

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 081**

51 Int. Cl.:

**H02K 21/24** (2006.01)

**H02K 1/27** (2006.01)

**H02K 29/03** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.12.2016 PCT/FR2016/000203**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.06.2017 WO17098094**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2016 E 16816325 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 3387742**

54 Título: **Rotor de un motor electromagnético de flujo axial de imán monobloque de forma ondulada**

30 Prioridad:

**10.12.2015 FR 1502577**

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

**16.07.2020**

73 Titular/es:

**WHYLOT SAS (100.0%)  
Zone d'activités Quercypôle 2  
46100 Cambes, FR**

72 Inventor/es:

**TIEGNA, HUGUETTE;  
SAVIN, SERGHEI;  
MIHAILA, VASILE y  
RAVAUD, ROMAIN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 774 081 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 de un motor electromagnético de flujo axial de imán monobloque de forma ondulada

La presente invención se refiere a un rotor de un motor electromagnético de flujo axial con un único imán monobloque de forma ondulada en dos caras.

5 La presente invención se refiere también a un accionador eléctrico con al menos un rotor enmarcado por dos estátores. El accionador eléctrico puede por tanto incluir también un número n de rotores superior a 1 enmarcado por n+1 estátores.

10 La presente invención encuentra una aplicación ventajosa pero no limitativa en un motor eléctrico que suministra una fuerte potencia con una velocidad de rotación del rotor elevada mientras únicamente necesita un espacio pequeño, lo que se obtiene por las características específicas del rotor según la presente invención.

De forma conocida, un motor electromagnético incluye al menos un estátor y al menos un rotor, un entrehierro que separa estos dos elementos. El rotor tiene al menos un imán permanente, ventajosamente una serie de imanes permanentes, mientras que al menos una serie de elementos de bobinado están situados en el estátor.

15 De forma clásica, cada uno de los elementos del bobinado incluye un diente que lleva una bobina, estando encuadrado el diente en cada uno de sus lados por una ranura, un hilo metálico buen conductor está enrollado en el diente para formar la bobina.

Cuando la serie o las series de bobinados son alimentadas eléctricamente, el rotor que es solidario al árbol de salida del motor es sometido a un par resultante del campo magnético, el flujo magnético creado es un flujo axial para un accionador eléctrico de flujo axial.

20 La demanda de accionadores o de motores eléctricos que puedan suministrar una potencia elevada mientras mantiene un peso y un espacio necesario reducido es actualmente muy fuerte.

Se conoce que la potencia P suministrada por una accionador eléctrico es igual al par C de la máquina que multiplica la velocidad angular de rotación  $\omega$  de la máquina o sea:

$$P = C \cdot \omega$$

25 Para aumentar la potencia, conviene aumentar el par o la velocidad angular o la velocidad de rotación o los dos a la vez.

30 Se diferencian así unos motores de alto par de los motores de alta velocidad. Los motores de alto par son motores que no giran necesariamente rápido, pero para los cuales el valor del par compensa la debilidad de esta velocidad de rotación. Los motores llamados potentes son aquellos para los cuales el valor del par no es necesariamente muy elevado pero que giran rápido.

Para la obtención de un motor de alto par, conviene tener una superficie de imán situada en el rotor y una serie de bobinados en el estátor suficientemente importantes para crear un alto par. Esto presenta unas desventajas notorias.

La primera desventaja es el peso de dicho motor con unas superficies de imán y de bobinado importantes. Dicho motor es muy pesado y presenta un espacio necesario importante.

35 La segunda desventaja es también su precio, los precios de los imanes son elevados al igual que el precio de los bobinados frecuentemente realizados a base de hilos de cobre.

40 Estas dos desventajas y principalmente la primera frenan la utilización de motores eléctricos para la propulsión de vehículos automóviles, teniendo en cuenta que el espacio necesario y el peso de dicho motor son muy perjudiciales a su instalación en un vehículo automóvil para el cual la disminución del peso y el espacio necesario de los elementos embarcados es crucial.

La tercera desventaja del motor de alto par es su refrigeración teniendo en cuenta que las pérdidas por efecto Joule de dicho motor son importantes.

45 Así, para reducir el espacio necesario de dicho motor confiriéndole una estructura compacta, el riesgo de sobrecalentamiento del rotor se aumenta, tanto como que este rotor incluye una superficie de imanes elevada para obtener un fuerte par. Se crean unas corrientes de Foucault en el motor con un aumento de la temperatura en el motor y eventualmente una perturbación de los flujos magnéticos creados, lo que presenta también el riesgo de disminución de rendimiento del motor.

En este caso, conviene proceder a la refrigeración del motor y por tanto dotarlo de un dispositivo de enfriamiento lo que aumenta su peso y su espacio necesario, así como su complejidad.

La principal desventaja de un motor de alta velocidad de rotación reside en la probabilidad elevada de separación del imán o de los imanes del rotor, así como de rotura al menos parcial del rotor. El rotor de dicho motor debe por tanto ser apto para soportar unas velocidades de rotación elevadas.

5 En las aplicaciones embarcadas e industriales, además de la reducción de peso y del espacio necesario del motor para un rendimiento óptimo, la reducción del par de detención y de la variación del par total son unos criterios muy importantes para la precisión y el confort del funcionamiento del accionado o del motor.

10 En efecto, unos motores o accionadores de imanes permanentes presentan la desventaja de poseer sin tensión un par residual llamado par de detención. Este par de detención, llamado también cogging torque en inglés, es debido a la interacción magnética entre los imanes permanentes del elemento de imanes permanentes, por ejemplo, el rotor, y el hierro presente en el elemento de bobinado, por ejemplo, el estátor, el hierro es frecuentemente utilizado en la realización de dientes y/o de paredes de ranuras del medio de soporte del bobinado. Este par es indeseable para el buen funcionamiento de dicho motor.

15 El documento CN-A-103 904 852 representa el estado de la técnica más próximo y describe un rotor destinado a un motor electromagnético de flujo axial que incluye unos imanes que forman una corona, con dos caras de imanes destinadas a estar respectivamente enfrentadas y a delimitar un entrehierro con un circuito magnético de un estátor. El rotor según este documento está destinado a ser intercalado entre dos estátors. Sin embargo, necesita dos filas de imanes onduladas, lo que hace costosa su fabricación.

