

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 502 741**

51 Int. Cl.:

**H02K 1/27** (2006.01)

**H02K 21/14** (2006.01)

**H02K 7/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2011** **E 11754340 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.08.2014** **EP 2601728**

54 Título: **Rotor para una máquina eléctrica**

30 Prioridad:

**08.09.2010 DE 102010040400**

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

**06.10.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ERD, LUDWIG y  
MÖHLE, AXEL**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 502 741 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Rotor para una máquina eléctrica

5 En el caso de las máquinas eléctricas con excitación permanente y con imanes permanentes dispuestos en un entrehierro, la fuerza de sujeción de los imanes permanentes contra el cuerpo del motor, presenta una importancia decisiva para la seguridad en el funcionamiento de la máquina. Las soluciones de fijación de hasta el momento, se basan en uniones mecánicas o uniones por adherencia. En este caso, generalmente sobre el cuerpo del rotor se atornillan, se aseguran con grapas o se adhieren imanes permanentes o sistemas de imanes planos (conformados por una placa base e imanes permanentes fijados sobre dicha placa), dado que las fuerzas magnéticas de sujeción  
10 solas no resultan suficientes para la sujeción segura de los imanes permanentes contra el cuerpo del rotor, ante todas las condiciones de funcionamiento.

15 En la figura 1 se representan soluciones de fijación conocidas del estado del arte. En la representación superior de la figura 1, los imanes permanentes 3 se encuentran conectados con el cuerpo del rotor 4, mediante chapas moldeadas 10 y pernos de sujeción/remaches 13. En la representación del centro de la figura 1, los imanes permanentes 3 se insertan en ranuras trapezoidales realizadas en el cuerpo del rotor 4 y, de esta manera, se encuentran fijados en el cuerpo del rotor 4. Una fijación adicional de los imanes permanentes se realiza además a través de pernos de sujeción/remaches 13 y el elemento 21.

20 En la representación inferior de la figura 1, los imanes permanentes 3 se encuentran insertados en una cápsula 12, en donde la cápsula 12 se encuentra conectada con el cuerpo del rotor 4 a través de una conexión en cola de milano. Mediante una abrazadera 20 se ejerce una presión adicional sobre la conexión en cola de milano, para incrementar adicionalmente la fijación de los imanes permanentes.

En el estado del arte se conocen diferentes acondicionamientos de rotores de máquinas eléctricas. Estrictamente a modo de ejemplo, se remite a los siguientes documentos:

- EP 1 427 088 A2,
- US 5 831 365 A,
- 25 - US 2004/088 852 A1,
- DE 20 2008 013 303 U1, y
- JP 11 089 141 A.

30 En el estado del arte se utiliza una entalladura para insertar un adhesivo en dicha entalladura, mediante el cual los imanes permanentes se pueden adherir con el cuerpo del rotor. De manera alternativa, se conoce la utilización como un conducto para un agente refrigerante fluido.

El objeto de la presente invención consiste en crear un rotor para una máquina eléctrica, en el cual los imanes permanentes se sujeten de manera fiable contra el cuerpo del rotor, y que, sin embargo, se pueda realizar un desmontaje simple de los imanes permanentes.

35 El objeto mencionado se resuelve mediante un rotor para una máquina eléctrica, en donde el rotor presenta un cuerpo de rotor, en donde en la periferia del cuerpo del rotor se encuentran dispuestos imanes permanentes, en donde las zonas cubiertas por los imanes permanentes, de la periferia del cuerpo del rotor, presentan, al menos, una entalladura y/o el lado de los imanes permanentes orientado hacia la periferia del cuerpo del rotor, presenta, al menos, una entalladura, en donde debido a las entalladuras, la superficie de apoyo con la cual los imanes permanentes se apoyan respectivamente sobre el cuerpo del rotor, asciende entre el 20% y el 85% de la superficie lateral del lado de los imanes permanentes, orientado hacia la periferia del cuerpo del rotor, en donde la entalladura se realiza con forma de ranura, en donde el sentido de la ranura se extiende de manera paralela en relación con el  
40 lado de los imanes permanentes, orientado hacia la periferia del cuerpo del rotor, en donde en las entalladuras se pueden introducir barras temporalmente ferromagnéticas, para el desmontaje de los imanes permanentes.

45 Se ha demostrado que resulta ventajoso cuando debido a las entalladuras, la superficie de apoyo con la cual los imanes permanentes se apoyan respectivamente sobre el cuerpo del rotor, asciende entre el 45% y el 55% de la superficie lateral del lado de los imanes permanentes, orientado hacia la periferia del cuerpo del rotor, dado que de esta manera se obtiene un incremento muy elevado de la fuerza magnética de sujeción.

Además, el objeto mencionado se resuelve mediante un rotor para una máquina eléctrica, en donde el rotor presenta un cuerpo de rotor, en donde en la periferia del cuerpo del rotor se encuentran dispuestos elementos de soporte ferromagnéticos, en donde en el lado de los elementos de soporte, opuesto a la periferia del cuerpo del rotor, se encuentra dispuesto, al menos, un imán permanente, en donde el lado de los elementos de soporte, orientado hacia la periferia del cuerpo del rotor, presenta, al menos, una entalladura y/o el lado de los elementos de soporte, opuesto a la periferia del cuerpo del rotor, presenta, al menos, una entalladura, en donde debido a las entalladuras, la superficie de apoyo con la cual los elementos de soporte se apoyan respectivamente sobre el cuerpo del rotor, asciende entre el 20% y el 85% de la superficie lateral del lado de los elementos de soporte, orientado hacia la periferia del cuerpo del rotor, y/o porque debido a las entalladuras, la superficie de apoyo con la cual los imanes permanentes se apoyan respectivamente sobre los elementos de soporte, asciende entre el 20% y el 85% de la superficie lateral del lado de los elementos de soporte, opuesto a la periferia del cuerpo del rotor, en donde las entalladuras se realizan con forma de ranura, en donde el sentido de la ranura se extiende de manera paralela en relación con el lado de los imanes permanentes, orientado hacia la periferia del cuerpo del rotor, en donde en las entalladuras se pueden introducir barras temporalmente ferromagnéticas, para el desmontaje de los imanes permanentes.

Además, se ha demostrado que resulta ventajoso cuando debido a las entalladuras, la superficie de apoyo con la cual los elementos de soporte se apoyan respectivamente sobre el cuerpo del rotor, asciende entre el 45% y el 55% de la superficie lateral del lado de los elementos de soporte, orientado hacia la periferia del cuerpo del rotor, y/o cuando debido a las entalladuras, la superficie de apoyo con la cual los imanes permanentes se apoyan respectivamente sobre los elementos de soporte, asciende entre el 45% y el 55% de la superficie lateral del lado de los elementos de soporte, opuesto a la periferia del cuerpo del rotor, dado que de esta manera se obtiene un incremento muy elevado de la fuerza magnética de sujeción.

Además, se ha demostrado que resulta ventajoso cuando la ranura presenta una forma cuadrada, rectangular, circular, trapezoidal o una forma de V, dado que las formas mencionadas de la ranura, se pueden realizar de una manera simple.

