



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 102**

51 Int. Cl.:
H02K 31/02 (2006.01)
F04B 17/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07822518 .2**
96 Fecha de presentación : **13.11.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2104976**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.09.2009**

54 Título: **Máquina eléctrica.**

30 Prioridad: **19.12.2006 DE 10 2006 059 933**
20.06.2007 DE 10 2007 028 347

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.07.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.07.2011

73 Titular/es: **ROBERT BOSCH GmbH**
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart, DE

72 Inventor/es: **Wilde, Alexandra;**
Kelleter, Arndt y
Reutlinger, Kurt

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 363 102 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

Máquina eléctrica

Estado de la técnica

5 La presente invención se refiere a una máquina eléctrica conforme al preámbulo de la reivindicación 1 y a una bomba según la reivindicación 15.

10 Una máquina eléctrica de este tipo, que también es conocida como máquina sincrónica homopolar o de la misma polaridad y se hace patente por ejemplo en el documento EP 1 655 820 A2, comprende un rotor, un estator, una instalación generadora de campo giratorio y una instalación generadora de campo polarizado, en donde el rotor puede girar alrededor de un eje de giro que atraviesa dos segmentos opuestos del rotor, y en donde la instalación generadora de campo giratorio está diseñada para generar un campo magnético fundamentalmente radial, que gira alrededor del eje de giro del rotor, y en donde la instalación generadora de campo polarizado está diseñada para generar un campo magnético, que polariza el rotor en contraposición sobre los segmentos opuestos. La instalación generadora de campo polarizado está configurada con ello como una bobina, que está integrada en el estator.

15 Las máquinas eléctricas de este tipo pueden girar más rápidamente que las máquinas que presentan un conmutador, y de este modo pueden utilizarse conforme al documento US 2006/0057004 A1 por ejemplo para accionar una bomba, que por cada ciclo de bombeo bombea un menor volumen que otra bomba y por ello puede configurarse también más pequeña que la otra bomba, pero que tiene la misma potencia de bombeo, ya que puede hacerse funcionar con una mayor frecuencia.

20 Las máquinas eléctricas de este tipo se citan por ello también como accionamiento de compresión de celdas de combustible, para ahorrar espacio constructivo y peso. Un inconveniente estriba en que la máquina eléctrica, aunque hace posible la configuración de una bomba con ahorro de espacio, exige sin embargo por sí misma mucho espacio.

Manifiesto de la invención

25 La presente invención se ha impuesto la tarea de reducir una máquina eléctrica y una bomba, para la que se utiliza la máquina, sin recortes de potencia. La tarea en la que se basa la invención es resuelta mediante una máquina eléctrica con las particularidades de la parte característica de la reivindicación 1 y una bomba para una máquina eléctrica con las particularidades de la reivindicación 15.

30 La invención se refiere a una máquina eléctrica con un rotor, un estator, una instalación generadora de campo giratorio y una instalación generadora de campo polarizado, en donde el rotor puede girar alrededor de un eje de giro que atraviesa dos segmentos opuestos del rotor. La instalación generadora de campo giratorio está diseñada para generar un campo magnético fundamentalmente radial, que gira alrededor del eje de giro del rotor. La instalación generadora de campo polarizado comprende al menos un imán y está diseñada para generar un campo magnético, que polariza inversamente el rotor sobre los segmentos opuestos. Conforme a la invención está previsto que las superficies exteriores opuestas del primer segmento estén giradas 90° con relación a las superficies exteriores opuestas del segundo segmento, de tal modo que los polos magnéticos sobre el segundo segmento estén desplazados 90° con relación a los polos magnéticos sobre el primer segmento, en donde los polos magnéticos (N, S) del primer y del segundo segmento (5, 6) presentan una polaridad inversa. De forma ventajosa se ahorra energía, ya que para generar el campo magnético, que polariza inversamente el rotor sobre los segmentos opuestos, no se requiere ninguna corriente.

40 En una forma de ejecución preferida las superficies exteriores de los dos segmentos opuestos están formadas en cada caso por dos superficies exteriores redondas, opuestas, y en cada caso por dos superficies exteriores paralelas, opuestas y planas. Asimismo está previsto que el estator comprenda dos elementos de estator que estén dispuestos a lo largo del eje de giro. De forma ventajosa puede usarse el espacio, que tiene que estar previsto entre los dos elementos de estator, para albergar los imanes. El calor puede evacuarse fácilmente de los imanes hasta los elementos de estator del estator. Aparte de esto el imán está protegido contra campos inversos mediante los dos elementos de estator, de tal modo que puede impedirse una desmagnetización. En un perfeccionamiento de la forma de ejecución preferida está prevista una carcasa que no es magnética. De forma ventajosa puede impedirse un cortocircuito magnético a través de la carcasa.

45 En otra forma de ejecución preferida al menos un imán está configurado como cilindro hueco, el cual circunda uno de los dos elementos de estator, en donde otro imán configurado como cilindro hueco circunda el otro de los dos elementos de estator.