20 El documento JP-A-S55 53164 describe un rotor de motor de flujo axial con simple entrehierro. No hay por tanto ninguna necesidad de que las caras opuestas de un imán monobloque presente cada una una sinusoide. El rotor de imanes permanentes descrito en este documento está realizado colocando un tipo de bloque de imanes en mismo número que el número de polos del motor en la dirección circunferencial y alternativamente heteropolar sobre la superficie de un rotor. Este documento únicamente describe un rotor que tiene unos imanes ondulados alojado entre dos estátors. Como los imanes son unos imanes individuales, las desventajas mencionadas contra el rotor del documento CN-A-103 904 852 son también aplicables para el rotor de este documento.

25 Para un accionador con dos estátors, las ondulaciones deben por tanto estar presentes para cada cara del rotor formando un entrehierro, lo que no es el caso en este último documento citado. No dotar más que a una sola cara del imán de las ondulaciones puede provocar unos desequilibrios en el funcionamiento del rotor o en el mejor de los casos únicamente constituir una solución parcial al problema de la creación de un par de detención.

30 Para los dos documentos dotar a un rotor de imanes individuales incrementa el precio de su fabricación y lo hace frágil sobre todo a gran velocidad para la cual los imanes pueden desprenderse.

El problema de la presente invención es remediar los inconvenientes anteriormente citados, con principalmente una reducción del par de detención y la variación del par total y un rotor resistente a grandes velocidades en riesgo de pérdida de imanes.

35 A este efecto, se prevé según la invención un rotor destinado a un motor electromagnético de flujo axial que incluye al menos un imán que forma una corona, con dos caras de al menos dicho imán destinadas a estar respectivamente enfrentadas y a delimitar un entrehierro con un circuito magnético de un estátor, caracterizado por que al menos dicho imán es monobloque con dos caras opuestas destinadas a estar enfrentadas respecto de un circuito magnético respectivo, las dos caras tienen una forma no plana presentando unas ondulaciones.

40 Según la presente invención, hay por tanto un único imán que realiza los entrehierros con cada uno de los dos estátors. El conjunto es más compacto y hay menos material en el rotor que no sirve para la imantación. El hecho de que el imán monobloque sea ondulado en cada una de sus caras enfrente de un circuito magnético permite conservar una simetría en el accionador eléctrico favorable a la disminución del par de detención.

45 Además, el rotor es más resistente ya que el imán monobloque presenta menor riesgo de desprendimiento parcial que un grupo de imanes que puede perder uno o varios imanes. Su fabricación es más fácil ya que no es necesario alojar los imanes en su alojamiento respectivo, lo que lleva su tiempo. No hay tampoco alojamientos individuales para los imanes sino un alojamiento único para el imán monobloque, lo que facilita su fabricación.

El efecto técnico principal obtenido es el de permitir reducir el par de detención. Como el rotor según la invención está destinado a estar intercalado entre dos estátors, conviene que las dos caras opuestas del rotor tengan una forma no plana presentando unas ondulaciones.

50 El par de detención es una fuente de vibraciones y de ruido en las máquinas de imanes permanentes. Su reducción es esencial para determinadas aplicaciones tales como las aplicaciones embarcadas y para ello es necesario reducir la tasa de armónicos y tener una fuerza electromotriz de forma sinusoidal. En efecto la fuerza electromotriz tiene que tener la misma forma que las corrientes de alimentación que son preferentemente sinusoidales. Las ondulaciones de las dos caras opuestas del rotor concurren con la creación de una fuerza electromotriz sinusoidal.

Ventajosamente, las ondulaciones forman en cada cara una sucesión de aristas superiores e inferiores, las aristas se extienden sensiblemente en la dirección del centro de la corona formada por el imán monobloque.

5 Ventajosamente, cada arista superior está intercalada entre dos aristas inferiores haciendo variar un espesor del imán monobloque con la forma de una senoide cuando está desplegada. La senoide tiene la forma de ondulaciones preferida frente a lo que anteriormente ha sido mencionado en el efecto técnico.

Ventajosamente, la senoide es de periodo constante.

10 Ventajosamente, cada cara del imán monobloque está constituida sucesivamente por varios polos magnéticos, cada polo está inclinado un ángulo de inclinación de las extremidades de un polo magnético respecto de su posición inicial pasando por el medio de una ranura, el ángulo de inclinación induce un ángulo de desplazamiento del rotor alrededor de su eje de rotación.

Esta característica preferencial presenta numerosas ventajas. La inclinación de los polos magnéticos del imán monobloque conlleva una disminución del par de detención, así como unas variaciones del par total.

15 Se combina así el aspecto sinusoidal de las dos caras con una inclinación del imán monobloque constituida por varios polos norte y sur. Los imanes sinusoidales y la inclinación de estos imanes son complementarias y permiten por una parte la reducción de la tasa de armónicos y de las pérdidas por corrientes de Foucault en el accionador electromagnético y también tener un pequeño par de detención y una pequeña variación de par, por ejemplo, pero no limitativamente con el fin de responder a las exigencias de la aplicación automóvil para una dirección asistida.

20 Ventajosamente, el imán monobloque incluye unas tejas poligonales onduladas unidas entre ellas directamente o indirectamente por unos medios de solidarización, los medios de solidarización son laterales respecto del imán monobloque y/o dispuestos debajo del imán monobloque.

Ventajosamente, los medios de solidarización permiten mantener las tejas poligonales onduladas contra un cuerpo que forma parte del rotor.

Ventajosamente, el imán monobloque presenta un hueco central.

25 Ventajosamente, el rotor incluye un árbol de salida que presenta un saliente que se extiende perpendicularmente al árbol en una porción mediana del árbol, saliente que está alojado en un hueco central del imán monobloque.

Ventajosamente, el imán monobloque es elegido de entre los imanes de ferrita, los imanes a base de tierras raras como los imanes de neodimio-hierro-boro o los imanes de samario cobalto, los imanes a base de aluminio, de níquel y de cobalto, con o sin aglutinante termoplástico.

30 La invención se refiere a un motor electromagnético de flujo axial que presenta al menos dos estatores que tienen una serie de elementos de bobinado que forman parte de un circuito magnético y al menos un rotor que tiene el imán monobloque con formación de un entrehierro entre el imán monobloque y cada serie de elementos de bobinado, caracterizado por que al menos dicho rotor es un rotor tal y como se ha descrito anteriormente, presentando el motor al menos dos entrehierros, el cuerpo del motor que lleva el imán monobloque presenta unas ondulaciones en las caras enfrentadas de cada serie de elementos de bobinado.

35 La invención se refiere también a un motor y/o una generatriz electromagnética, caracterizada por que incluye dicho rotor, el motor o la generatriz tiene un funcionamiento reversible.

