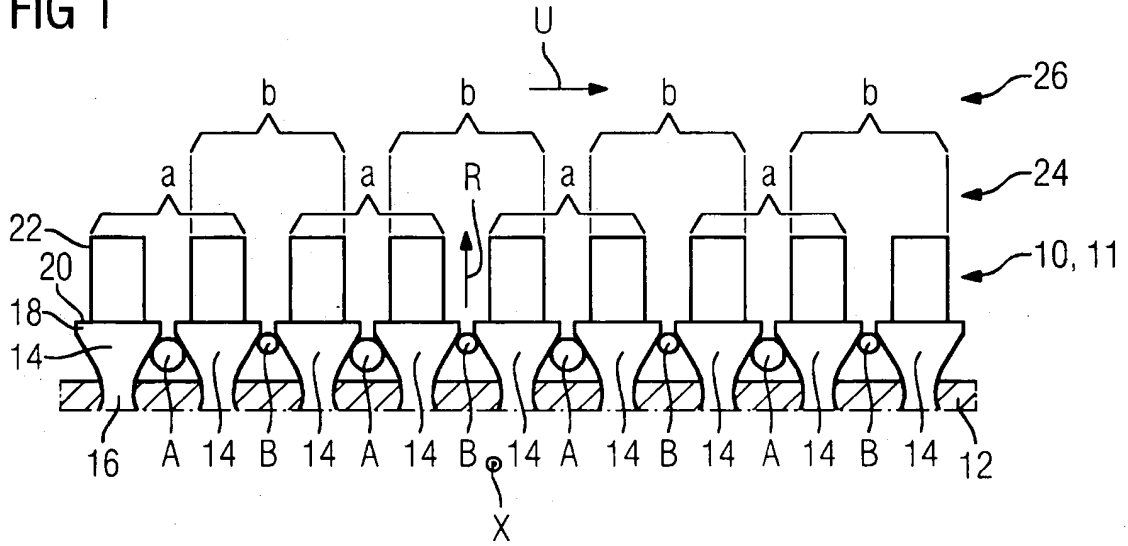


FIG 2

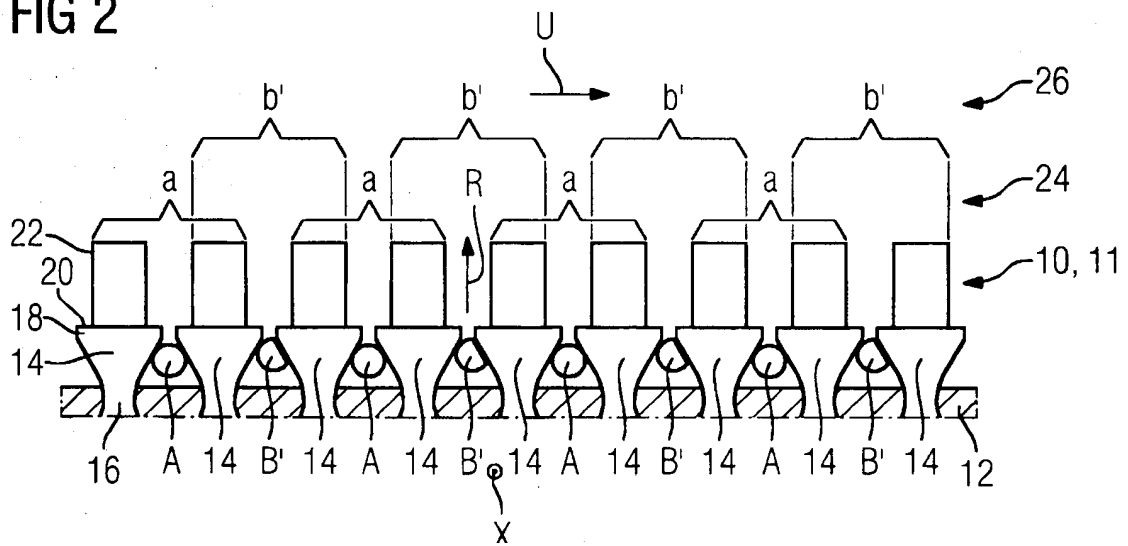


FIG 3

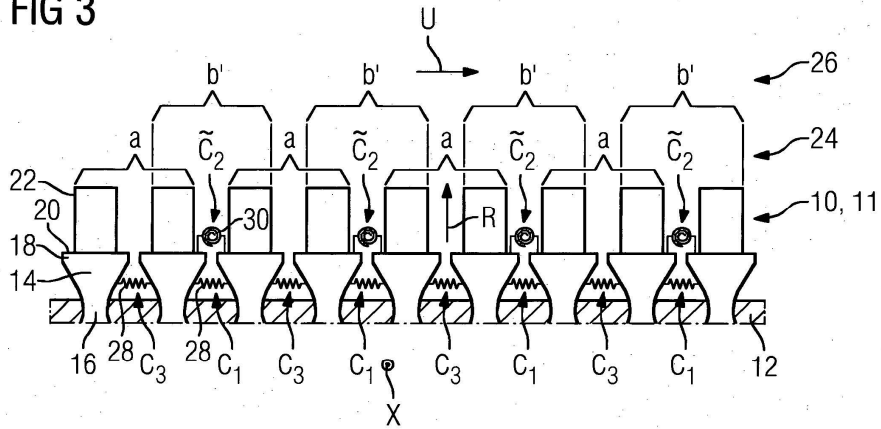


FIG 4