50 De forma ventajosa, el calor puede evacuarse fácilmente de los imanes hasta los elementos de estator. Aparte de esto los imanes están protegidos contra campos inversos mediante los elementos de estator, de tal modo que puede

5 impedirse una desmagnetización. A causa de la gran superficie de contacto entre los elementos de estator y los imanes, unos imanes de ferrita económicos pueden generar un campo magnético suficiente. En un perfeccionamiento de la forma de ejecución preferida está prevista una carcasa, que es magnética. De forma ventajosa puede reducirse la resistencia magnética por medio de que las líneas de campo magnéticas discurren casi por completo a través de un material magnético.

10 En otra forma de ejecución preferida al menos un imán está configurado de forma paralelepípedica y está dispuesto exteriormente sobre uno de los dos elementos de estator. Está previsto otro imán paralelepípedico que está dispuesto exteriormente sobre el otro de los dos elementos de estator. De forma ventajosa el calor puede evacuarse fácilmente de los imanes hasta los elementos de estator. Aparte de esto los imanes están protegidos contra campos inversos mediante los elementos de estator, de tal modo que puede impedirse una desmagnetización. Una forma paralelepípedica puede fabricarse además de forma sencilla y por ello económica. Aparte de esto, las tolerancias entre elementos de estator casi no tienen importancia.

15 En un perfeccionamiento de la forma de ejecución preferida, cada elemento de estator se compone de varias partes anulares. De forma ventajosa pueden reducirse las dimensiones de los elementos de estator, en el caso de una potencia elevada de la máquina, hasta un punto tal que estos puedan producirse con una calidad suficiente mediante el prensado de material magnético blando.

20 En otra forma de ejecución preferida, el estator se compone de un material compuesto magnético blando. De forma ventajosa pueden reducirse pérdidas por corrientes parásitas en el estator. Un estator de este tipo presenta además en todas las direcciones unas características magnéticas prácticamente idénticas. Con relación a estatores laminados, la resistencia magnética en dirección axial transversalmente a las laminillas es claramente menor, lo que conduce a una mejora de la potencia.

De forma ventajosa pueden reducirse las dimensiones de los elementos de estator, en el caso de una potencia elevada de la máquina, hasta un punto tal que estos puedan producirse con una calidad suficiente mediante el prensado de material magnético blando.

25 En otra forma de ejecución preferida la máquina eléctrica comprende otro rotor, otro estator, otra instalación generadora de campo giratorio, y otra instalación generadora de campo polarizado, en donde el otro rotor puede girar alrededor del eje giratorio que atraviesa otros dos segmentos opuestos del otro rotor, en donde la otra instalación generadora de campo polarizado está diseñada para generar otro campo magnético, el cual polariza inversamente el otro rotor sobre los otros segmentos opuestos, y en donde la otra instalación generadora de campo polarizado comprende al menos un imán.

La máquina eléctrica puede utilizarse como motor eléctrico o como generador para la emisión de energía eléctrica.

Descripción breve de los dibujos

A continuación se describe la invención con más detalle haciendo referencia a los dibujos. Aquí muestran:

la figura 1A una vista de una máquina eléctrica con un imán entre dos elementos de estator de un estator;

35 la figura 1B una vista en corte de la máquina eléctrica de la figura 1A a lo largo de su eje de giro;

la figura 1C otra vista de la máquina eléctrica de la figura 1A y del recorrido de líneas de campo de campo magnético generado mediante una instalación generadora de campo polarizado;

la figura 2A una vista de una máquina eléctrica con imanes cilíndricos huecos, que circundan el estator;

la figura 2B una vista en corte de la máquina eléctrica de la figura 2A a lo largo de su eje de giro;

40 la figura 3A una vista de una máquina eléctrica con varios imanes, que circundan el estator;

la figura 3B una vista en corte de la máquina eléctrica de la figura 3A a lo largo de su eje de giro;

la figura 4 una vista en corte de una máquina doble eléctrica a lo largo de su eje de giro; y

la figura 5 una vista en corte de una máquina eléctrica, en donde cada elemento de estator se compone de varias partes.

45 Formas de ejecución de la invención

La figura 1A muestra una vista de una máquina eléctrica con un imán entre dos elementos de estator de un estator 1 con la misma estructura, perpendicularmente al eje de giro de un rotor 4. Los dos elementos de estator están dispuestos uno sobre el otro a lo largo del eje de giro. En esta vista el superior 7 de los dos elementos de estator cubre el inferior de los dos elementos de estator y el imán, que actúa como instalación generadora de campo polarizado. La carcasa no está representada. Los elementos de estator se componen, para ésta y otras formas de ejecución, de un material magnético blando, de forma preferida de un material compuesto magnético blando (soft magnetic composite, SMC) como polvo de hierro oxidado prensado, para suprimir corrientes parásitas. Los elementos de estator pueden pensarse directamente en el molde o moldearse después del prensado mediante electroerosión por chispas. Los elementos de estator tiene una forma cilíndrica hueca, en donde en sus perímetros interiores 12 penetran radialmente hacia dentro unos resaltes 2. Alrededor de en cada caso 3 resaltes 2 dispuestos unos sobre otros de los dos elementos de estator (es decir en total 6 resaltes) está arrollada una bobina 3. En total se han representado 4 bobinas para una mayor sencillez, que sirven para generar un campo magnético el cual gira alrededor del eje de giro del rotor 4. Lo usual son 12 bobinas, que en cada caso están arrolladas alternadas alrededor de uno de los 12 resaltes alrededor de 3 resaltes, de tal modo que cada resalte está circundado por 3 bobinas. El rotor 4 se compone también de un material magnético blando, está montado de forma giratoria en el interior del estator 1 y comprende a lo largo de su eje de giro un segmento superior 5 y un segmento inferior 6. Cada segmento 5, 6 comprende dos superficies exteriores redondas opuestas, que están situadas en cada caso cerca de los resaltes 2 que penetran hacia dentro del elemento de estator superior 7 o del elemento de estator inferior, de tal modo que sólo está configurada una estrecha rendija entre estos resaltes 2 y los segmentos 5, 6 opuestos. Entre las dos superficies exteriores redondas opuestas de cada segmento 5, 6 están configuradas en cada caso dos superficies exteriores paralelas, planas y opuestas. Las superficies exteriores opuestas del segmento 6 están giradas 90° con relación a las superficies exteriores opuestas del segmento 5. En lugar de la máquina cuatripolar aquí descrita puede utilizarse una máquina con un número cualquiera de polos y resaltes, como es conocido del estado de la técnica.