40 Ventajosamente, cuando el imán monobloque está constituido sucesivamente por varios polos magnéticos, cada polo está inclinado en un ángulo respecto a un paso de una muesca correspondiente a un ángulo de apertura formado por una apertura angular de un diente del estátor que tiene un elemento de bobinado y de una apertura angular de una muesca, las muescas alojan los elementos de bobinado que forman parte del circuito magnético del estátor.

La inclinación de los imanes conlleva una disminución del par de detención, así como unas variaciones del par total. La inclinación de las muescas del estátor conlleva el mismo efecto. Por ello, la combinación de las dos inclinaciones amplifica la disminución del par de detención y las variaciones del par total teniendo un efecto de sinergia.

45 Otras características, objetivos y ventajas de la presente invención aparecerán con la lectura de la siguiente descripción detallada y haciendo referencia a los dibujos adjuntos dados a título de ejemplos no limitativos y en los cuales:

50 - las figuras 1 y 1b son unas representaciones esquemáticas de una vista en corte axial de dos modos de realización respectivos de un motor electromagnético de múltiples entrehierros de flujo axial integrado, el rotor según la presente invención de este motor tiene hacia cada estátor una cara externa ondulada de al menos un imán, el motor electromagnético según este modo de realización incluye dos estatores y un rotor, la figura 1 muestra un imán sin cuerpo y la figura 1b un imán con un cuerpo intercalado,

5 - las figuras 1a y 1c son unas representaciones esquemáticas de una vista en perspectiva de dos modos de realización respectivos de un motor electromagnético de múltiples entrehierros de flujo axial integrado, el rotor según la presente invención de este motor tiene hacia cada estátor una cara externa ondulada de al menos un imán, el motor electromagnético según este modo de realización incluye dos estatores y un rotor, la figura 1a muestra un imán sin cuerpo y la figura 1c un imán con un cuerpo intercalado,

- la figura 2 es una representación en perspectiva de un imán monopieza o monobloque que forma la cara ondulada de un cuerpo de rotor según la presente invención,

10 - la figura 3 es una representación esquemática de una vista frontal de una pluralidad de imanes ondulados que forman una corona, esta pluralidad de imanes ondulados puede estar situada en un rotor no conforme a la presente invención mientras que las figuras 3a y 3b muestran unos cortes transversales de la corona respectivamente según A-A y B-B cómo indicado en la figura 3.

15 Las figuras son dadas a título de ejemplos y no son limitativas de la invención. Constituyen unas representaciones esquemáticas del principio destinadas a facilitar la comprensión de la invención y no están necesariamente a la escala de las aplicaciones prácticas. En particular las dimensiones de las diferentes piezas no son representativas de la realidad. En particular los rotores formados por varios imanes no forman parte de la presente invención, pero son dados a título ilustrativo.

Refiriéndose a todas las figuras, principalmente a la figura 1, se muestra una vista longitudinal del motor M electromagnético que presenta un doble entrehierro que tiene un rotor R con o sin hierro que tiene enfrentado a cada entrehierro un único imán monobloque.

20 El imán monobloque 3 puede ser de una pieza o formado por varias partes, pero en ningún caso estas partes son móviles o separadas del imán monobloque que forma un todo.

25 Tal y como es visible principalmente en las figuras 1b y 1c, el rotor R puede incluir un cuerpo 13a que soporta el único imán monobloque en cada una de sus caras, con una ranura practicada en el único imán para la recepción del cuerpo 13a. El cuerpo 13a y el imán monobloque 3 en cada una de sus caras del cuerpo 13a están situados entre dos estatores 1, 1a teniendo un circuito magnético 4, 4a e incluyendo una serie de elementos de bobinado 2, 2a, alojado en unas ranuras 2b que forman parte de un circuito magnético del estátor que lo contiene.

En las figuras 1 y 1a, un cuerpo diferente del imán monobloque 3 no está presente teniendo en cuenta que el imán monobloque 3 ocupa toda la sección.

30 Sin embargo, como se ha mostrado en las figuras 1b y 1c, en otros modos de realización, el imán monobloque 3 que forma una corona puede estar situado en un cuerpo que forma núcleo o soporte para el imán monobloque 3. En el caso de un doble entrehierro, dicho cuerpo 13a contiene el imán monobloque 3 que forma corona enfrente de cada entrehierro.

35 El conjunto formado por el rotor R y los estatores 1, 1a está dispuesto alrededor de un árbol de salida 9 del motor M solidario al rotor R. Unos rodamientos 10 permiten un movimiento de rotación del rotor R y del árbol de salida 9 alrededor de un eje longitudinal del motor M a lo largo del cual se extiende el árbol 9.

Una carcasa 11 permite mantener, proteger y ensamblar las piezas del motor M. El árbol de salida 9 del rotor R presenta un saliente 13 que se extiende perpendicularmente al árbol 9 en una porción mediana del árbol 9. Este saliente 13 está situado en un hueco central 12 practicado en el imán monobloque 3.

40 Cuando estos son soportados por un cuerpo 13a, el cuerpo 13a puede estar en la prolongación del saliente 13, ser solidario directamente con el saliente 13.

Según la invención, el rotor R que está destinado a un motor M electromagnético de flujo axial incluye un imán monobloque 3, es decir un único imán.

45 El imán monobloque 3 presenta dos caras opuestas, cada una de las caras opuestas está destinada a estar enfrentada a un circuito magnético respectivo. Las dos caras tienen forma no plana y presentan unas ondulaciones, las ondulaciones están enfrente del respectivo circuito magnético.

Tomando el modo de realización mostrado en las figuras 1 y 1a, el imán monobloque 3 es único y de una sola pieza con unas ondulaciones formadas en sus dos caras.

50 Tomando el modo de realización mostrado en las figuras 1, 1a a 1c, el imán es único y de una sola pieza con unas ondulaciones formadas en sus dos caras. En este caso, este imán único incluye una ranura para la recepción de un cuerpo 13a.

Ventajosamente, para un motor electromagnético M de dos entrehierros, como se muestra en las figuras 1, 1a, 1b y 1c son las dos caras opuestas de la corona, destinadas a delimitar un entrehierro respectivo del imán 3 o del imán monobloque 3, las que están onduladas.

La cara más interna al cuerpo del imán monobloque 3 opuesta y por tanto la más alejada del entrehierro y del estátor 1, 1a respectivo es ventajosamente plana para estar aplicada o no contra el cuerpo 13a, las ondulaciones únicamente están presentes en las caras externas del imán monobloque 3 que delimita un entrehierro.