La máquina eléctrica que presenta el rotor, puede estar diseñada como un motor eléctrico o un generador, y particularmente como un generador de energía eólica. La máquina mencionada presenta preferentemente una potencia eléctrica mayor a 1 MW. El generador se utiliza para generar energía eléctrica. En este caso, el generador de energía eólica puede estar diseñado particularmente como un generador de energía eólica con accionamiento directo.

En los dibujos se representan una pluralidad de ejemplos de ejecución de la presente invención, y se explican en detalle a continuación. Muestran:

- FIG. 1 opciones de fijación conocidas del estado del arte, para la fijación de los imanes permanentes en el cuerpo del rotor,
- FIG. 2 una máquina eléctrica en una representación esquemática,
- FIG. 3 una conformación alternativa del rotor conforme a la presente invención, de la máquina eléctrica de acuerdo con la figura 2, en una representación esquemática,
- FIG. 4 una vista detallada y esquemática de una configuración de la presente invención,
- FIG. 5 una vista detallada y esquemática de una configuración adicional de la presente invención,
- FIG. 6 una vista detallada y esquemática de una configuración adicional de la presente invención,
- FIG. 7 una vista detallada y esquemática de una configuración adicional de la presente invención,
- FIG. 8 una vista detallada y esquemática de una configuración adicional de la presente invención,
- FIG. 9 una representación de las fuerzas que se presentan,
- FIG. 10 una representación de líneas de flujo,
- FIG. 11 una barra ferromagnética,
- FIG. 12 otra máquina eléctrica en una representación esquemática,

FIG. 13 una conformación alternativa del rotor conforme a la presente invención, de la máquina eléctrica de acuerdo con la figura 12, en una representación esquemática,

FIG. 14 una representación en perspectiva del rotor representado en la figura 2, en una representación esquemática,

FIG. 15 la superficie lateral del lado de los imanes permanentes, orientado hacia la periferia del cuerpo del rotor, y

5 FIG. 16 la superficie lateral del lado de los elementos de soporte, orientado hacia la periferia del cuerpo del rotor u opuesto a la periferia del cuerpo del rotor.

10 En la figura 2 se representa una máquina eléctrica 1 en una representación esquemática. La máquina eléctrica 1 presenta un rotor 5 dispuesto de manera que pueda rotar alrededor de un eje de rotación R. El rotor presenta un cuerpo de rotor 4 que se encuentra conectado con un eje 7 a través de elementos de conexión 9. El cuerpo del rotor puede estar conformado de manera maciza o como chapas dispuestas una detrás de otra en el sentido del eje de rotación R del rotor 5. Además, el cuerpo del rotor también puede estar diseñado de manera segmentada. El rotor comprende todos los elementos de la máquina que se encuentran dispuestos de manera que puedan rotar alrededor del eje de rotación R del rotor 5.

15 En la periferia 11 del cuerpo del rotor 4, se encuentran dispuestos imanes permanentes, en donde por razones de claridad en la representación, sólo un imán permanente 3 está provisto de un símbolo de referencia. Los imanes permanentes se encuentran dispuestos alrededor de la periferia completa 11 del cuerpo del rotor 4, y la disposición mencionada se representa en la figura 2 mediante puntos. Los imanes permanentes se extienden en el sentido del eje de rotación R. Las zonas de la periferia 11 del cuerpo del rotor 4, cubiertas por los imanes permanentes, presentan entalladuras, en donde por razones de claridad en la representación, en la figura 2 sólo una entalladura 2 y sólo una zona 22 cubierta por el imán permanente 3, están provistas de un símbolo de referencia. Las entalladuras se extienden hacia el interior del cuerpo del rotor.

20 En este punto, se señala que en todos los ejemplos de ejecución de la presente invención, descritos en la presente solicitud, las entalladuras se realizan en forma de ranuras que se extienden en el sentido del eje de rotación R del rotor, hecho que no necesariamente debe ser de este modo. Las entalladuras pueden existir, por ejemplo, también en forma de perforaciones o de entalladuras conformadas de una manera diferente, que se han realizado en la periferia del cuerpo del rotor 4. Las ranuras se extienden en el sentido de la respectiva ranura, de manera paralela al lado de los imanes permanentes, orientado hacia la periferia del cuerpo del rotor. De esta manera, las ranuras también se pueden extender, por ejemplo, en el sentido tangencial en relación con la periferia del cuerpo del rotor. En este caso, las ranuras pueden presentar, por ejemplo, una forma cuadrada, rectangular, circular, trapezoidal o una forma de V.

25 En la figura 14 se muestra el rotor 5 representado en la figura 2, en este caso en una representación en perspectiva y esquemática, en donde en la figura 14, por razones de claridad en la representación, sólo uno de los imanes permanentes dispuestos uno detrás de otro en el sentido del eje de rotación R, está provisto del símbolo de referencia 3. Dado que el rotor 5 de la máquina eléctrica 1 presenta imanes permanentes, en el caso de la máquina eléctrica 1 se trata de una denominada máquina eléctrica excitada mediante imanes permanentes. Entre el rotor 5 y el estator 6 de la máquina eléctrica 1, se encuentra un entrehierro. En este punto se señala que, por razones de claridad en la representación y para una mejor comprensión de la presente invención, en la figura 2 no se representan las bobinas eléctricas del estator 6. En el ejemplo de ejecución de acuerdo con la figura 2, la máquina eléctrica 1 se conforma como un denominado rotor interior, es decir, el estator 6 dispuesto de manera fija, se encuentra dispuesto alrededor del rotor 5 dispuesto de manera que pueda rotar en el centro de la máquina eléctrica 1.

30 Sin embargo, como se representa en la figura 3, la máquina eléctrica 1 puede estar diseñada también como un denominado rotor exterior, es decir, que el rotor rota durante el funcionamiento de la máquina, alrededor del estator de la máquina dispuesto de manera fija en el centro de la máquina. Por razones de claridad en la representación, en la figura 3 se representa sólo el cuerpo del rotor 4 con los imanes permanentes dispuestos sobre dicho cuerpo, en una conformación de la máquina eléctrica 1 como un rotor exterior, en donde los mismos elementos están provistos de los mismos símbolos de referencia que en la figura 2.

35 En una conformación de la máquina eléctrica como un rotor interior de acuerdo con la figura 2, los imanes permanentes se encuentran dispuestos en la periferia exterior 11 del cuerpo del rotor 4, mientras que en una conformación de la máquina eléctrica como rotor exterior de acuerdo con la figura 3, los imanes permanentes se encuentran dispuestos en la periferia interior 11' del cuerpo del rotor 4, y las zonas cubiertas por los imanes permanentes, de la periferia interior 11' del cuerpo del rotor 4, presentan entalladuras, de las cuales sólo una entalladura 2 está provista de un símbolo de referencia, por razones de claridad en la representación.

De esta manera, la periferia del cuerpo del rotor puede presentarse con la forma de la periferia exterior 11 del cuerpo del rotor, así como con la forma de la periferia interior 11' del cuerpo del rotor.

Las zonas de la periferia 11 u 11', cubiertas por los imanes permanentes, en los ejemplos de ejecución presentan una superficie plana. La superficie mencionada se puede fabricar, por ejemplo, mediante un mecanizado con desprendimiento de virutas del cuerpo del rotor, por ejemplo, mediante una herramienta de fresar.