La figura 1B muestra una vista en corte de la máquina eléctrica de la figura 1A a lo largo de su eje de giro. La línea de corte correspondiente está representada en la figura 1 A como línea 1B-1B. Las bobinas 3 no están representadas. Entre los dos elementos de estator 7, 8 cilíndricos del estator 1 está dispuesto un imán anular 9, que genera un campo magnético que polariza inversamente el rotor 4 sobre el segmento superior 4 y el segmento inferior 6. El imán 9 puede estar compuesto por varios imanes parciales, por ejemplo dos coquillas magnéticas semianulares. Sobre el imán 9 pueden estar también configurados resaltes, que están configurados entre los resaltes 2 de los dos elementos de estator. En los extremos opuestos del rotor 4 están configurados un muñón superior 10 y un muñón inferior 11 de forma enteriza con el rotor. Los muñones 10, 11 están montados en unas tapas de carcasa superior e inferior 12, 13, que están fijadas en los extremos opuestos de una carcasa cilíndrica 14. La carcasa 14 no es magnética, para evitar un cortocircuito magnético a través de la carcasa 14. En el centro de las tapas de carcasa superior e inferior 12, 13 se asienta en cada caso una caperuza extrema superior e inferior 15, 16, que cubren un cojinete. Uno o ambos muñones 10, 11 pueden transformarse también en un árbol (no mostrado), que está previsto por fuera de la carcasa 14, para transmitir de forma conocida el par de giro de la máquina a una bomba. La bomba se utiliza por ejemplo en una turbina como accionamiento de compresión para una celda de combustible. El segmento superior 5 está representado a lo largo de su sección transversal grande desde una superficie exterior redondeada a la superficie exterior redondeada opuesta, mientras que el segmento inferior 6 está representado a lo largo de su sección transversal pequeña desde una superficie exterior plana a la superficie exterior opuesta. A lo largo de una línea, que está girada 90° con relación a la línea 1B-1B alrededor del eje de giro, se obtiene para el rotor 4 una sección transversal, para la que el segmento superior 5 está configurado como el segmento inferior 6 en la figura 1B y para la que el segmento inferior 5 está configurado como el segmento superior 6 en la figura 1B.

La figura 1C muestra otra vista de la máquina eléctrica de la figura 1 A y el desarrollo de líneas de campo del campo magnético generado por los imanes 9. El rotor 4 está representado sin embargo, con relación a la posición de la figura 1A, en una posición girada. Sólo se ha representado la componente del campo magnético perpendicular al eje de giro del rotor 4. Las líneas de campo magnético se introducen, a través de los resaltes 2 del estator 1 que penetran en el interior, en el segmento inferior 5 del rotor 4, de tal modo que sobre el segmento inferior 6 del rotor 4 están configuradas dos bobinas magnéticas S opuestas. Las líneas de campo magnético se introducen, a través de dos extremos opuestos del segmento superior 5, de nuevo en los resaltes 2 del estator que penetran en el interior, de tal modo que en el extremo superior del rotor 4 están configurados dos polos magnéticos N opuestos. El flujo magnético discurre casi exclusivamente a través de los resaltes 2, que limitan muy cerca del estator 4. A causa de la estructura del rotor 4 los polos magnéticos S sobre el segmento inferior 6 del rotor 4 están desplazados 90°, con relación a los polos magnéticos N, sobre el segmento superior 5 del rotor 4. Mediante la aplicación de una corriente con dirección adecuada pueden configurarse alternativamente polos magnéticos N y S en los lados de las bobinas 2 dirigidos hacia dentro, que están dispuestos de tal modo que atraen o expulsan los polos magnéticos N, S del rotor en la dirección de las agujas del reloj. Cuando el rotor 4 ha girado en sentido horario hasta que un polo magnético S del rotor 4 está situado justo enfrente de un polo magnético N de una bobina 3 dirigido hacia el interior y un polo magnético N del rotor 4 está situado justo enfrente de un polo magnético S de una bobina 3 dirigido hacia el interior, se modifica la dirección de corriente en las bobinas 3. Por medio de esto se siguen expulsando o atrayendo los polos magnéticos del rotor 4, de tal modo que el rotor 4 sigue girando en sentido horario.