5 Es posible, sin embargo, que el imán monobloque 3 presente unas ondulaciones en sus dos caras. Esto es por ejemplo muy ventajoso teniendo en cuenta que únicamente hay un único imán para dos entrehierros. Esto puede ser visto en la figura 1a. La figura 1c muestra un imán monobloque 3 a cada lado de un cuerpo 13a que sirve de núcleo.

10 Tal y como se puede ver en la figura 2, las ondulaciones en un imán monobloque 3 pueden formar una sucesión de aristas superiores 15 e inferiores 14. Únicamente se referencia una sola arista por tipo de aristas superior o inferior en la figura. Las aristas inferiores y superiores 14, 15 se extienden sensiblemente en dirección radial de la corona formada por el imán monobloque 3.

A lo largo de una misma arista superior 15 o inferior 14, el imán o el grupo puede conservar el mismo espesor e o bien el espesor a lo largo de una misma arista superior 15 o inferior 14 puede disminuir según se aproxima de la porción central de la corona formada por el imán monobloque 3, esta porción central es ventajosamente hueca formando un hueco 12.

15 Cada arista superior 15 puede estar intercalada entre dos aristas inferiores 14 haciendo variar el espesor e del imán monobloque 3 con la forma de una senoide cuando está desplegada. El espesor e de la corona formada por el imán monobloque 3 tomada en respectivamente uno de los círculos concéntricos centrados en la corona puede presentar una forma de senoide. Esta senoide es ventajosamente de período constante.

20 La figura 3 muestra una vista frontal de un grupo de polos de imanes 3 que no forma parte de la presente invención, pero la forma e inclinación de los imanes puede ser extrapolable a un imán monobloque 3. El grupo de polos de imanes 3 presenta sensiblemente una forma de corona que incluye un hueco central 12. Este será también el caso para un imán unitario que forma una corona.

25 La figura 3a muestra un corte según A-A y la figura 3b según un corte B-B del grupo de polos de imanes 3 de forma poligonal ondulada que permiten referenciar la evolución en el espesor e de la corona formada por el imán y el grupo de polos de imanes 3 de la ondulación entre un valor mínimo 14a y un valor máximo 15a correspondiente respectivamente a una arista inferior 14 y una arista superior 15.

La variación de estos dos valores durante la rotación del rotor R permite reducir el par de detención. Para el grupo de polos de imanes 3 que forman la corona, el sentido de la imantación Aim es paralelo al eje de rotación del árbol de salida 9 mostrado en las figuras 1 y 1b.

30 En las figuras 2 y 3, se ha representado respectivamente un imán monobloque 3 unitario. En la figura 3, el grupo de polos de imanes 3 está formado por una pluralidad de polos de imanes en el que uno solo está referenciado como 3a en esta figura.

35 En la figura 2, cada cara del imán monobloque está constituida sucesivamente por varios polos magnéticos 3a. Cada polo 3a está inclinado un ángulo de inclinación  $\beta$  de las extremidades de un polo magnético 3a respecto de su posición inicial pasando por el medio de una ranura 2b, el ángulo de inclinación  $\beta$  induce un ángulo de desfase  $\alpha$  del rotor R alrededor de su eje de rotación. En la figura 3, están mostrados en línea discontinua unos polos 3a, su posición inicial está formada por el ángulo  $\theta_1$ , el ángulo  $\alpha$  representando el desfase del ángulo  $\theta_1$  cuando las extremidades inferiores o exteriores de los polos están inclinadas.

40 El imán monobloque 3 puede incluir unas tejas poligonales onduladas unidas entre ellas directamente o indirectamente por unos medios de solidarización 16, los medios de solidarización 16 son laterales respecto del imán monobloque y/o están dispuestos debajo del imán monobloque 3. Las tejas poligonales pueden tomar diversas formas, por ejemplo, unas tejas triangulares o con forma de cuadriláteros.

Los medios de solidarización 16 pueden también estar presentes bajo el imán 3 permitiendo la sujeción del imán monobloque 3 contra una cara asociada al cuerpo 13a del rotor R, cuando un cuerpo está presente.

45 El imán monobloque 3 puede tener un casquillo que forma una corona de material composite, el casquillo está previsto en la periferia del imán 3 para su enmarcado. Este casquillo puede servir esencialmente a absorber las fuerzas centrífugas.

Cuando un cuerpo de soporte del imán monobloque 3 está presente, el imán monobloque 3 puede extenderse hasta la periferia de la cara del imán monobloque 3 que lo lleva o sobresalir radialmente de la periferia de dicha cara.

50 El casquillo puede rodear directamente el borde del imán monobloque 3 exterior al rotor R y está por tanto en contacto directo con el borde más externo del imán monobloque 3.

Para una teja triangular, una cima del triángulo puede apuntar ventajosamente hacia el centro del rotor R. Como alternativa, como se puede ver en la figura 3, una arista inferior 14 puede formar un ángulo  $\beta$  con un borde de una teja.

- 5 Una arista superior 15 puede formar un ángulo  $\theta/2$  con el mismo borde de una teja que forma polo magnético 3a del imán monobloque 3, aunque los bordes de las tejas del imán monobloque 3 se encuentran en un plano radial de la corona y que las aristas inferiores 14 y 15 no están en este plano radial, estando por ejemplo inclinada respecto de este plano radial o encontrándose en un plano paralelo respectivo a este plano radial.

En otra forma de realización, los bordes y los medios de solidarización de las tejas del imán monobloque 3 pueden corresponder respectivamente a una arista superior 15 o a una arista inferior 14.

- 10 Los medios de solidarización 16 mantienen las tejas del imán monobloque 3 en la dirección axial del rotor R mientras que les dejan un juego limitado en dirección radial que le permite efectuar un trabajo en compresión contra el casquillo.

Esto permite hacer trabajar el imán monobloque 3 en compresión más que en estiramiento lo que es más favorable para su resistencia mecánica en compresión que puede ser 10 veces superior en compresión que en tracción.

Los polos de los imanes 3a de un imán monobloque 3 pueden ser en un número de ocho lo que no es limitativo.

- 15 Es posible conservar una separación entre los polos 3a del imán monobloque 3 o utilizar una brida intercalada entre dos polos del imán monobloque. En el caso de una rama de separación o brida, la rama o brida es ventajosamente de un espesor menor que el imán monobloque 3 con el fin de que esté más alejada del estátor 1, 1a que el imán monobloque 3 con el fin de que haya menos pérdidas magnéticas debidas a la circulación de corrientes en el seno de estas ramas.