En este punto, se debe señalar que el cuerpo del rotor 4 puede estar conformado de manera maciza o puede estar conformado por chapas dispuestas una detrás de otra en el sentido del eje de rotación R del rotor 5. Además, el cuerpo del rotor 4 también puede estar diseñado de manera segmentada. El cuerpo del rotor está conformado por un material ferromagnético, como por ejemplo, una aleación de hierro ferromagnética.

En la figura 4, en una vista en corte esquematizada, se representa un recorte del cuerpo del rotor 4 enrollado sobre un plano, con los imanes permanentes dispuestos en su periferia 11 u 11'. En la figura 4, los mismos elementos están provistos de los mismos símbolos de referencia que en las figuras 2 y 3. Las zonas de la periferia del cuerpo del rotor, cubiertas por los imanes permanentes, presentan entalladuras. Las entalladuras se encuentran dispuestas entre los imanes permanentes y el eje de rotación R. Las entalladuras se introducen en la superficie del cuerpo del rotor 4 del lado de la periferia. Las entalladuras se extienden hacia el interior del cuerpo del rotor. El lado de los imanes permanentes, orientado hacia la periferia 11 u 11' del cuerpo del rotor 4, en la figura 4 está provisto con el símbolo de referencia 8.

Las entalladuras presentan una resistencia magnética mayor que el resto de las zonas de la periferia 11 u 11', cubiertas por los imanes permanentes. De esta manera, el flujo magnético cubren las zonas de apoyo, en las cuales los imanes permanentes se apoyan sobre la superficie del cuerpo del rotor 4, es decir, el flujo magnético se extiende esencialmente hacia la izquierda y hacia la derecha de las respectivas entalladuras, en relación con la figura 4. Por razones de claridad en la representación, en la figura 4 sólo la zona de apoyo 14 está provista de un símbolo de referencia. Dado que la fuerza magnética de sujeción, con la cual los imanes permanentes se adhieren al cuerpo del rotor 4 ferromagnético, aumenta de manera cuadrática con la densidad del flujo magnético, la fuerza magnética de sujeción se incrementa de manera significativa, a pesar de que la superficie de apoyo efectiva sea reducida. Mediante el notable incremento mencionado de la fuerza de sujeción, se puede renunciar a las soluciones de fijación mecánicas adicionales, como se describen, por ejemplo, en la introducción y se representan en la figura 1, con lo cual se simplifican significativamente el montaje y la fabricación del rotor. De esta manera, las fuerzas magnéticas de sujeción se incrementan considerablemente en comparación con el estado del arte, mediante la realización conforme a la presente invención, de entalladuras entre los imanes permanentes y el cuerpo del rotor 4, de manera que la conexión magnética entre los imanes permanentes y el cuerpo del rotor, se intensifique notablemente en comparación con el estado del arte y, de esta manera, se mejore. En este caso, las entalladuras presentan un tamaño tal que debido a las entalladuras, la superficie de apoyo con la cual los imanes permanentes se apoyan respectivamente sobre el cuerpo del rotor 4, asciende entre el 20% y el 85% de la superficie lateral del lado 8 de los imanes permanentes, orientado hacia la periferia 11 u 11' del cuerpo del rotor 4. Se obtiene un incremento particularmente elevado de la fuerza de sujeción cuando las entalladuras presentan un tamaño tal que debido a las entalladuras, la superficie de apoyo con la cual los imanes permanentes se apoyan respectivamente sobre el cuerpo del rotor 4, asciende entre el 45% y el 55% de la superficie lateral del lado 8 de los imanes permanentes, orientado hacia la periferia 11 u 11' del cuerpo del rotor 4. En la figura 15, en una vista esquemática, se representa la superficie lateral del lado 8 del imán permanente 3, orientado hacia la periferia 11 u 11' del cuerpo del rotor 4. La superficie lateral es la superficie rodeada por el rectángulo dibujado con trazo grueso. Las superficies de la superficie lateral, representadas en la figura 15 de manera punteada, ya no se encuentran a disposición como superficies de apoyo, debido a las entalladuras presentes sobre el lado del cuerpo del rotor y/o sobre el lado de los imanes permanentes. La superficie de apoyo corresponde a la superficie lateral, previa deducción de las superficies representadas de manera punteada. En la figura 15, la superficie de apoyo se representa de manera sombreada.

En la figura 5 se representa otro ejemplo de ejecución de la presente invención, en donde los mismos elementos están provistos de los mismos símbolos de referencia que en la figura 4. En el ejemplo de ejecución de acuerdo con la figura 5, las entalladuras no se encuentran introducidas en la periferia 11 u 11' del cuerpo del rotor 4, como en el caso de la figura 4, sino que el lado 8 de los imanes permanentes, orientado hacia la periferia 11 u 11' del cuerpo del rotor 4, presenta las entalladuras. En este caso, las entalladuras se extienden hacia el interior de los imanes permanentes. De lo contrario, el principio de funcionamiento coincide con el principio de funcionamiento de acuerdo con la figura 4, de manera que también en esta ejecución de la presente invención, las fuerzas magnéticas de sujeción se incrementan considerablemente en comparación con una ejecución de los imanes permanentes, que no presentan entalladuras. Como se ha mencionado anteriormente, las entalladuras presentan un tamaño tal que debido a las entalladuras, la superficie de apoyo con la cual los imanes permanentes se apoyan respectivamente sobre el cuerpo del rotor 4, asciende entre el 20% y el 85% de la superficie lateral del lado 8 de los imanes permanentes, orientado hacia la periferia 11 u 11' del cuerpo del rotor 4. Como se ha mencionado anteriormente, se obtiene un incremento particularmente elevado de la fuerza de sujeción cuando las entalladuras presentan un tamaño tal que debido a las entalladuras, la superficie de apoyo con la cual los imanes permanentes se apoyan

respectivamente sobre el cuerpo del rotor 4, asciende entre el 45% y el 55% de la superficie lateral del lado 8 de los imanes permanentes, orientado hacia la periferia 11 u 11' del cuerpo del rotor 4.

Además, en este punto se debe señalar que en relación con las conformaciones anteriormente mencionadas de la presente invención, la invención puede estar conformada también de manera que presenten entalladuras tanto las zonas de la periferia del cuerpo del rotor, cubiertas por los imanes permanentes, así como el lado de los imanes permanentes, orientado hacia la periferia del cuerpo del rotor. Como se ha mencionado anteriormente, las entalladuras presentan un tamaño tal que debido a las entalladuras, la superficie de apoyo con la cual los imanes permanentes se apoyan respectivamente sobre el cuerpo del rotor 4, asciende entre el 20% y el 85% de la superficie lateral del lado 8 de los imanes permanentes, orientado hacia la periferia 11 u 11' del cuerpo del rotor 4. Como se ha mencionado anteriormente, se obtiene un incremento particularmente elevado de la fuerza de sujeción cuando las entalladuras presentan un tamaño tal que debido a las entalladuras, la superficie de apoyo con la cual los imanes permanentes se apoyan respectivamente sobre el cuerpo del rotor 4, asciende entre el 45% y el 55% de la superficie lateral del lado 8 de los imanes permanentes, orientado hacia la periferia 11 u 11' del cuerpo del rotor 4.

