

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 614 485**

51 Int. Cl.:

H02K 1/24 (2006.01)

H02K 1/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.05.2009 PCT/FR2009/050917**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.12.2009 WO09150357**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2009 E 09761908 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2016 EP 2297838**

54 Título: **Rotor de una máquina eléctrica síncrona multipolar con polos salientes**

30 Prioridad:

19.05.2008 FR 0853243

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

31.05.2017

73 Titular/es:

JEUMONT ELECTRIC (100.0%)

367, rue de l'Industrie

59460 Jeumont, FR

72 Inventor/es:

LALOY, DANIEL;

LEGOIX, GUY y

AMMAR, BRAHIM

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 614 485 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).

DESCRIPCION

Rotor de una máquina eléctrica síncrona multipolar con polos salientes

5 El presente invento se refiere al campo de las máquinas giratorias eléctricas síncronas que comprenden un conjunto estático y un conjunto rotórico, conjunto rotórico que pivota con respecto al conjunto estático alrededor de un eje de rotación.

De una manera más particular, el presente invento se refiere a un rotor de una máquina eléctrica síncrona multipolar, con polos salientes.

De una manera general, los rotores con polos salientes tienen unos polos inductores situados en la periferia de una corona del circuito magnético.

10 Estos rotores son utilizados generalmente en las aplicaciones con velocidad lenta hasta 1000 vueltas/minuto en polos laminados y 1500 vueltas/minuto en polos macizos.

De manera ya conocida, el rotor de una máquina eléctrica síncrona con polos salientes comprende:

- una parte central formada por la corona del circuito magnético y por un eje central; para los rotores de pequeño diámetro el eje central y la corona del circuito magnético no forman nada más que una sola pieza;

15 - unos polos que sobresalen o polos formados por una parte central llamada cuerpos de polo o indistintamente cuerpos polares y de una parte periférica llamada expansión polar; cada polo está recorrido, en su parte central por una inducción constante; por el contrario, en la superficie del polo al nivel de una expansión polar, la inducción es pulsada a continuación de la rotación delante de las muescas del estator;

- unas bobinas inductoras que rodean cada cuerpo polar formadas por un apilado de espiras.

20 Las máquinas síncronas son máquinas eléctricas cuya velocidad de rotación del eje de salida es igual a la velocidad de rotación del campo magnético. La magnetización de las máquinas giratorias con polos salientes se obtiene por el inductor formado por la bobina inductora que rodea el cuerpo polar.

Las bobinas inductoras están dispuestas alrededor de los cuerpos polares según varias maneras.

25 Según una primera realización ya conocida de un rotor multipolar con polos salientes, cada polo que comprende un cuerpo polar y una expansión polar está conectado a una llanta o a un eje por medio de llaves, de colas de milano o de tornillos. En esta realización, la bobina está montada sobre el cuerpo polar antes del montaje de éste sobre la llanta o sobre el eje.. Cualquiera que sea el sistema de enganche utilizado para el montaje del cuerpo polar sobre la llanta o sobre el eje, el enganche está muy solicitado durante la rotación del rotor.

30 En efecto, los cuerpos polares, las bobinas inductoras y las expansiones polares al estar alejadas del centro de rotación, están sometidos a una fuerza centrífuga durante la rotación del rotor, siendo la fuerza centrífuga tanto más importante cuanto más importantes son el diámetro del rotor y la velocidad de rotación del rotor (la fuerza centrífuga sufrida por los sólidos en rotación es proporcional a su distancia y a su masa). De esta manera, el sistema de enganche debe soportar los esfuerzos engendrados por la rotación del rotor de los conjuntos implicados, es decir las piezas masivas tales como el cuerpo polar, la expansión polar y la bobina inductora enrollada alrededor del cuerpo polar. Así, los sistemas de enganche de los cuerpos polares del tipo tornillo no convienen nada más que para pequeñas velocidades de rotación; los sistemas de enganche de los cuerpos polares del tipo llaves o colas de milano convienen para velocidades de rotación del rotor más importantes pero necesitan por el contrario mecanizados muy precisos y muy costosos de las piezas, así como una calidad mecánica exigente de los materiales.

40 Además, hay que hacer notar que según esta primera realización de instalación de los conjuntos de los cuerpos polares/bobina/ expansión polar sobre la llanta obliga a una manipulación muy delicada y compleja de efectuar debida a las masas importantes de las piezas a desplazar y a ajustar.