- 20 Cada polo magnético 3a del imán monobloque 3 puede presentar un pequeño lado circular que delimita conjuntamente el hueco central 12. Cuando el imán monobloque 3 incluye al menos una teja, esta teja puede presentar un mayor lado circular que forma el borde más externo del grupo de polos 3a del rotor R. Los mayores lados circulares de los polos 3a forman el borde externo del imán monobloque 3 que puede estar ventajosamente en contacto directo con el casquillo.

- 25 En una forma de realización de la presente invención, los medios de solidarización 16 pueden estar formados por un pegamento aplicado entre los polos 3a del imán monobloque 3 y la cara asociada del cuerpo del rotor R.

El pegamento puede ser resistente a un desprendimiento del imán monobloque 3 en dirección axial mientras que presenta una elasticidad en dirección radial, con el fin de permitir a cada polo o imán un juego limitado en la dirección radial que le permite efectuar un trabajo en compresión contra el casquillo.

- 30 El cuerpo 13a, si está presente, el saliente 13 y el árbol 9 del rotor R puede ser a base de hierro, una aleación de hierro, de titanio, de óxido de titanio o de una aleación que contenga titanio. La parte de titanio no puede ser la parte preponderante en la aleación.

El casquillo puede ser metálico o de un material composite estando formado de fibras o de cintas elegidas de entre las fibras de vidrio, de carbono, de fibras polímero o minerales.

- 35 Las fibras o cintas consecutivas pueden ser de naturaleza o de dimensiones diferentes. Puede, por ejemplo, estar mezclado con unas fibras de vidrio de composición diferente, unas fibras de plástico, por ejemplo, de PEEK, de poliamida o unas fibras de composite.

El imán monobloque 3 puede ser elegido de entre los imanes de ferrita, los imanes a base de tierras raras como los imanes de neodimio-hierro-boro o los imanes de samario cobalto, los imanes a base de aluminio, de níquel y de cobalto, con o sin aglutinante termoplástico.

- 40 Dicho rotor R puede formar parte del motor electromagnético M que presenta al menos un estátor 1, 1a que tiene una serie de elementos de bobinado y al menos un rotor R que tiene al menos un imán 3.

Al menos dicho rotor R presenta sus dos caras circulares que tienen el imán monobloque 3 repartido circularmente en su cara asociada, al menos dicho rotor R está encuadrado por cada lado por un estátor 1, 1a. El motor M electromagnético presenta dos entrehierros, el cuerpo del rotor R tiene en cada uno de sus lados una cara del imán monobloque 3, cada cara presenta unas ondulaciones. Esto es visible en las figuras 1, 1a, 1b y 1c.

- 45

Cuando el imán 3 monobloque está constituido sucesivamente por varios polos magnéticos 3a, cada polo 3a está inclinado un ángulo  $\beta$  respecto a un paso de ranura correspondiente a un ángulo de apertura formado por una apertura angular de un diente del estátor 1, 1a que tiene un elemento de bobinado y por una apertura angular de una ranura 2b 2b, las ranuras 2b bordean los elementos de bobinado 2, 2a formando parte del circuito magnético del estátor 1, 1a.

- 50

La invención no se limita a los modos de realización descritos e ilustrados que únicamente han sido dados a modo de ejemplo.



## REIVINDICACIONES

1. Rotor (R) destinado a un motor (M) electromagnético de flujo axial que incluye al menos un imán (3) que forma una corona, con dos caras de al menos dicho imán (3) destinadas a estar respectivamente enfrentadas y a delimitar un entrehierro con un circuito magnético de un estátor (1, 1a), caracterizado por que al menos dicho imán (3) es monobloque con dos caras opuestas destinadas a estar enfrentadas a un circuito magnético respectivo, teniendo las dos caras una forma no plana presentando unas ondulaciones.
2. Rotor (R) según la reivindicación 1, en el que las ondulaciones forman en cada cara una sucesión de aristas superiores (15) e inferiores (14), las aristas (14, 15) se extienden sensiblemente en la dirección del centro de la corona formada por el imán (3) monobloque.
3. Rotor (R) según la reivindicación anterior, en el que, en cada cara, cada arista superior (15) está intercalada entre dos aristas inferiores (14) haciendo variar un espesor (e) del imán (3) monobloque con la forma de una senoide cuando está desplegada.
4. Rotor (R) según la reivindicación anterior, en el que la senoide es de periodo constante.
5. Rotor (R) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que cada cara del imán monobloque está constituida sucesivamente por varios polos magnéticos (3a), cada polo (3a) está inclinado un ángulo de inclinación ( $\beta$ ) de las extremidades de un polo magnético (3a) respecto de su posición inicial pasando por el medio de una ranura (2a), el ángulo de inclinación ( $\beta$ ) induce un ángulo de desfase ( $\alpha$ ) del rotor (R) alrededor de su eje de rotación.
6. Rotor (R) según la reivindicación anterior, en el que el imán monobloque (3) incluye unas tejas poligonales onduladas unidas entre sí directamente o indirectamente por unos medios de solidarización (16), los medios de solidarización (16) son laterales al imán monobloque (3) y/o están dispuestos debajo del imán monobloque (3).
7. Rotor (R) según la reivindicación anterior, en el que los medios de solidarización (16) permiten mantener las tejas poligonales onduladas contra un cuerpo (13) que forma parte del rotor (R).
8. Rotor (R) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el imán (3) monobloque presenta un hueco central (12).
9. Rotor (R) según la reivindicación anterior, en el que el rotor (R) incluye un árbol de salida (9) que presenta un saliente (13) que se extiende perpendicularmente al árbol (9) en una porción mediana del árbol (9), el saliente (13) está alojado en el hueco central (12) del imán (3) monobloque.
10. Rotor (R) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el imán (3) monobloque es elegido de entre los imanes de ferrita, los imanes a base de tierras raras como los imanes de neodimio-hierro-boro o los imanes de samario cobalto, los imanes a base de aluminio, de níquel y de cobalto, con o sin aglutinante termoplástico.
11. Motor y/o generatriz electromagnética caracterizado por que incluye al menos un rotor (R) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, el motor o la generatriz tiene un funcionamiento reversible, al menos dicho rotor (R) esta intercalado entre dos estátors (1, 1a).
12. Motor y/o generatriz electromagnética según la reivindicación anterior, en el que, cuando el imán (3) monobloque está constituido sucesivamente por varios polos magnéticos (3a), cada polo (3a) está inclinado un ángulo ( $\beta$ ) respecto a un paso de muesca correspondiente a un ángulo de abertura formado por una abertura angular de un diente de estátor (1, 1a) que tiene un elemento de bobinado y de una abertura angular de una ranura (2b), las ranuras (2b) alojan los elementos de bobinado (2, 2a) formando parte del circuito magnético del estátor (1, 1a).