Además, en este punto se debe señalar que las zonas cubiertas por los imanes permanentes, de la periferia del cuerpo del rotor, también pueden presentar sólo una única entalladura y/o el lado de los imanes permanentes orientado hacia la periferia del cuerpo del rotor, también puede presentar sólo una única entalladura.

En las figuras 6, 12 y 13, se representa una configuración adicional de la presente invención, en donde en las figuras, los mismos elementos están provistos de los mismos símbolos de referencia que en las figuras 2 y 3. Como se representa en la figura 13, en esta configuración de la presente invención, la máquina 1 también puede estar diseñada como un rotor exterior, como en todas las demás conformaciones de la presente invención. En la figura 6, en una vista en corte esquemática, se representa la fijación representada en las figuras 12 y 13, de los imanes permanentes en el cuerpo del rotor 4, como ejemplo del imán permanente 3. En la ejecución mencionada de la presente invención, los imanes permanentes se encuentran conectados magnéticamente con el cuerpo del rotor 4, mediante elementos de soporte ferromagnéticos, en donde en las figuras 12 y 13 sólo un elemento de soporte 15 está provisto de un símbolo de referencia. Los elementos de soporte ferromagnéticos se encuentran dispuestos entre los imanes permanentes y el cuerpo del rotor 4, en donde en el lado 16 de los elementos de soporte, opuesto a la periferia 11 u 11' del cuerpo del rotor 4, se encuentra dispuesto uno o una pluralidad de imanes permanentes, en donde el lado 17 de los elementos de soporte, orientado hacia la periferia 11 u 11' del cuerpo del rotor 4, presenta entalladuras, y el lado 16 de los elementos de soporte, opuesto a la periferia 11 u 11' del rotor 4, presenta entalladuras. Las entalladuras se extienden hacia el interior de los elementos de soporte. Por razones de claridad en la representación, en la figura 6 sólo las entalladuras 2' y 2" están provistas de símbolos de referencia. Además, como en el caso de los ejemplos de ejecución restantes, las entalladuras se realizan en forma de ranuras en los ejemplos de ejecución, que se extienden paralelas al lado 8 del imán permanente, orientado hacia la periferia del cuerpo del rotor 4. Las ranuras pueden presentar, por ejemplo, una forma cuadrada, rectangular, circular, trapezoidal o una forma de V, y se extienden preferentemente en el sentido del eje de rotación R del rotor, o en relación con la periferia 11 u 11' del cuerpo del rotor, en el sentido tangencial a través de los elementos de soporte.

En este caso, el principio de funcionamiento que se describe, es nuevamente el mismo que en los ejemplos de ejecución anteriores. Debido a las entalladuras existentes, el flujo magnético generado por el imán permanente 3, cubre las zonas de apoyo restantes, en las cuales el imán permanente 3 se apoya sobre el elemento de soporte 15, y en las cuales el elemento de soporte 15 se apoya sobre el cuerpo del rotor 4, y se extiende principalmente hacia las zonas mencionadas. Por razones de claridad en la representación, en la figura 6 sólo ambas zonas de apoyo 14' y 14" están provistas de símbolos de referencia. De esta manera, se incrementan significativamente las fuerzas magnéticas de sujeción que actúan entre el imán permanente 3 y el elemento de soporte 15, así como entre el elemento de soporte 15 y el cuerpo del rotor 4, es decir, las fuerzas de atracción magnéticas.

En la figura 7 se representa una configuración adicional de la presente invención, que representa una variante de la configuración de la invención de acuerdo con la figura 6. En la figura 7, los mismos elementos están provistos de los mismos símbolos de referencia que en la figura 6. En la configuración de la presente invención de acuerdo con la figura 7, las entalladuras sólo están presentes en el lado 17 de los elementos de soporte, orientado hacia el cuerpo del rotor 4. En la figura 9 se representan las fuerzas magnéticas de sujeción F1 y F2, correspondientes a la configuración de la invención de acuerdo con la figura 7. El imán permanente 3 atrae el elemento de soporte ferromagnético 15 con la fuerza de sujeción F2, mientras que el elemento de soporte ferromagnético 15 se sujeta en el cuerpo del rotor 4, con una fuerza magnética de sujeción F1 esencialmente mayor en comparación con la fuerza de sujeción F2. Mediante una variación correspondiente del número y del acondicionamiento de las entalladuras, se puede influir de manera controlada sobre la relación de las fuerzas de F1 y F2.

En la figura 8 se representa una configuración adicional de la presente invención, que representa otra variante de la configuración de la invención de acuerdo con la figura 6. En la figura 8, los mismos elementos están provistos de los mismos símbolos de referencia que en la figura 6. En la configuración de la presente invención de acuerdo con la figura 8, las entalladuras sólo están presentes en el lado 16 de los elementos de soporte, opuesto al cuerpo del rotor 4.

En este punto se debe señalar que el lado de los elementos de soporte, orientado hacia la periferia del cuerpo del rotor, también puede presentar sólo una única entalladura y/o el lado de los elementos de soporte, opuesto a la periferia del cuerpo del rotor, también puede presentar sólo una única entalladura.

5 En la figura 10 se muestra una representación de líneas de flujo magnéticas, de las líneas de flujo magnéticas 23 que se conforman en el caso del ejemplo de ejecución de acuerdo con la figura 7. En la figura 10, los mismos elementos están provistos de los mismos símbolos de referencia que en la figura 7. Como se observa claramente, las líneas de flujo magnéticas 23 se extienden esencialmente en las superficies de apoyo que se presentan, entre el elemento de soporte 15 y el cuerpo del rotor 4, y se extienden a través de las entalladuras sólo en una medida reducida, dado que en las entalladuras se incrementa considerablemente la resistencia magnética.

10 En las configuraciones de la presente invención, de acuerdo con las figuras 6 a 10 y las figuras 12 y 13, las entalladuras se encuentran dispuestas entre los imanes permanentes y el cuerpo del rotor 4. Además, las entalladuras presentan preferentemente un tamaño tal que debido a las entalladuras, la superficie de apoyo con la cual los elementos de soporte 15 se apoyan respectivamente sobre el cuerpo del rotor 4, asciende entre el 20% y el 85% de la superficie lateral del lado 17 de los elementos de soporte 15, orientado hacia la periferia 11 u 11' del cuerpo del rotor 4, y/o un tamaño tal que debido a las entalladuras, la superficie de apoyo con la cual los imanes permanentes 3 se apoyan respectivamente sobre los elementos de soporte 15, asciende entre el 20% y el 85% de la superficie lateral del lado 16 de los elementos de soporte, opuesto a la periferia 11 u 11' del cuerpo del rotor 4. Se obtiene un incremento particularmente elevado de la fuerza magnética de sujeción cuando las entalladuras presentan un tamaño tal que debido a las entalladuras, la superficie de apoyo con la cual los elementos de soporte 15 se apoyan respectivamente sobre el cuerpo del rotor 4, asciende entre el 45% y el 55% de la superficie lateral del lado 17 de los elementos de soporte 15, orientado hacia la periferia 11 u 11' del cuerpo del rotor 4, y/o cuando presentan un tamaño tal que debido a las entalladuras, la superficie de apoyo con la cual los imanes permanentes 3 se apoyan respectivamente sobre los elementos de soporte 15, asciende entre el 45% y el 55% de la superficie lateral del lado 16 de los elementos de soporte, opuesto a la periferia 11 u 11' del cuerpo del rotor 4. En la figura 16 se representa, en una vista esquemática, la superficie lateral del lado de los elementos de soporte, orientado hacia la periferia del cuerpo del rotor u opuesto a la periferia del cuerpo del rotor. La superficie lateral es la superficie rodeada por el rectángulo dibujado con trazo grueso. Las superficies de la superficie lateral, representadas en la figura 16 de manera punteada, ya no se encuentran a disposición como superficies de apoyo, debido a las entalladuras. La superficie de apoyo corresponde a la superficie lateral, previa deducción de las superficies representadas de manera punteada. En la figura 16, la superficie de apoyo se representa de manera sombreada.