45 Con el fin de evitar una importante sollicitación a los enganches que unen el cuerpo polar a la llanta de un rotor síncrono, una segunda realización ya conocida de rotor síncrono con polos salientes consiste en utilizar un cuerpo polar que forme parte integrante de la llanta o del eje. Solo la expansión polar maciza está unida y fijada sobre el cuerpo polar por medio de numerosos tornillos. La bobina inductora es instalada alrededor del cuerpo polar antes del montaje de la expansión polar. El posicionamiento de la expansión polar necesita por una parte una manipulación delicada pues es una pieza pesada y por otra parte un utillaje adaptado. Además, el modo de fijación de la expansión polar por medio de tornillos sobre el cuerpo polar obliga necesariamente a la utilización de un cuerpo polar macizo más robusto que a la utilización de un cuerpo polar laminado formado por una sucesión de telas magnéticas de algunos milímetros de espesor.

Cualquiera que sea la realización considerada aquí, el posicionamiento de elementos pesados que presentan masas elevadas difícilmente manipulables, tales como los cuerpos polares bobinados o incluso las expansiones polares unidas a los cuerpos polares, es una operación larga, costosa y que necesita la utilización de utillajes especiales.

El documento US-A-3.728.566 describe tal rotor según el estado de la técnica.

- 5 En este contexto, el invento contempla proporcionar un rotor de máquina eléctrica síncrona multipolar, con polos salientes, cuyo montaje sea sencillo, rápido asegurando al mismo tiempo un posicionamiento preciso de cada bobina alrededor de cada cuerpo polar correspondiente.

Con este fin, el invento propone un rotor de una máquina giratoria síncrona multipolar que comprende:

- una pluralidad de polos salientes, estando rodeado cada polo saliente de una bobina inductora;
 - 10 - una corona que integra la citada pluralidad de polos salientes;
- estando caracterizado el citado rotor por que cada polo saliente de la citada pluralidad de polos salientes comprende:
- un cuerpo polar solidario con la citada corona;
 - al menos dos apéndices polares amovibles que se enfrentan a ambos lados del cuerpo polar;
 - 15 - unas piezas frontales, que bordean los extremos del citado cuerpo polar, para mantener radialmente la citada bobina inductora en su parte transversal;

comprendiendo el citado cuerpo polar dos ranuras situadas a ambos lados del citado cuerpo polar y cuya forma está adaptada para recibir a los citados al menos dos apéndices polares; bloqueando las citadas piezas frontales los desplazamientos de los citados al menos dos apéndices polares en las citadas ranuras.

- 20 Gracias al invento, es posible efectuar fácilmente un montaje de los citados apéndices polares sobre los cuerpos polares que forman parte integrante del rotor, sin la utilización de ningún utillaje particular. Este dispositivo permite evitar la manipulación de piezas pesadas tales como las expansiones o incluso los cuerpos polares. En efecto, los cuerpos polares forman parte integrante de la corona del rotor, y solamente los apéndices polares correspondientes a los extremos de la expansión polar, están unidos al cuerpo polar. Esto evita pues disponer de una pluralidad de sistemas de enganche de piezas pesadas que son muy solicitadas durante la rotación del rotor por la fuerza centrífuga.

- 25 El rotor de una máquina eléctrica síncrona multipolar con polos salientes según el invento puede presentar igualmente una o varias de las características citadas a continuación, consideradas individualmente o según todas las combinaciones técnicamente posibles:

- 30 - cada polo saliente de la citada pluralidad de polos salientes comprende una serie y una segunda serie que comprende a su vez cada una pluralidad de apéndices polares situados a lo largo del citado cuerpo polar, enfrentándose cada apéndice polar de la citada primera serie a un apéndice polar de la citada segunda serie;
- las citadas ranuras están realizadas en continuo a lo largo del citado cuerpo polar;
 - cada apéndice polar comprende una patilla de enganche que se encaja en la citada ranura, estando adaptada la forma de la citada patilla de enganche al mantenimiento radial de la citada bobina inductora;
 - 35 - los citados apéndices polares mantienen radialmente la citada bobina inductora en su parte longitudinal;
 - cada uno de los citados apéndices polares comprende al menos un conducto de evacuación apto para la refrigeración de la citada bobina inductora,
 - el citado cuerpo polar es una pieza laminada formada por una sucesión de chapas magnéticas.