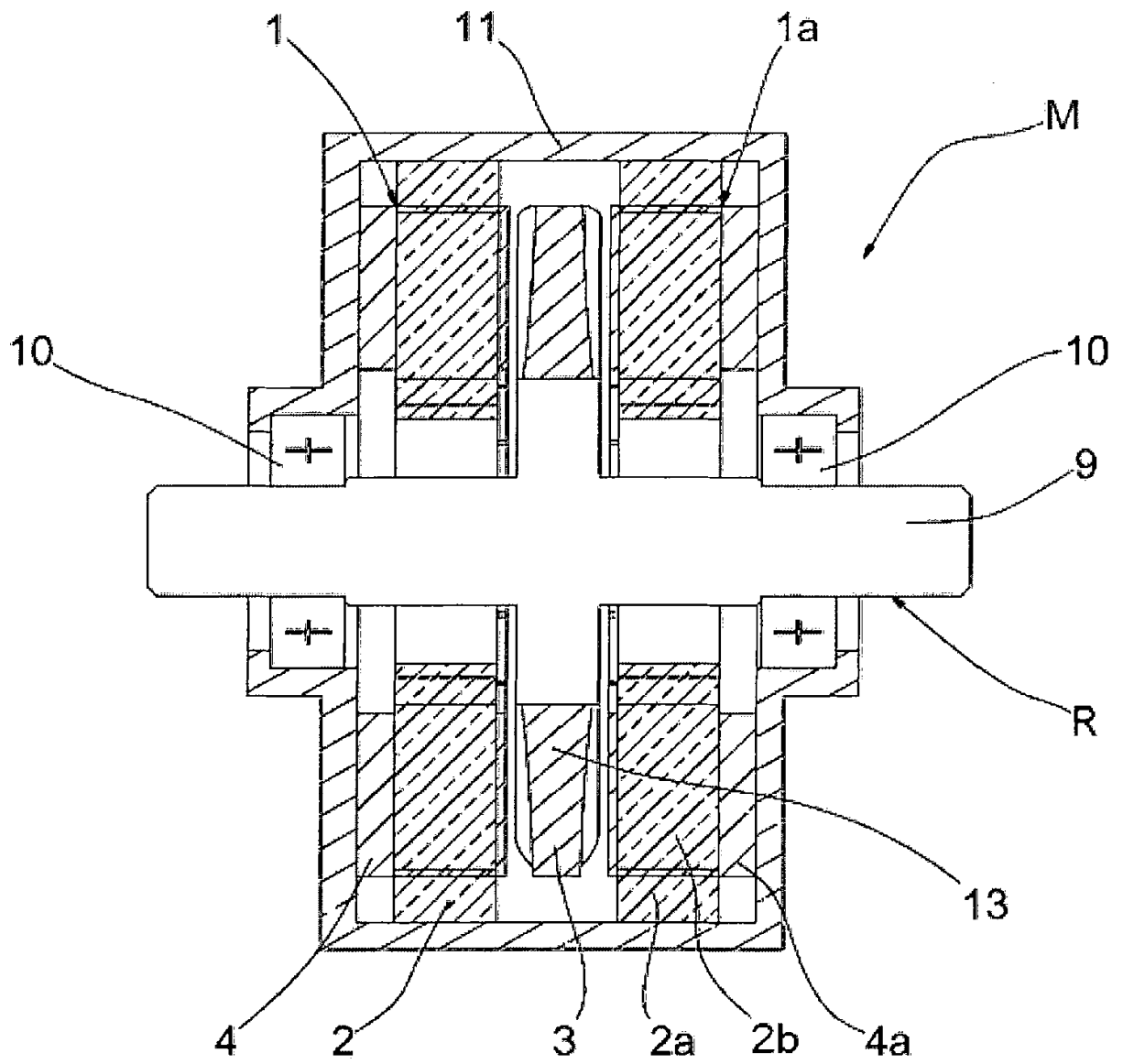


FIG. 1

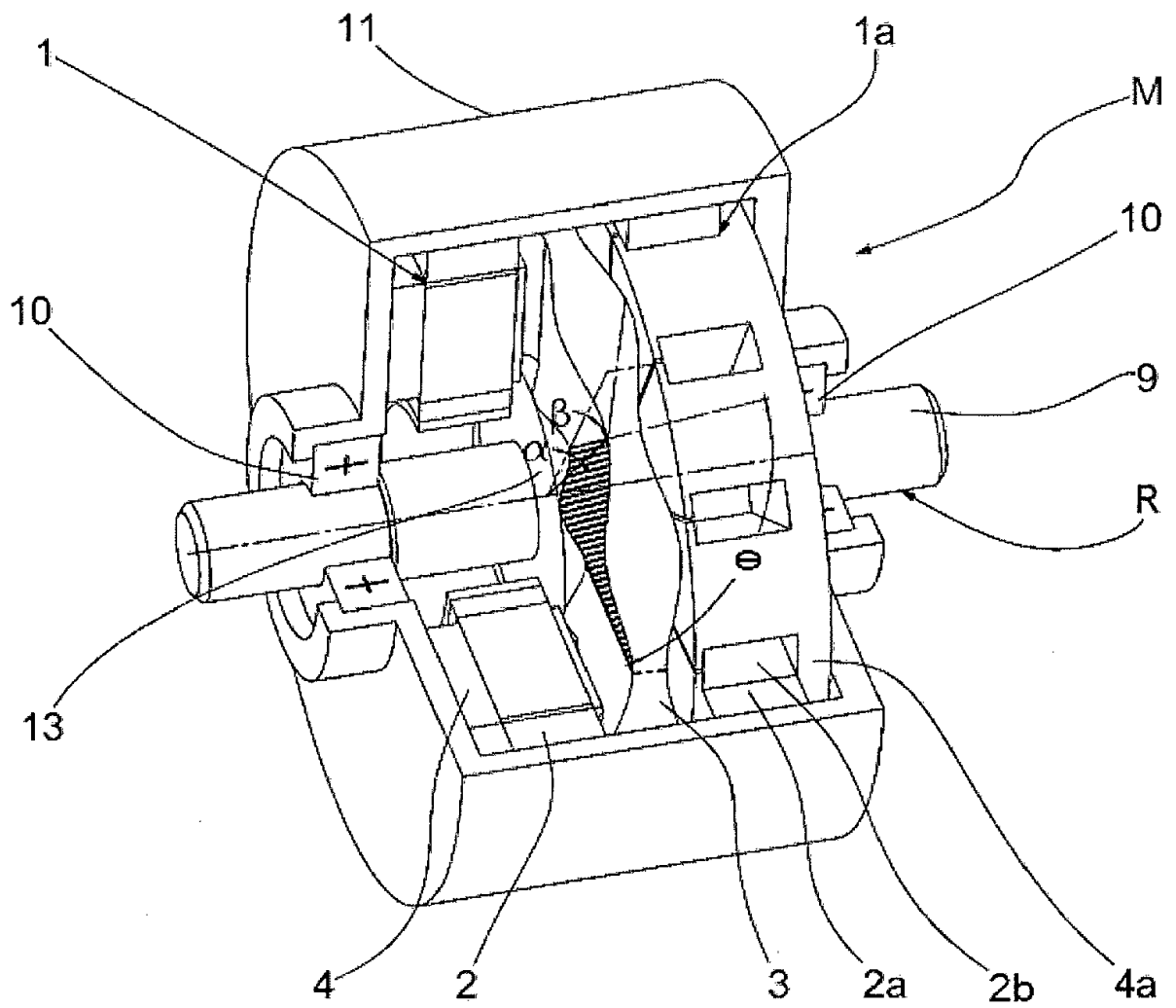


FIG. 1a

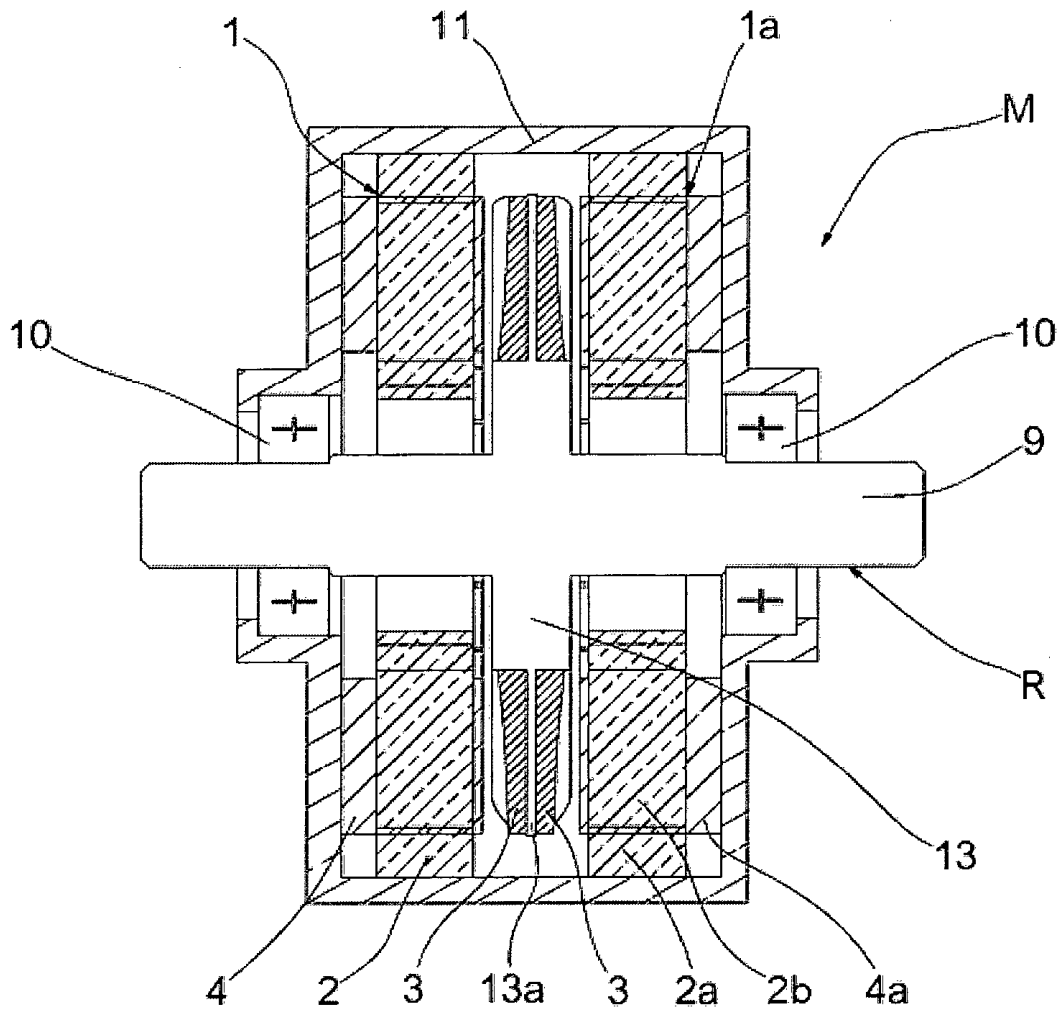