Mediante la realización de las entalladuras, conforme a la presente invención, se obtiene un incremento considerable de las fuerzas magnéticas de sujeción, en comparación con las superficies de apoyo planas que atraviesan, de manera que se puede renunciar a los medios de fijación mecánicos, conocidos del estado del arte, en los cuales los imanes permanentes se encuentran fijados en el cuerpo del rotor, por ejemplo, mediante tornillos, ranuras y conexiones por arrastre de forma. De esta manera, los imanes permanentes se encuentran unidos con el cuerpo del rotor 4, exclusivamente mediante las fuerzas magnéticas de sujeción generadas por los imanes mencionados y, de esta manera, se sujetan contra el cuerpo del rotor 4 exclusivamente mediante las fuerzas magnéticas de sujeción generadas por los imanes mencionados.

En el caso de utilizar los elementos de soporte ferromagnéticos descritos, las fuerzas magnéticas de sujeción se intensifican mediante los elementos de soporte. Los elementos de soporte pueden estar conformados, por ejemplo, por una aleación de hierro ferromagnética.

En particular, cuando las entalladuras se conforman como ranuras, mediante la presente invención se puede realizar un desmontaje posterior simple de los imanes permanentes, por ejemplo, para trabajos de mantenimiento. Para el fin mencionado, sólo se deben introducir temporalmente para el desmontaje, barras ferromagnéticas en las ranuras, es decir, barras conformadas por un material ferromagnético, como por ejemplo, una aleación de hierro ferromagnética. En la figura 11 se representa, a modo de ejemplo, una barra de esta clase 19. La forma exterior de la barra 19 se encuentra adaptada a la forma de la ranura y a los conductos conformados por la ranura y la superficie del imán permanente o del cuerpo del rotor, particularmente se encuentra adaptada por arrastre de forma. Cuando las barras se introducen en las ranuras, se reduce la resistencia magnética en las ranuras, por lo cual el flujo magnético se redistribuye en parte hacia las ranuras ocupadas por las barras. Las fuerzas magnéticas de sujeción que se presentan, corresponden nuevamente a las fuerzas magnéticas de sujeción que han surgido en una superficie de apoyo plana que atraviesa, entre los elementos. Como se ha mencionado anteriormente, las fuerzas magnéticas de sujeción entre los respectivos elementos que ejercen atracción (imanes permanentes, elementos de soporte, cuerpo del rotor), disminuyen considerablemente debido al flujo magnético distribuido nuevamente de manera uniforme, de manera que los imanes permanentes y/o los elementos de soporte se pueden desmontar nuevamente de una manera simple y rápida, con medios auxiliares simples, como por ejemplo, cuñas. En este caso, por ejemplo, una pluralidad de barras se pueden conectar con una corredera, de manera que los imanes permanentes se puedan desmontar nuevamente del cuerpo del rotor, de una manera particularmente simple y rápida, mediante la introducción de la corredera en las ranuras.

5 En el caso que las fuerzas magnéticas de sujeción generadas por los imanes permanentes (fuerzas de atracción), no resulten suficientes para garantizar una sujeción segura de los imanes permanentes en el cuerpo del rotor, las fuerzas de sujeción se pueden incrementar adicionalmente en tanto que en las superficies de apoyo entre los imanes permanentes y el cuerpo del rotor, o entre los imanes permanentes y los elementos de soporte y/o entre los elementos de soporte y el cuerpo del rotor, se aplica una capa adhesiva, de manera que los imanes permanentes, además de estar unidos mediante la unión magnética, se sujetan en el cuerpo del rotor mediante una unión por adherencia. En este caso, los imanes permanentes se sujetan en el cuerpo del rotor, exclusivamente mediante fuerzas magnéticas de sujeción y fuerzas adhesivas generadas por el adhesivo.

10 Sin embargo, en este punto se debe señalar que además de la unión magnética y eventualmente la unión por adherencia existente, los imanes permanentes se pueden fijar en el cuerpo del rotor con medios de fijación mecánicos adicionales, para garantizar de esta manera una sujeción extremadamente segura de los imanes permanentes en el cuerpo del rotor.

Además, en este punto se debe señalar que la máquina eléctrica presenta preferentemente una potencia eléctrica mayor a 1 MW.

15 Además, se debe señalar que el lado de los imanes permanentes, orientado hacia la periferia del cuerpo del rotor, o el lado de los elementos de soporte orientado hacia la periferia del cuerpo del rotor y/o opuesto a la periferia del cuerpo del rotor, no deben ser obligatoriamente planos como se representa en los ejemplos de ejecución, sino que también pueden ser, por ejemplo, curvados en correspondencia con la curvatura de la periferia.

20 Además, se debe señalar que los imanes permanentes no se deben conformar obligatoriamente como una única pieza, sino que los imanes mencionados también se pueden presentar como una pluralidad de imanes permanentes reunidos para conformar un imán permanente de mayor tamaño. De esta manera, por ejemplo, en la figura 14, una pluralidad de imanes permanentes se encuentran dispuestos uno detrás de otro en el sentido del eje de rotación R, y conforman un imán permanente de esta clase, de mayor tamaño. Además, los imanes permanentes también se pueden encontrar dispuestos de manera paralela y adyacente entre sí (por ejemplo, como se representa en la figura 25 1).