- 40 Otras características y ventajas del invento surgirán más claramente de la descripción que se va a dar a continuación, a título indicativo y de ninguna manera limitativo, con referencia a las figuras anexas, entre las cuales:

- la figura 1 es una vista de un corte por un plano perpendicular al eje de rotación del rotor, de un rotor con polos salientes de una máquina eléctrica síncrona;
 - la figura 2 es una vista desde arriba de un cuerpo polar de un rotor con polos salientes tal como el representado en la figura 1.
- 45

La figura 1 representa una vista de un corte por un plano perpendicular al eje de rotación del rotor, de un rotor 100 con polos salientes de una máquina eléctrica síncrona.

La figura 1 representa más particularmente un polo saliente 10 entre una pluralidad de polos salientes del rotor 100.

5 Cada polo saliente 10 comprende un cuerpo de polo o cuerpo polar 1 rodeado de una bobina inductora 13. El cuerpo polar 1 es preferentemente un cuerpo polar laminado formado por un apilado de telas de acero magnético. El cuerpo polar 1 forma parte integrante de una llanta 4 que constituye la rueda polar del circuito magnético de la máquina eléctrica síncrona. Preferentemente, la llanta 4 es una pieza laminada constituida por un apilado de telas magnéticas montado en caliente sobre un eje o un cubo (no representado).

10 La bobina inductora 13 está realizada con un conductor de cobre de sección circular o rectangular que rodea el cuerpo polar con un cierto número de espiras. La bobina inductora 13 está bobinada sobre mandriles y aglomerados separadamente antes de ser montada sobre el cuerpo polar. La bobina inductora 13 puede comprender en desfase de las espiras con una alternancia de una espira de cada tres o cuatro espiras de tal manera que se forman aletas de ventilación que permiten aumentar la eficacia de la refrigeración.

15 La bobina inductora 13 puede estar bobinada igualmente de tal manera que tenga un perímetro interior de la bobina inductora 13 superior al perímetro exterior del cuerpo polar 1 de tal manera que se crea un paso 16 para la circulación de un fluido de refrigeración y facilitar de esta manera la refrigeración de la superficie interna de la bobina inductora 13.

El aislamiento de las espiras de la bobina inductora 13 se realiza por bandas aislante impregnadas previamente de una resina termo endurecible. La bobina se somete a continuación a una presión y sufre un tratamiento térmico lo que permite obtener un conjunto compacto con una excelente conductividad térmica.

20 Según otro modo del invento, la bobina inductora 13 está realizada con unos hilos revestidos con fibra de vidrio. El hilo aislado es enrollado a continuación en varias capas. Entre cada capa de hilo, se interpone un barniz o una resina que juega el papel de dar la rigidez final a la bobina inductora 3 después de la polimerización.

25 Es posible igualmente, según otro modo de realización del invento, realizar la bobina inductora 13 con hilos de cobre esmaltados termo-adherentes. Los hilos termo-adherentes son hilos de cobre esmaltados recubiertos con una capa externa termo-adhesiva que permite obtener una pegadura de las espiras ensambladas por polimerización de esta capa externa bajo los efectos de la temperatura y evitar de esta manera una fase de aplicación de un barniz o de una resina durante la realización de la bobina inductora 13.

30 El mantenimiento tangencial de la bobina inductora 13 durante la rotación del rotor se debe en gran parte a la resistencia propia de la bobina inductora 13, siendo obtenida la citada resistencia esencialmente en función de la calidad mecánica del barniz o de la resina que sirven para aglomerar las espiras entre sí por polimerización. Si el esfuerzo tangencial de la fuerza centrífuga es tal que el esfuerzo de cizalla entre las espiras sobrepasa el esfuerzo máximo que puede soportar el barniz o la resina, la bobina inductora 13 tiende a deformarse por inflado en su centro. Conviene entonces disponer de uno o varias cuñas de calado (no representadas), llamados igualmente cuñas interpolares, que permitan contener el esfuerzo de cizalla dentro de un valor aceptable para las partes de la bobina comprendidas entre las cuñas de anclaje. Generalmente, las cuñas de calado están atornilladas sobre la llanta 4 entre cada cuerpo polar 1 de tal manera que mantengan las bobinas inductoras 13 apretadas contra los cuerpos polares 1.

40 El mantenimiento radial de la bobina inductora 13 se realiza en su parte superior por los apéndices polares 2a y 2b, y en su parte inferior por un juego de muelles comprimidos 14. El mantenimiento radial de la bobina inductora 13 en su parte inferior puede realizarse igualmente por cualquier otro medio equivalente que permita mantener la bobina inductora 13 apretada contra los apéndices polares 2a y 2b.