Las siguientes máquinas eléctricas de las figuras 2A, 2B ó de las figuras 3A, 3B se diferencian de la máquina eléctrica de las figuras 1A y 1B en el imán o en los imanes, que generan el campo magnético para polarizar el rotor. A continuación se utilizan para elementos idénticos símbolos de referencia idénticos, y se utilizan para elementos modificados símbolos de referencia idénticos, que están dotados de uno, dos o tres trazos.

5 La figura 2A muestra una vista una máquina eléctrica con imanes 24, 25 cilíndricos huecos (ocultos), que generan el campo magnético para polarizar el rotor 4. Los imanes 24, 25 pueden estar también compuestos por varios imanes parciales, como por ejemplo dos semianillos. La figura 2B muestra una vista en corte de la máquina eléctrica de la figura 2A a lo largo de su eje de giro. La línea de corte correspondiente está representada en la figura 2A como línea 2B-2B. Las bobinas 3 no están representadas. El estator 1' se compone de dos elementos de estator 7', 8' anulares, que en cada caso están circundados por el imán 24 ó 25. Los imanes 24, 25 están polarizados radial e inversamente. Entre los dos elementos de estator 7', 8' anulares está configurado un entrehierro, para evitar un cortocircuito magnético entre los elementos de estator 7', 8'. La carcasa 14' se compone de un material magnético, para reducir la resistencia magnética mediante la formación de un puente magnético a través de la carcasa 14'. Es posible utilizar sólo uno de los imanes 24, 25 y prescindir del otro imán.

15 La figura 3A muestra una vista de una máquina eléctrica con varios imanes 26, 27 (ocultos), que generan el campo magnético para polarizar el rotor 4. Los imanes 26, 27 están configurados paralelepípedicamente. Los puntos de los elementos de estator del estator 1", por lo demás exteriormente redondos, en donde los imanes 26, 27 hacen contacto con los elementos de estator del estator 1", están aplanados para hacer posible un buen contacto entre el estator 1" y los imanes 26, 27. El número de imanes 26, 27 puede ser cualquiera. Sin embargo, los imanes 26, 27 deberían estar dispuestos simétricamente para generar un campo magnético simétrico correspondiente. La figura 3B muestra una vista en corte de la máquina eléctrica de la figura 3A a lo largo de su eje de giro. El estator 1" se compone de dos elementos de estator 7", 8" anulares, que están circundados en cada caso por varios imanes 26 ó 27. Los imanes 26, 27 están polarizados radialmente. Los imanes 26 están polarizados inversamente respecto a los imanes 27. Entre los dos elementos de estator 7", 8" anulares está configurado un entrehierro, para evitar un cortocircuito magnético entre los elementos de estator 7", 8". La carcasa 14" se compone de un material magnético, para reducir la resistencia magnética mediante la formación de un puente magnético a través de la carcasa 14". Es posible utilizar sólo uno de los imanes 26, 27 y prescindir del otro imán.

La figura 4 muestra una vista en corte de una máquina eléctrica doble a lo largo de su eje de giro. El rotor doble 17 se compone de dos rotores 18 y 19, que están configurados de forma enteriza y tienen en cada caso la misma estructura que el rotor 4 de las figuras precedentes. Con ello los dos rotores 18, 19 están unidos entre sí de tal modo, que los segmentos unidos entre sí están orientados de la misma manera y puede utilizarse un elemento de estator 20, para polarizar los dos segmentos unidos entre sí. El estator comprende otros dos elementos de estator 21, que están separados del elemento de estator 20 en cada caso mediante imanes 22 ó 23. Alternativamente pueden utilizarse también estatores e imanes que son conocidos de las figuras 2A, 2B ó 3A, 3B, en donde están configurados de forma enteriza dos elementos de estator mutuamente adyacentes como en la figura 4.

La figura 5 muestra una vista en corte de una máquina eléctrica, en donde cada elemento de estator 8''' se compone de varias partes anulares 28.

Las máquinas eléctricas mostradas en las figuras 1 a 5 pueden usarse como motor o como generador para generar energía eléctrica.