## REIVINDICACIONES

1. Rotor para una máquina eléctrica (1), en donde el rotor (5) presenta un cuerpo de rotor (4), en donde en la periferia (11, 11') del cuerpo del rotor (4) se encuentran dispuestos imanes permanentes (3), en donde las zonas (22) cubiertas por los imanes permanentes (3), de la periferia (11, 11') del cuerpo del rotor (4), presentan, al menos, una entalladura (2) y/o el lado (8) de los imanes permanentes (3) orientado hacia la periferia (11, 11') del cuerpo del rotor (4), presenta, al menos, una entalladura (2), en donde debido a las entalladuras, la superficie de apoyo, con la cual los imanes permanentes (3) se apoyan respectivamente sobre el cuerpo del rotor (4), asciende entre el 20% y el 85% de la superficie lateral del lado (8) de los imanes permanentes, orientado hacia la periferia (11, 11') del cuerpo del rotor (4), en donde la entalladura (2) se realiza con la forma de una ranura, en donde el sentido de la paralela de la ranura se extiende en relación con el lado (8) de los imanes permanentes (3), orientado hacia la periferia (11, 11') del cuerpo del rotor (4), **caracterizado porque** en las entalladuras (2) se pueden introducir barras (19) temporalmente ferromagnéticas, para el desmontaje de los imanes permanentes (3).
2. Rotor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** debido a las entalladuras, la superficie de apoyo, con la cual los imanes permanentes (3) se apoyan respectivamente sobre el cuerpo del rotor (4), asciende entre el 45% y el 55% de la superficie lateral del lado (8) de los imanes permanentes (3), orientado hacia la periferia (11, 11') del cuerpo del rotor (4).
3. Rotor para una máquina eléctrica, en donde el rotor presenta un cuerpo de rotor (4), en donde en la periferia (11, 11') del cuerpo del rotor (4) se encuentran dispuestos elementos de soporte ferromagnéticos (15), en donde en el lado (16) de los elementos de soporte (15), opuesto a la periferia (11, 11') del cuerpo del rotor (4), se encuentra dispuesto, al menos, un imán permanente (3), en donde el lado (17) de los elementos de soporte (15), orientado hacia la periferia (11, 11') del cuerpo del rotor (4), presenta, al menos, una entalladura (2'') y/o el lado (16) de los elementos de soporte (15), opuesto a la periferia (11, 11') del cuerpo del rotor (4), presenta, al menos, una entalladura (2'), en donde debido a las entalladuras (2''), la superficie de apoyo, con la cual los elementos de soporte (15) se apoyan respectivamente sobre el cuerpo del rotor (4), asciende entre el 20% y el 85% de la superficie lateral del lado (17) de los elementos de soporte (15), orientado hacia la periferia (11, 11') del cuerpo del rotor (4), y/o debido a las entalladuras (2'), la superficie de apoyo con la cual los imanes permanentes (3) se apoyan respectivamente sobre los elementos de soporte (15), asciende entre el 20% y el 85% de la superficie lateral del lado (16) de los elementos de soporte (15), opuesto a la periferia (11, 11') del cuerpo del rotor (4), en donde las entalladuras (2', 2'') se realizan con forma de ranura, en donde el sentido de la ranura se extiende de manera paralela en relación con el lado (8) de los imanes permanentes (3), orientado hacia la periferia (11, 11') del cuerpo del rotor (4), **caracterizado porque** en las entalladuras (2', 2'') se pueden introducir barras (19) temporalmente ferromagnéticas, para el desmontaje de los imanes permanentes (3).
4. Rotor de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** debido a las entalladuras (2''), la superficie de apoyo con la cual los elementos de soporte (15) se apoyan respectivamente sobre el cuerpo del rotor (4), asciende entre el 45% y el 55% de la superficie lateral del lado (17) de los elementos de soporte (15), orientado hacia la periferia (11, 11') del cuerpo del rotor (4), y/o porque debido a las entalladuras (2'), la superficie de apoyo con la cual los imanes permanentes (3) se apoyan respectivamente sobre los elementos de soporte (15), asciende entre el 45% y el 55% de la superficie lateral del lado (16) de los elementos de soporte (15), opuesto a la periferia (11, 11') del cuerpo del rotor (4).
5. Rotor de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la ranura presenta una forma cuadrada, rectangular, circular, trapezoidal o una forma de V.
6. Máquina eléctrica, en donde la máquina se conforma como un motor eléctrico o un generador, en donde la máquina presenta un rotor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5.
7. Máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** el generador se conforma como un generador de energía eólica.

# FIG 1

(Estado del Arte)