45 Por ejemplo, el mantenimiento radial de la bobina inductora en su parte inferior puede efectuarse por medio de una chapa soporte plegada en forma de V dispuesta a nivel de un espacio inter-polo, es decir entre dos polos salientes. La chapa soporte se mantiene bloqueada por medio de unos bloques de fijación que están montados a la fuerza, de tal manera que mantienen apretada a la bobina inductora 13 contra los apéndices polares 2a y 2b con una cierta presión.

50 Los apéndices polares 2a y 2b están situados, por pares, a ambos lados del cuerpo polar 1 en toda su longitud, estando representado solo un par de apéndices polares 2a y 2b en cada cuerpo polar 1 de la figura 1. Los pares de apéndices polares 2a y 2b mantienen en posición a la bobina inductora 3 a ambos lados del cuerpo polar 1. A estos efectos, el cuerpo polar 1 comprende unas muescas 6a que se corresponden con la forma de los enganches 6b de los apéndices polares 2a y 2b; estando mecanizadas las muescas 6a sobre toda la longitud del cuerpo polar 1 formando de esta manera un conducto. Los enganches 6b permiten el posicionamiento por encaje y después por deslizamiento en las muescas 6a de los apéndices polares 2a y 2b sin ningún otro medio de fijación. El encaje se efectúa a partir de cada extremo del cuerpo polar 1 y el deslizamiento según el sentido longitudinal del citado cuerpo polar 1. Los enganches 6b tienen la forma por ejemplo de un gancho orientado sensiblemente hacia el centro del rotor, compuesto por una primera parte 7 de sección sensiblemente triangular que se une a una segunda parte 9 de sección sensiblemente rectangular, estando unidas las dos partes 7 y 9 por un elemento acodado 8.

La forma particular de los enganches 6b permite un mantenimiento radial de los apéndices polares 2a y 2b, y permite absorber las solicitaciones ocasionadas por la fuerza centrífuga de la bobina inductora 3 durante la rotación del rotor, y especialmente de la componente radial.

5 La figura 2 es una vista desde arriba de un cuerpo polar 1 de un rotor 100 con polos salientes 10 de una máquina eléctrica síncrona multipolar según el invento representado con referencia a la figura 1.

La figura 2 ilustra particularmente una serie de apéndices polares 2a y 2b posicionados sobre el cuerpo polar 1 y bloqueando radialmente a la bobina inductora 13 del polo.

10 Las caras 5, situadas en los extremos del cuerpo polar 1 (solo está representada una cara 5) son mantenidas solidarias con la llanta 4 por medio de un sistema de fijación del tipo tornillo. Las caras 5 son piezas macizas de acero mecanizadas, forjadas o moldeadas que permiten mantener en posición los apéndices polares 2a y 2b después de su posicionamiento sobre el cuerpo polar 1. Ellas evitan de esta manera cualquier desplazamiento longitudinal de los apéndices polares 2a y 2b. En efecto, en los extremos del cuerpo polar 1, las caras 5 obstruyen las muescas 6a del cuerpo polar 1 correspondientes a los enganches 6b de tal manera que los apéndices polares 2a y 2b no puedan ser desmontados, ni desplazados en el sentido longitudinal del cuerpo polar 1. Las caras 5 permiten igualmente mantener radialmente la parte frontal de la bobina inductora 13 y posiciona el conjunto de la bobina inductora 13.

20 La utilización combinada de los apéndices polares 2a y 2b, y de las caras 5 en lugar de una expansión polar según la técnica anterior permite disponer de dos zonas 21 y 22 de no recubrimiento, en cada extremo de la bobina inductora 3. Estas zonas 21 y 22 mejoran la refrigeración de la bobina inductora 3 al aumentar su superficie de contacto con el aire ambiente o con cualquier fluido de refrigeración.

25 Los apéndices polares 2a y 2b pueden comprender unos conductos de evacuación 7 que favorecen igualmente la refrigeración de la bobina inductora 13 y del rotor, mediante la circulación del fluido de refrigeración. Los conductos de evacuación 7 atraviesan los apéndices polares 2a y 2b al nivel de la cara de contacto entre ellos y el cuerpo polar 1. De esta manera, los conductos de evacuación 7 permiten al fluido de refrigeración escaparse y renovarse después de haber efectuado intercambios térmicos con la superficie interna de la bobina inductora 13.

El montaje del rotor con polos salientes de una máquina síncrona ilustrada se realiza fácil y rápidamente con un número restringido de utillaje.