REIVINDICACIONES

1. Máquina eléctrica con un rotor (4), un estator (1, 1', 1", 20), una instalación generadora de campo giratorio (3) y una instalación generadora de campo polarizado (9, 22, 24, 25, 26, 27), en donde el rotor (4, 18) puede girar alrededor de un eje de giro que atraviesa dos segmentos (5, 6) opuestos del rotor (4, 18), en donde la instalación generadora de campo giratorio (3) está diseñada para generar un campo magnético fundamentalmente radial, que gira alrededor del eje de giro del rotor (4), en donde la instalación generadora de campo polarizado (9, 22, 24, 25, 26, 27) comprende al menos un imán (9, 22, 24, 25, 26, 27) y está diseñada para generar un campo magnético, que polariza inversamente el rotor (4) sobre los segmentos opuestos (5, 6), caracterizada porque las superficies exteriores opuestas del primer segmento (5) están giradas 90° con relación a las superficies exteriores opuestas del segundo segmento (6), de tal modo que los polos magnéticos (S) sobre el segundo segmento (6) están desplazados 90° con relación a los polos magnéticos (N) sobre el primer segmento (5), en donde los polos magnéticos (N) del primer segmento (5) presentan una polaridad inversa respecto a los polos magnéticos (S) del segundo segmento (6).
2. Máquina eléctrica según la reivindicación 1, caracterizada porque las superficies exteriores de los dos segmentos (5, 6) opuestos están formadas en cada caso por dos superficies exteriores redondas, opuestas, y en cada caso por dos superficies exteriores paralelas, opuestas y planas.
3. Máquina eléctrica según la reivindicación 1, caracterizada porque el estator (1) comprende dos elementos de estator (7, 8), que están dispuestos a lo largo del eje de giro.
4. Máquina eléctrica según la reivindicación 3, caracterizada porque al menos un imán (9) está dispuesto entre dos elementos de estator (7, 8).
5. Máquina eléctrica según la reivindicación 4, caracterizada porque está prevista una carcasa (14) que no es magnética.
6. Máquina eléctrica según la reivindicación 3, caracterizada porque al menos un imán (24) está configurado como cilindro hueco, el cual circunda uno de los dos elementos de estator (7'), y porque otro imán (25) configurado como cilindro hueco circunda el otro (8') de los dos elementos de estator.
7. Máquina eléctrica según la reivindicación 6, caracterizada porque está prevista una carcasa (14') que es magnética.
8. Máquina eléctrica según la reivindicación 3, caracterizada porque al menos un imán (26) está configurado de forma paralelepípedica y está dispuesto exteriormente sobre uno de los dos elementos de estator (7''), porque está previsto otro imán (27) que está configurado de forma paralelepípedica y está dispuesto exteriormente sobre el otro (8'') de los dos elementos de estator.
9. Máquina eléctrica según la reivindicación 8, caracterizada porque la instalación generadora de campo polarizado comprende también otros imanes paralelepípedicos (26, 27), que están previstos exteriormente sobre los elementos de estator (7'', 8'').
10. Máquina eléctrica según la reivindicación 8 ó 9, caracterizada porque está prevista una carcasa (14'') que es magnética.
11. Máquina eléctrica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque cada elemento de estator (7''', 8''') se compone de varias partes anulares (28).
12. Máquina eléctrica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el estator (1, 1', 1", 20) se compone de un material compuesto magnético blando.
13. Máquina eléctrica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por otro rotor (19), otro estator (21), otra instalación generadora de campo giratorio y otra instalación generadora de campo polarizado (23), en donde el otro rotor (19) puede girar alrededor del eje de giro que atraviesa otros dos segmentos opuestos del otro rotor, en donde la otra instalación generadora de campo polarizado (23) está diseñada para generar otro campo magnético, el cual polariza el otro rotor (19) sobre los otros segmentos opuestos, y en donde la otra instalación generadora de campo polarizado comprende al menos un imán (23).
14. Máquina eléctrica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por la utilización de la máquina eléctrica como motor eléctrico o como generador eléctrico.