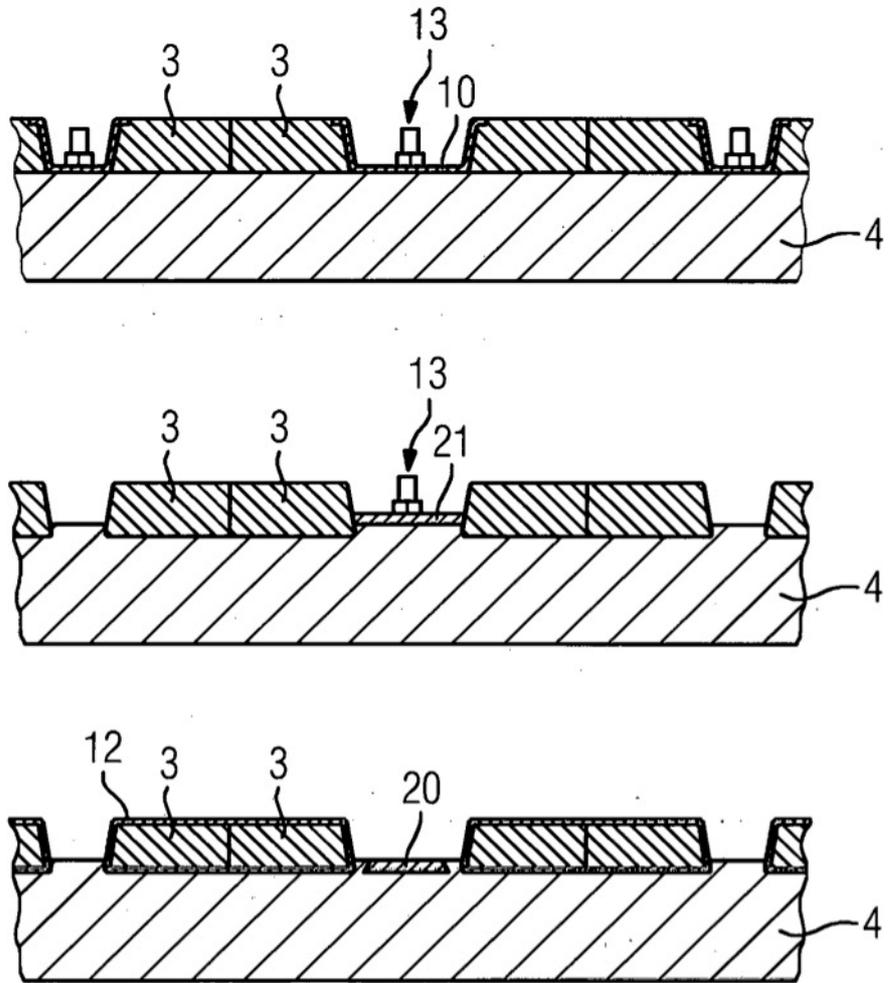


FIG 2

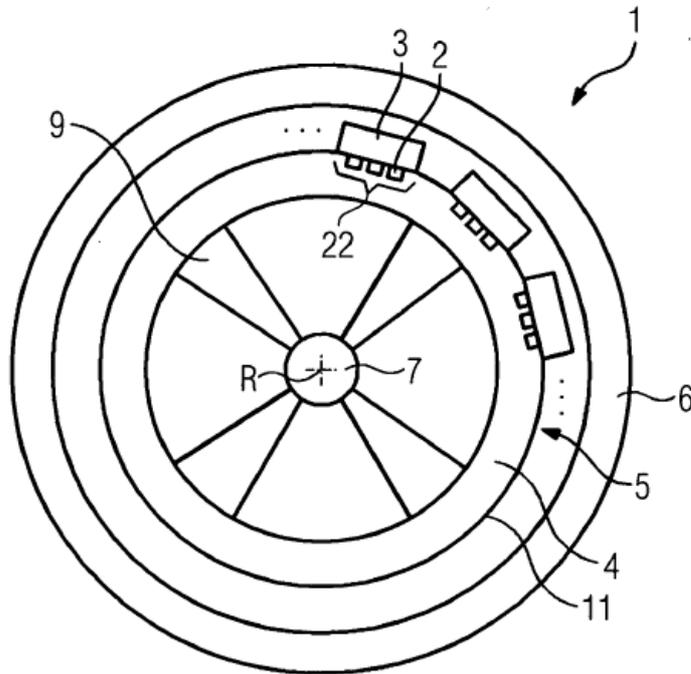


FIG 3

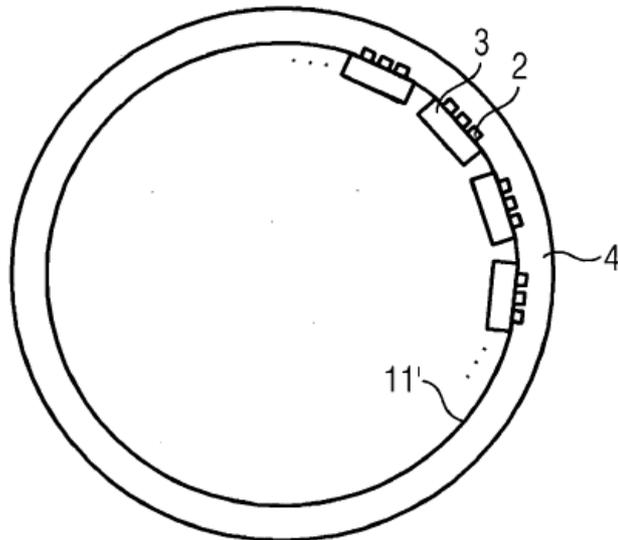


FIG 4

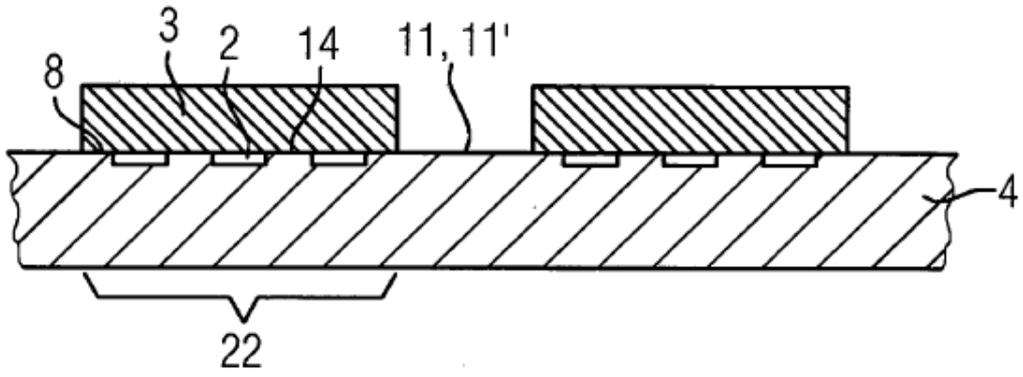


FIG 5

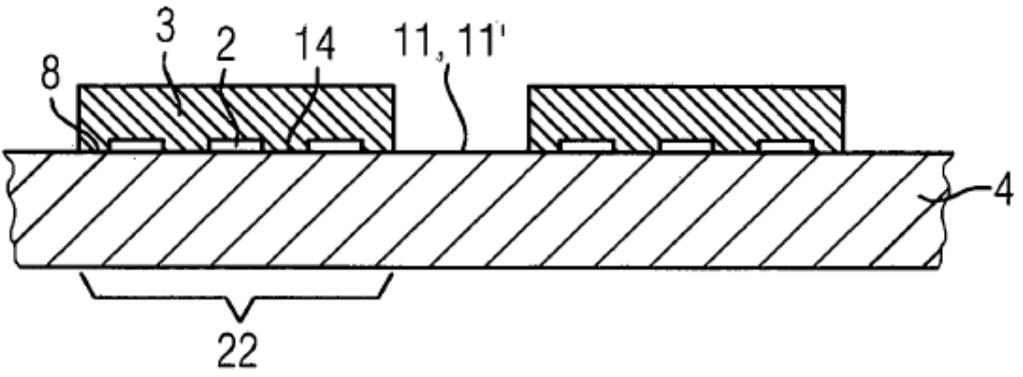


FIG 6

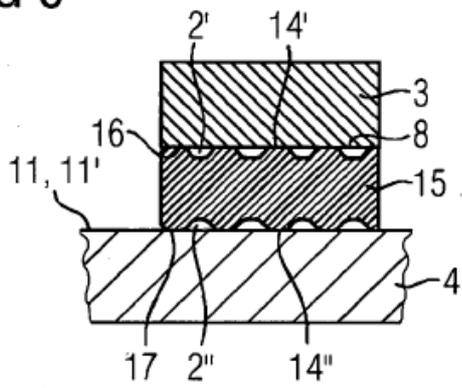


FIG 7

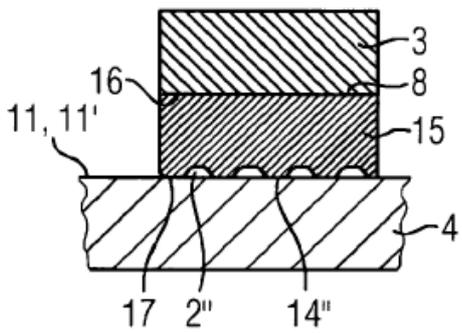


FIG 8