30 La bobina inductora 13, realizada separadamente, se introduce alrededor del cuerpo polar 1 previamente aislada del rotor y se cala tangencialmente sobre el cuerpo polar 1.

Los apéndices polares 2a y 2b son enfilados por deslizamiento sobre el cuerpo polar 1 por medio de las muescas 6a.

Las caras 5 son enfiladas a continuación y fijadas sobre la llanta 4 o sobre el cuerpo polar 1 por medio de tornillos. Los apéndices polares están de esta manera bloqueados longitudinalmente.

35 La bobina inductora 13 es mantenida radialmente en su parte exterior por los apéndices polares 2a y 2b, y en su parte interior por un juego de muelles comprimidos o por cualquier otro medio equivalente.

El juego de muelles ejerce una cierta presión de contacto sobre la bobina inductora 13 de tal manera que la mantiene radialmente durante la parada y la rotación del rotor 100.

40 Todas las operaciones descritas para el montaje de los apéndices polares 2a y 2b, y de las caras 5 sobre el cuerpo polar 1 son efectuadas fácilmente sin ningún utillaje particular.

Finalmente, el juego de montaje, del orden de algunos milímetros, necesario en la bajada de la bobina inductora 13 alrededor del cuerpo polar 1 se rellena a continuación con una lámina aislante, generalmente unas láminas de estratificado, con el espesor adecuado para limitar el juego tangencial.

45 De esta manera, el invento tiene por objeto la realización de un rotor multipolar, con polos salientes, de una máquina eléctrica síncrona que permite el montaje sencillo y rápido sin ningún utillaje especial.

La forma astuta de los apéndices polares permite a la vez un montaje rápido y fácil y a la vez el mantenimiento de la bobina inductora durante la parada y durante la rotación del rotor. Cuando sea necesario limpiar, reparar o reemplazar una bobina inductora, la operación de desmontaje está ampliamente facilitada a la vez sin el recurso de utillajes especiales, y rápida.

50 Se ha descrito esencialmente un rotor multipolar con polos salientes de una máquina eléctrica síncrona que comprende un cuerpo polar laminado; sin embargo, el invento es igualmente aplicable a un rotor multipolar con polos salientes de una máquina eléctrica síncrona que comprende un cuerpo polar monobloc macizo integrado en una llanta maciza que constituye la rueda polar del circuito magnético.

REIVINDICACIONES

1. Rotor de una máquina giratoria síncrona multipolar que comprende:
- una pluralidad de polos salientes (10), estando rodeado cada polo saliente (10) por una bobina inductora (13);
 - una corona (4) que integra la citada pluralidad de polos salientes (10); estando caracterizado el citado rotor por que cada polo saliente (10) de la citada pluralidad de polos salientes (10) comprende:
 - un cuerpo polar (1) solidario con la citada corona (4);
 - al menos dos apéndices polares (2a, 2b) amovibles que se enfrentan a ambos lados del citado cuerpo polar (1);
 - unas piezas frontales (5), que bordean los extremos del citado cuerpo polar (1), para mantener radialmente la citada bobina inductora (13) en su parte transversal; comprendiendo el citado cuerpo polar (1) dos ranuras (6a) situadas a ambos lados del citado cuerpo polar (1) y cuya forma está adaptada para recibir a los citados al menos dos apéndices polares (2a, 2b); bloqueando las citadas piezas (5) los desplazamientos de los citados al menos dos apéndices polares (2a, 2b) en las citadas ranuras (6a).
2. Rotor de una máquina giratoria síncrona multipolar según la reivindicación 1, caracterizado por que cada polo saliente (10) de la citada pluralidad de polos salientes (10) comprende una primera serie y una segunda serie que comprenden cada una pluralidad de apéndices polares (2a, 2b) situados a o lo largo del citado cuerpo polar (1), enfrentándose cada apéndice polar (2a) de la primera serie con un apéndice polar (2b) de la citada segunda serie.
3. Rotor de una máquina giratoria síncrona multipolar según una de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que las citadas ranuras (6a) están realizadas en continuo a lo largo del citado cuerpo polar (1).
4. Rotor de una máquina giratoria síncrona multipolar según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que cada apéndice polar (2a, 2b) comprende una patilla de enganche (6b) que se encaja en la citada ranura (6a), estando adaptada la forma de la citada patilla de enganche (6b) para el mantenimiento radial de la citada bobina inductora (13).
5. Rotor de una máquina giratoria síncrona multipolar según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que los citados apéndices polares (2a, 2b) mantienen radialmente la citada bobina inductora (13) en su parte longitudinal.
6. Rotor de una máquina giratoria síncrona multipolar según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que cada uno de los citados apéndices polares (2a, 2b) comprende al menos un conducto de evacuación (7) apto para la refrigeración de la citada bobina inductora (13).
7. Rotor de una máquina giratoria síncrona multipolar según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el citado cuerpo polar (1) es una pieza laminada formada por una sucesión de chapas magnéticas.