15. Bomba con una máquina eléctrica que funciona como un motor eléctrico, según una de las reivindicaciones 1 a 13.

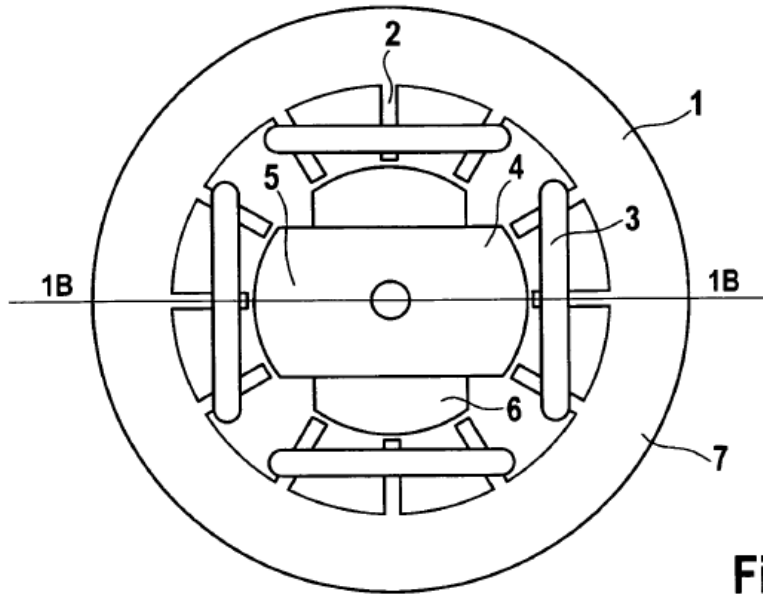


Fig. 1a

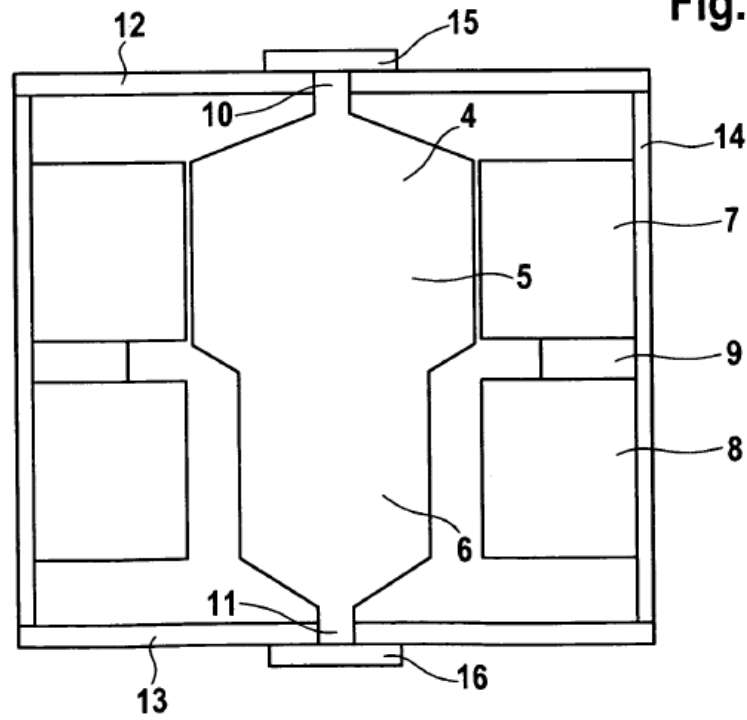