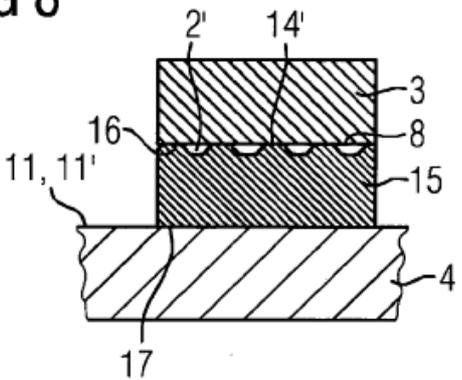


FIG 9

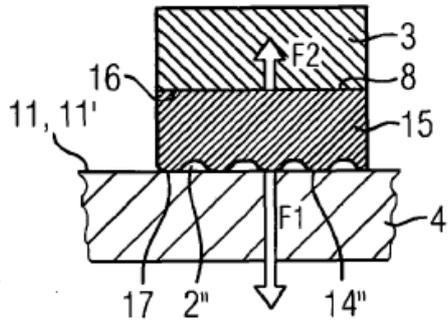


FIG 10

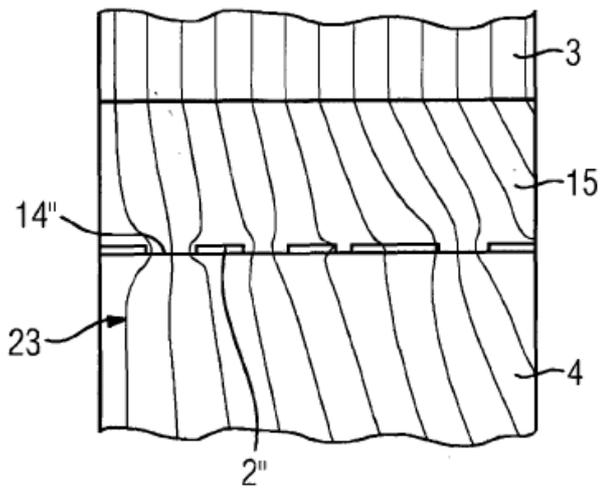


FIG 11



FIG 12

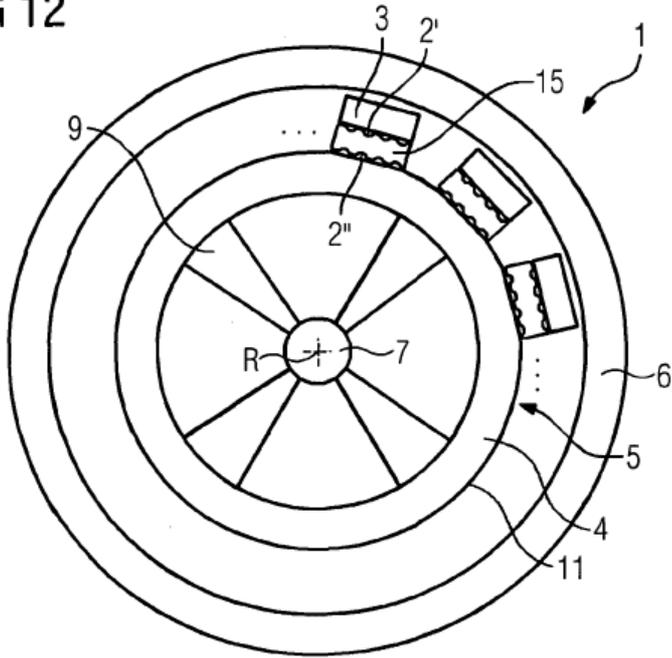


FIG 13

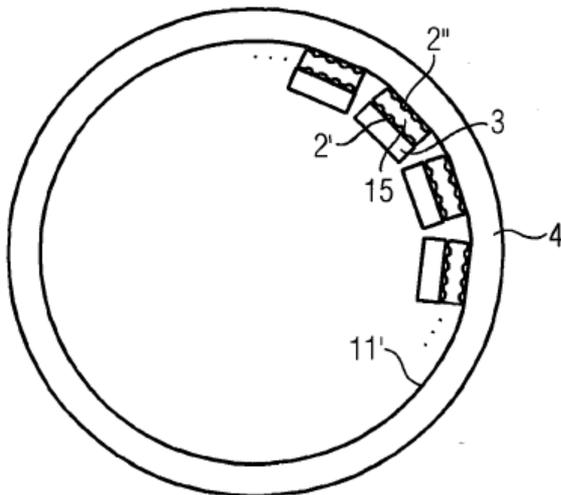


FIG 14

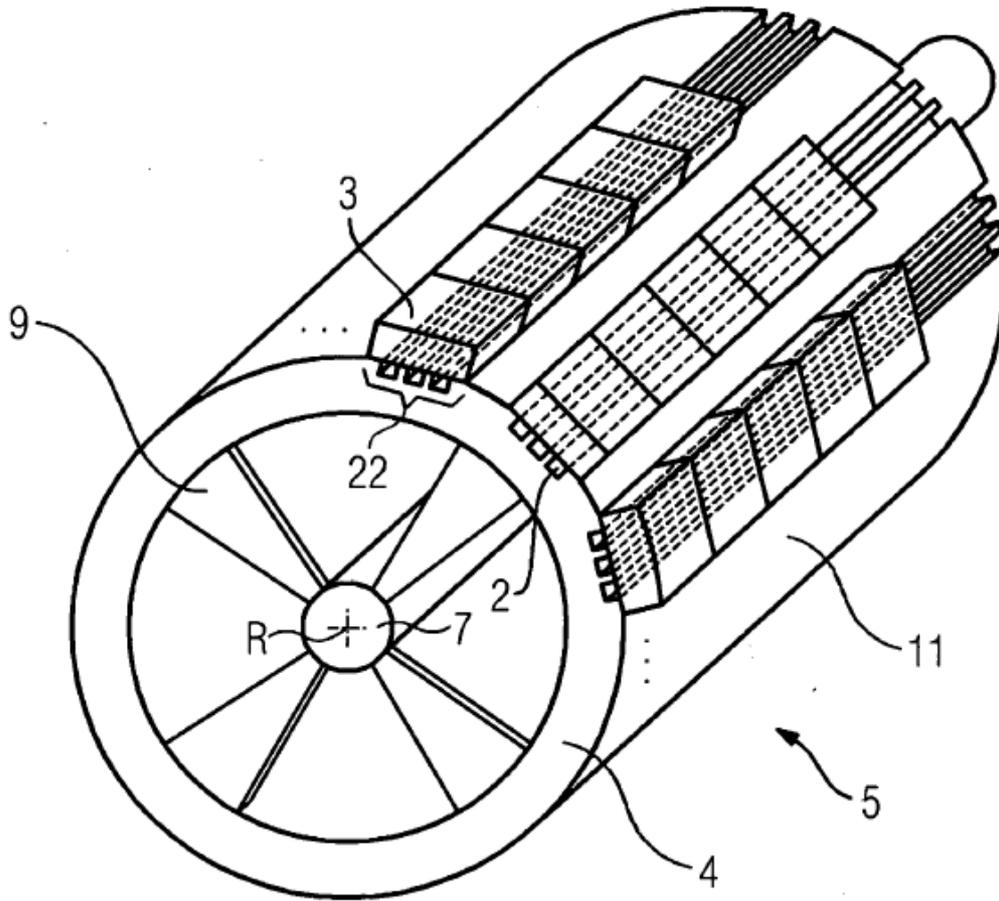


FIG 15

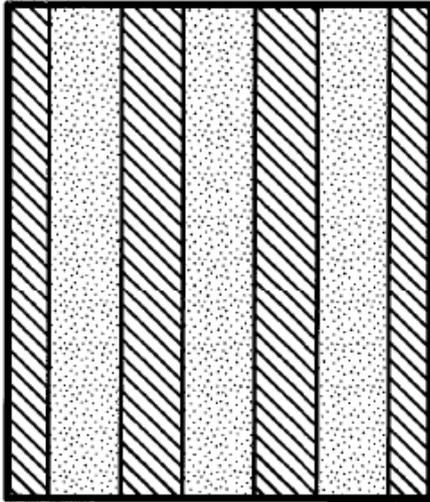


FIG 16