FIG. 1b

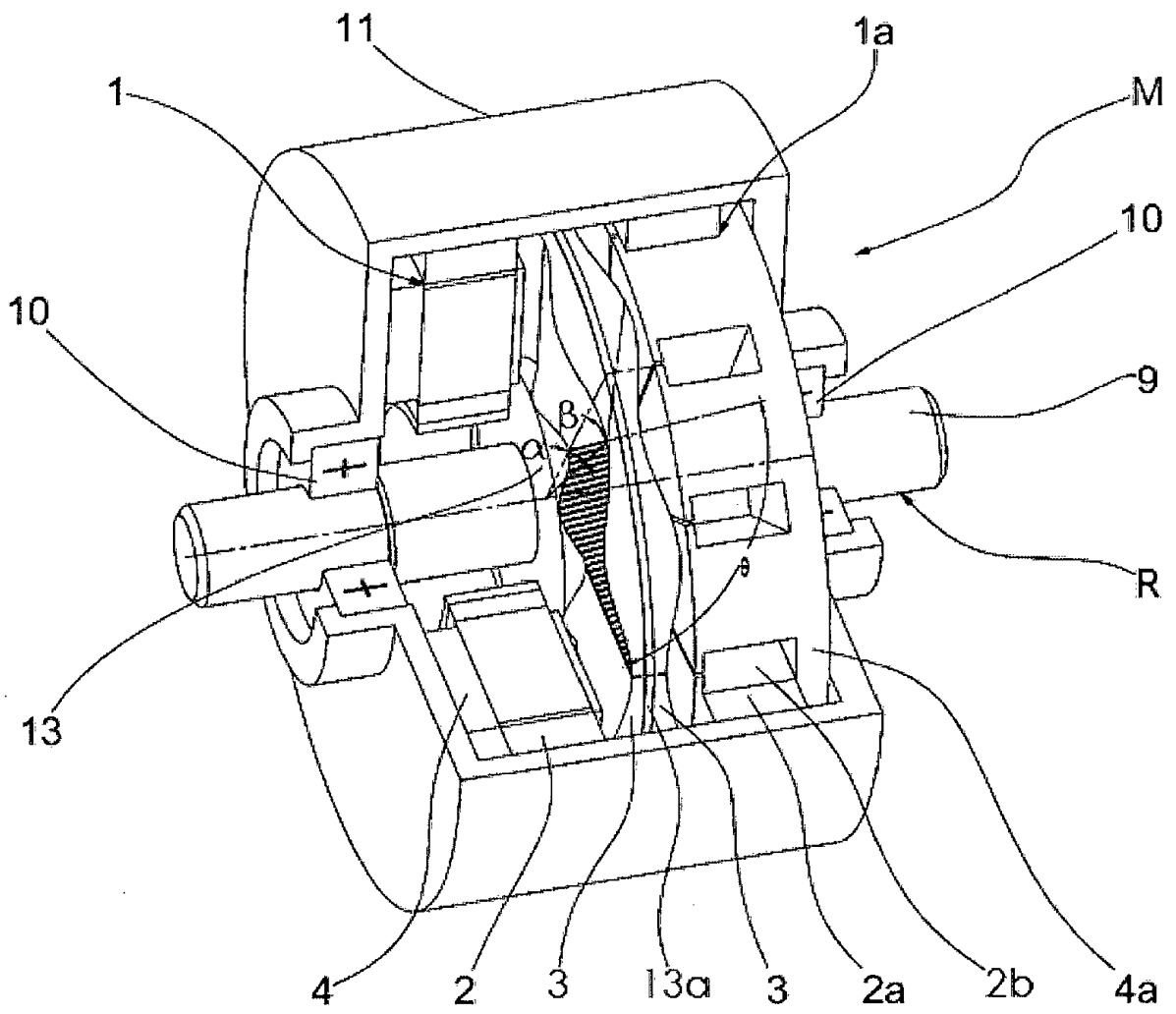
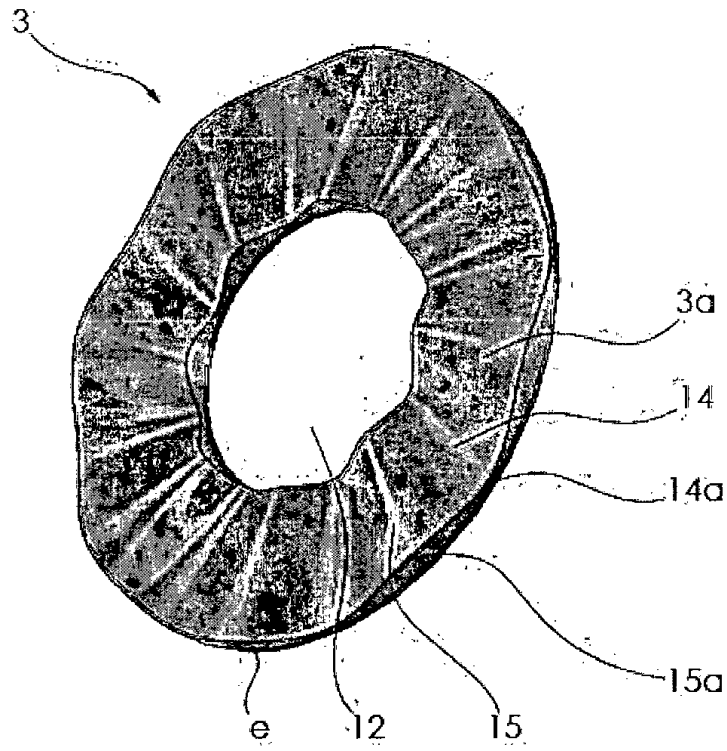


FIG. 1c



**FIG. 2**