Fig. 1b

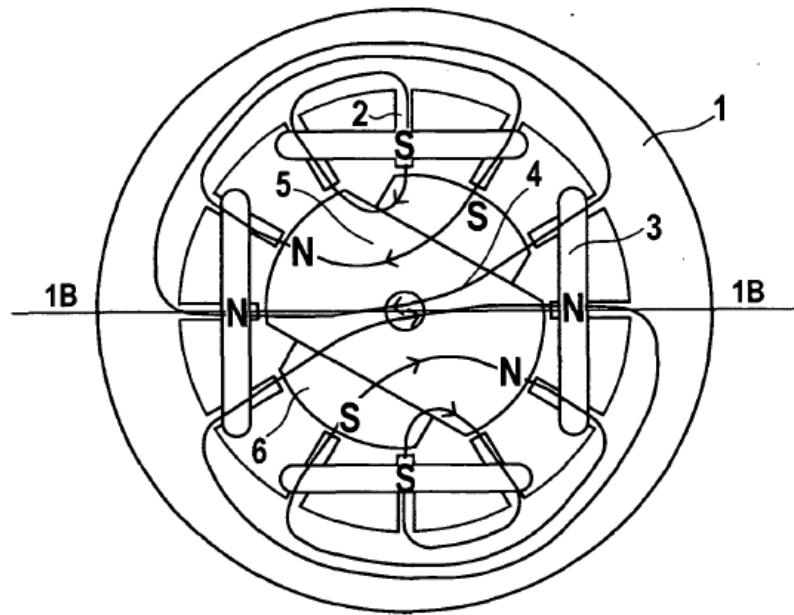


Fig. 1c

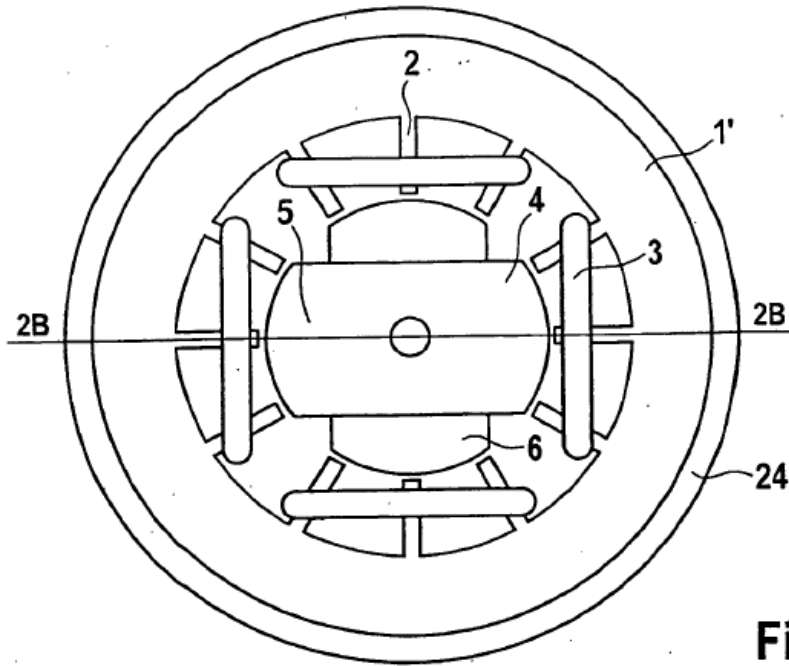


Fig. 2a

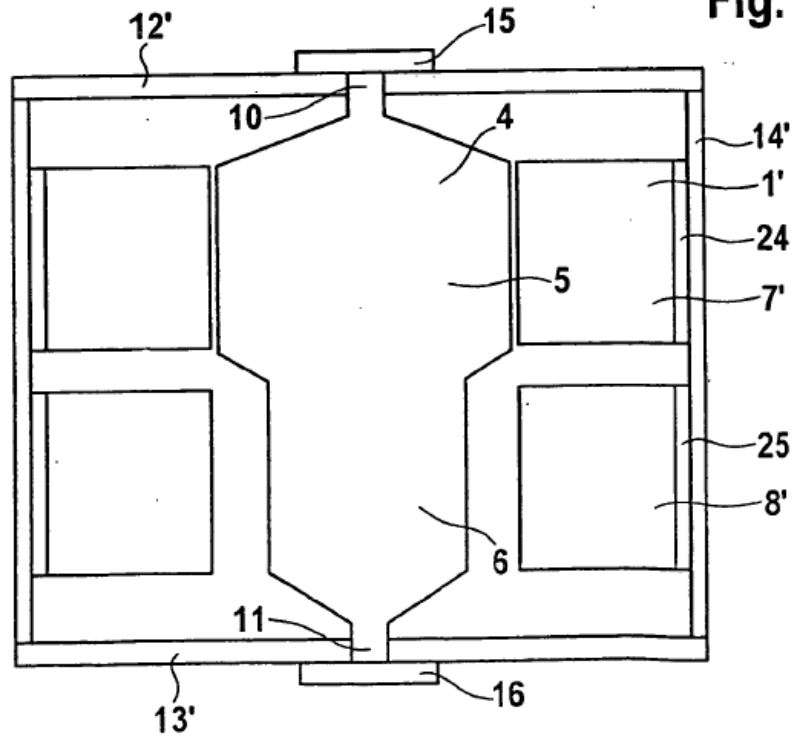


Fig. 2b