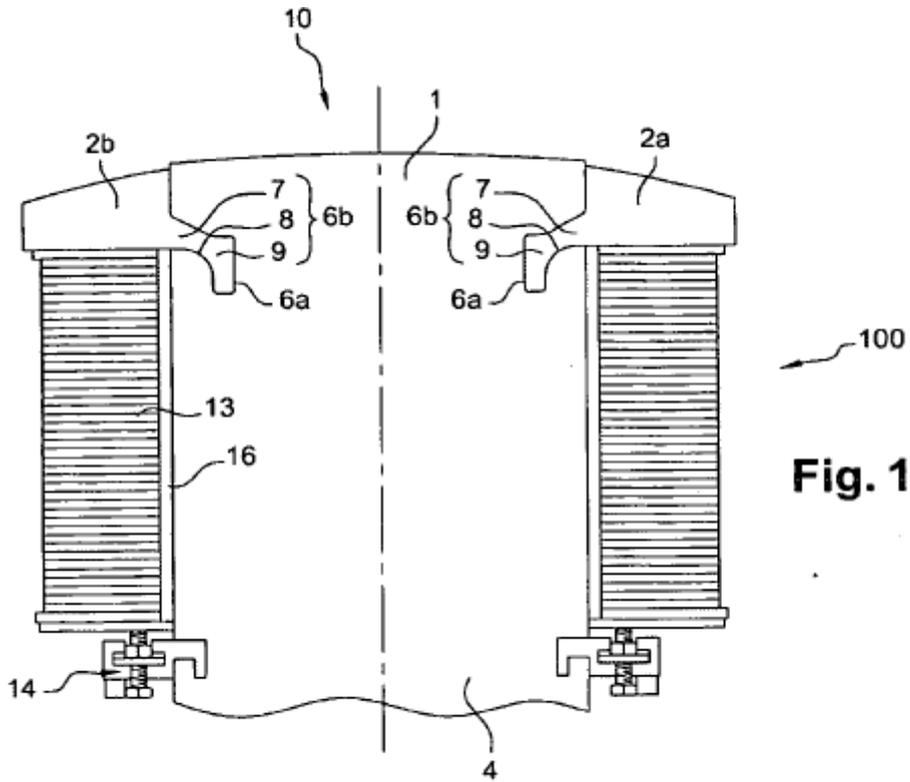


Fig. 1

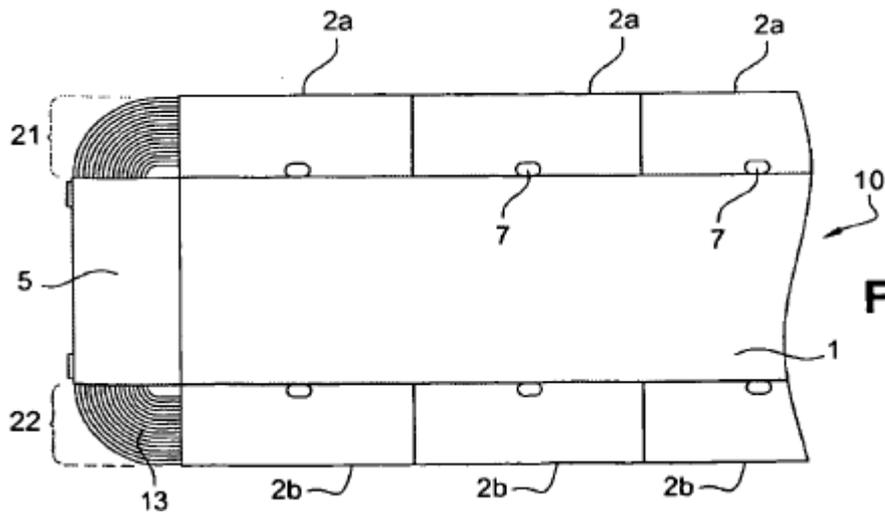


Fig. 2