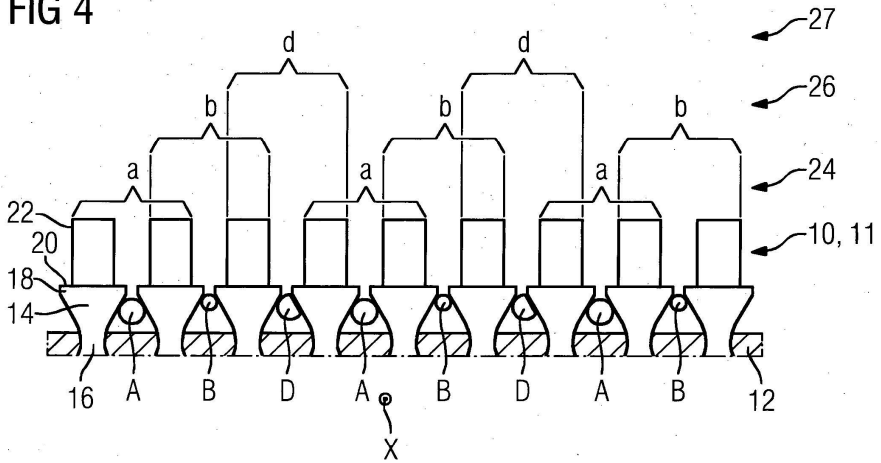


FIG 5

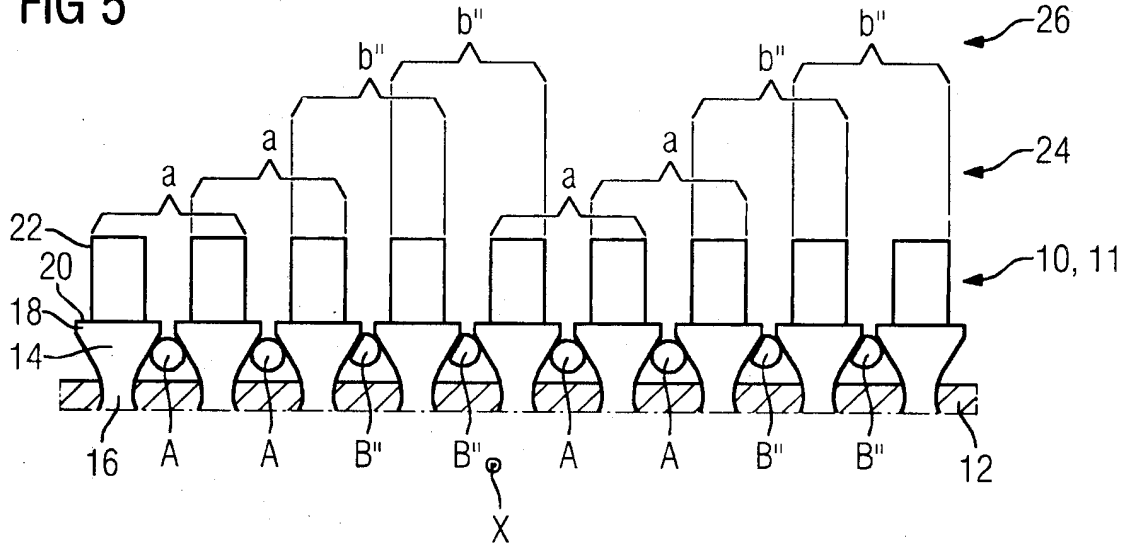


FIG 6

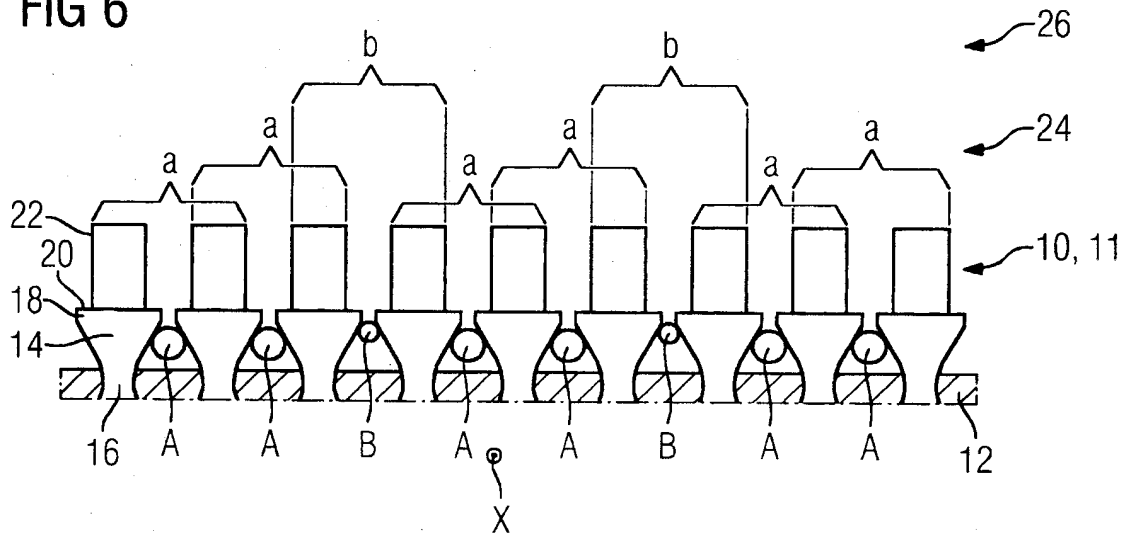


FIG 7