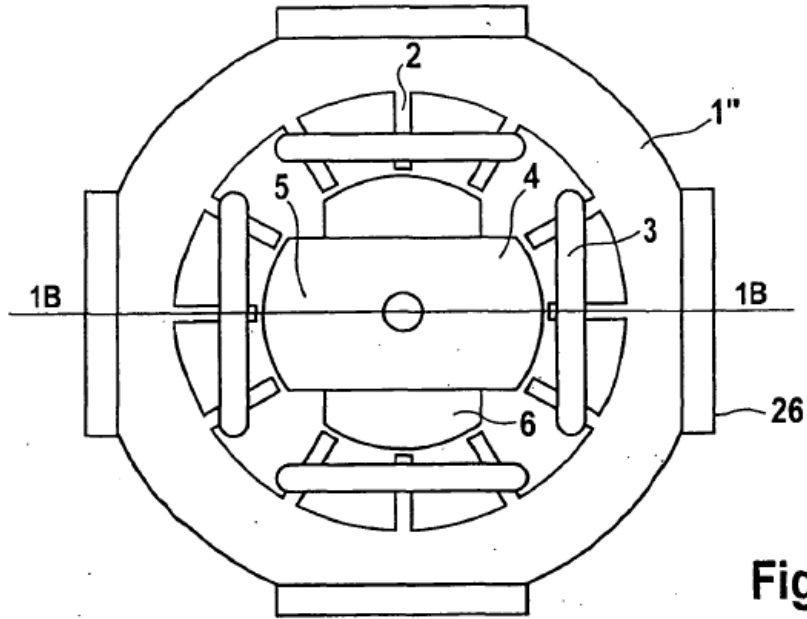


Fig. 3a

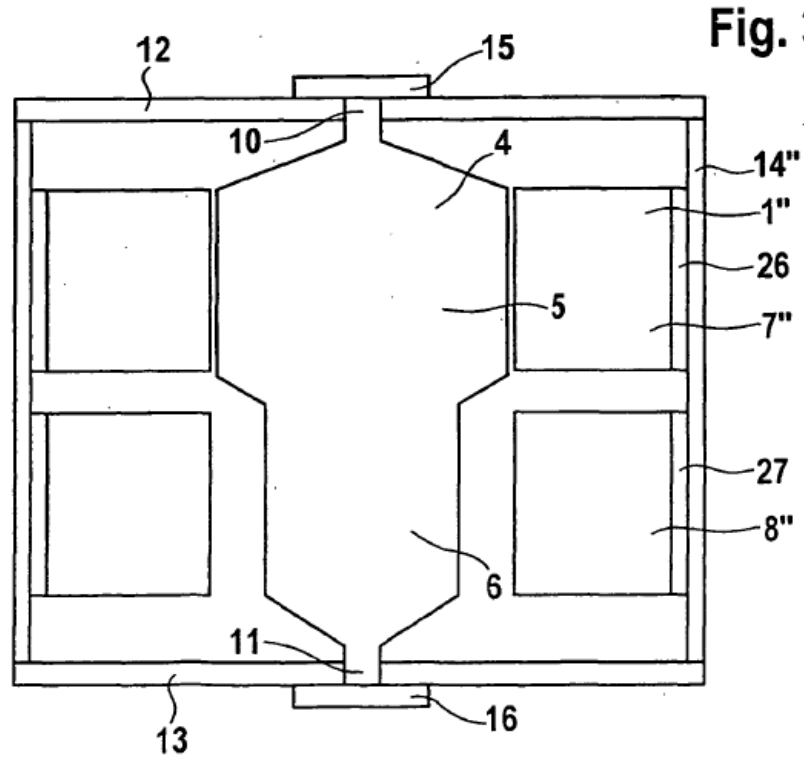


Fig. 3b

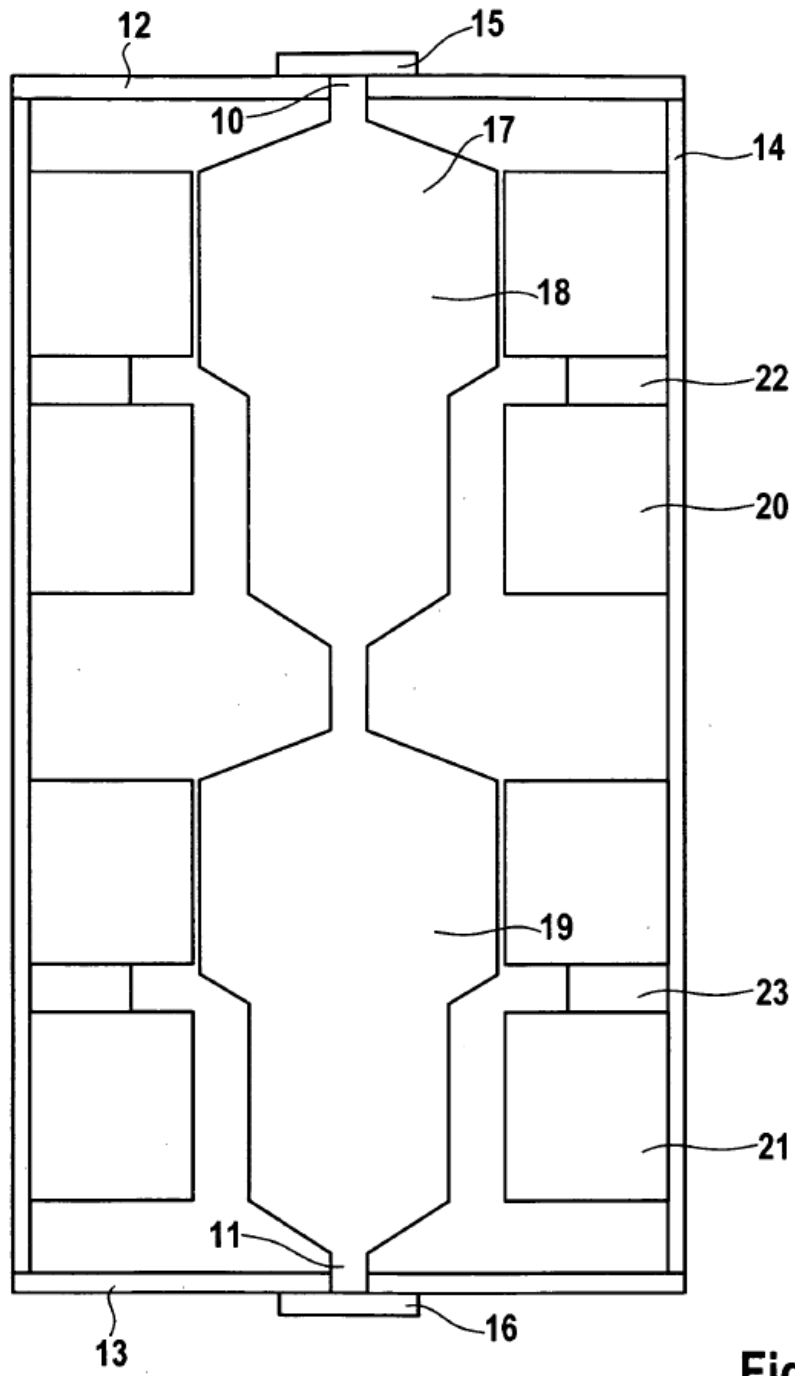


Fig. 4

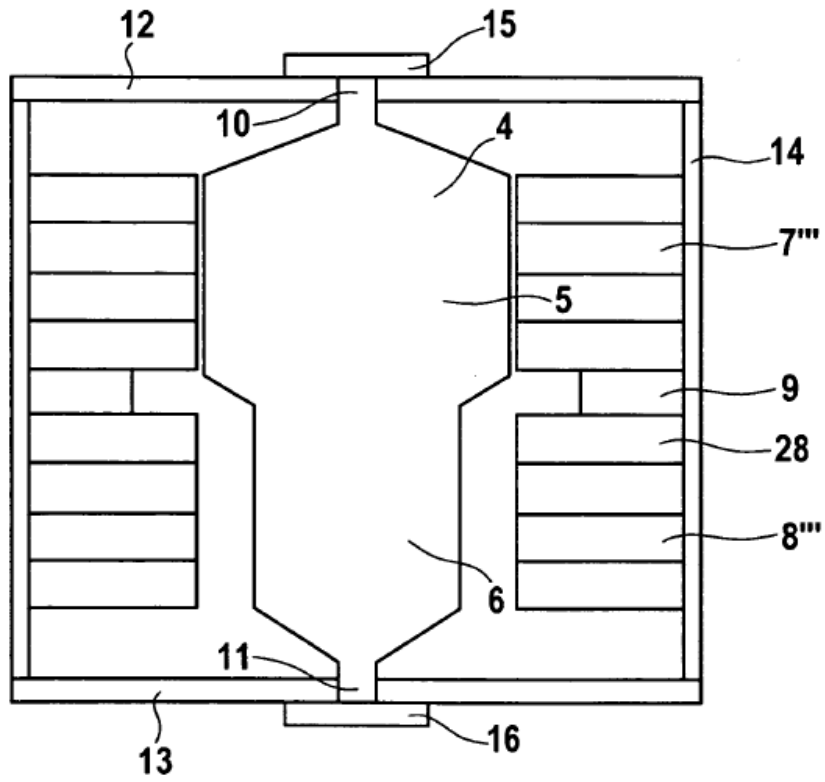


Fig. 5