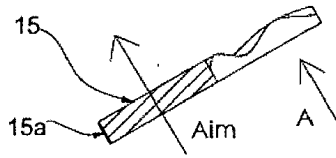


Fig. 3a

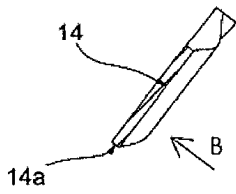


Fig. 3b

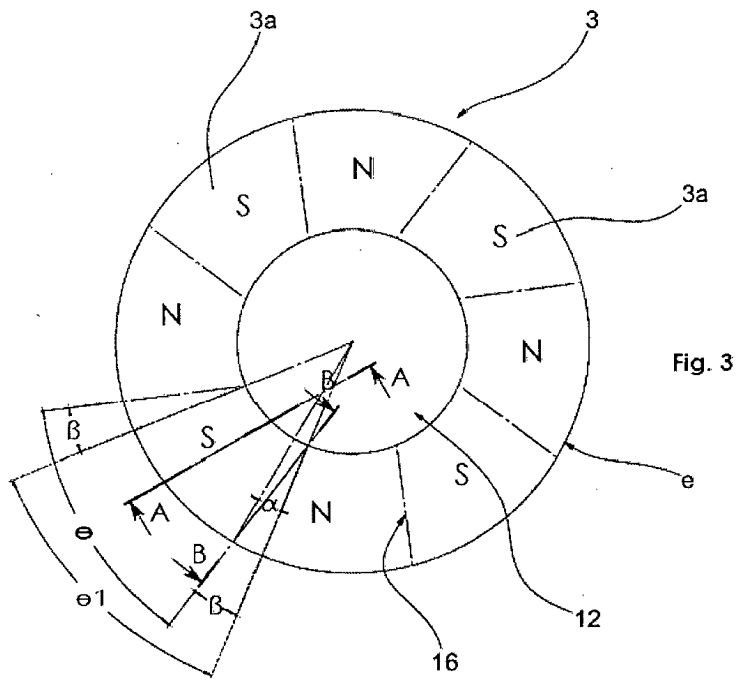


Fig. 3

FIG. 3