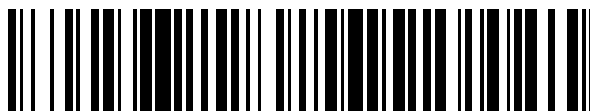


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 200**

51 Int. Cl.:

H02K 21/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.06.2017 PCT/EP2017/065059**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.12.2017 WO17220560**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2017 E 17731547 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019 EP 3378146**

54 Título: **Una máquina eléctrica**

30 Prioridad:

21.06.2016 SE 1650876

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

09.07.2020

73 Titular/es:

**BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH
(100.0%)
Eichhornstraße 3
10785 Berlin , DE**

72 Inventor/es:

**ANDERSSON, SVANTE y
SANDBERG, ÅSA**

74 Agente/Representante:

ESPIELL VOLART, Eduardo María

ES 2 773 200 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

Una máquina eléctrica

5 **CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION Y ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA**

La presente invención se refiere a una máquina eléctrica de acuerdo con el preámbulo de la adjunta reivindicación 1.

Una máquina eléctrica de este tipo puede operar como un motor y/o un generador, aunque esta divulgación se centrará principalmente en la operación del mismo como un motor. Además, la máquina eléctrica puede tener dicho entrehierro dirigido radial o axialmente por ser una máquina de flujo magnético radial o axial.

Al usar una pluralidad de imanes permanentes para producir el flujo magnético del rotor se consigue un motor sincrónico. Un motor de este tipo tiene menores pérdidas de rotor en comparación con un motor de inducción y, por lo tanto, una mayor eficacia. También puede construirse con un número de polos más elevado, en comparación con un motor de inducción, sin sacrificar el rendimiento, de tal manera que puede tener una mayor capacidad dirigida de par.

La presente invención puede aplicarse particularmente a máquinas eléctricas en la forma de motores del tipo definido en la introducción para crear una fuerza de tracción de un vehículo ferroviario, especialmente un vehículo de carril, pero cuando se trata de esta aplicación de la invención, en lo sucesivo en el presente documento, eso no debe interpretarse como una restricción de la invención que nos ocupa. Un motor de este tipo, el cual por supuesto puede funcionar como un generador cuando se frena el vehículo, es particularmente ventajoso para un vehículo de este tipo para el cual una capacidad de par elevado con respecto a un determinado tamaño del motor es una característica importante.

Un elevado flujo magnético a través de dicho entrehierro de los imanes permanentes en el cuerpo de rotor de una máquina eléctrica de imán permanente del tipo definido en la introducción que actúa como un motor, resulta en que el motor requiere menos corriente para producir el par necesario por debajo de la velocidad base, la cual es una velocidad de aproximadamente la mitad del número máximo de revoluciones del rotor. Las pérdidas de hierro sin carga, es decir, cuando la corriente es cero, se reducirían si se redujera el flujo del imán permanente. En algunos casos, es beneficioso poder reducir el flujo del imán permanente por encima de la velocidad base también cuando el motor también produce un par. Un flujo magnético elevado a través de dicho entrehierro desde los imanes permanentes dará como resultado una tensión elevada sin carga a la velocidad máxima, lo que producirá el envejecimiento del aislamiento del devanado del estátor y aumentará el riesgo de un arco eléctrico. Tal arco eléctrico es un obstáculo potencial para un motor de imán permanente debido al riesgo restante y/o al impacto de la competitividad de los requisitos de disposición y diseño. La aparición de arcos eléctricos en el devanado del estátor es mitigada actualmente reduciendo la velocidad, lo cual para una máquina eléctrica de vehículos ferroviarios significa desacelerar el tren a una velocidad baja. Un elevado flujo magnético de este tipo desde los imanes permanentes a través del entrehierro también contribuirá a una corriente de cortocircuito mayor, que en el caso de un cortocircuito de 2 fases contribuirá a un par oscilante mayor.

A través de la patente JP 2007 22188 A se conoce una máquina eléctrica de acuerdo con la introducción en el que un medio está configurado para mover un miembro o agente a una posición con respecto al cuerpo de rotor con una reducción máxima del flujo magnético a través del entrehierro tras la creación de un arco eléctrico o un cortocircuito en el devanado del estátor o en cualquier cable o equipo conectado al devanado del estátor.

La patente DE 10 2014 212 872 A1 desvela otra máquina eléctrica de acuerdo con la introducción que tiene un elemento de elevada permeabilidad configurado para conducir el flujo magnético lejos del entrehierro en el caso de errores y la operación en el modo a prueba de fallos, en el cual el miembro puede moverse por unos accionadores.

La patente US 2004/251765 A1 desvela una máquina eléctrica de este tipo adicional que presenta unos miembros de elevada permeabilidad movidos por unos accionadores que se accionan por los sensores de fallo.

La patente US 2008/238220 A1 desvela otra máquina eléctrica de este tipo en la cual se activa un miembro de elevada permeabilidad para moverse cuando se produce un fallo.

55 **RESUMEN DE LA INVENCION**

El objetivo de la presente invención es proporcionar una máquina eléctrica del tipo definido en la introducción que se mejore en al menos algún aspecto con respecto a tales máquinas eléctricas conocidas. Este objetivo está de acuerdo con la invención obtenida al proporcionar a una máquina eléctrica de este tipo las características enumeradas en la parte caracterizadora de la reivindicación 1 de patente adjunta.

- Por lo tanto, la invención se dirige al problema de la formación de arcos eléctricos por el hecho de que la máquina comprende dicho agente que comprende un polvo ferromagnético almacenado en un recipiente en el interior de una carcasa que encierra el estátor y el rotor y está configurado para liberarse tras producirse la formación de arcos eléctricos para alcanzar la región de dicho entrehierro para reducir el flujo magnético a través del entrehierro al unir los polos magnéticos de los imanes permanentes del rotor. Esto constituye un modo eficaz de detener rápidamente el arco eléctrico cuando se produce. La máquina eléctrica entonces puede ser restaurada a su condición normal desmontando y limpiando mientras se minimiza la destrucción de sus componentes a través de dicho arco eléctrico.
- La invención también se refiere al uso de una máquina eléctrica de acuerdo con la invención en una disposición de accionamiento para generar una fuerza de tracción de un vehículo ferroviario, así como un vehículo ferroviario que tiene una disposición de accionamiento para generar una fuerza de tracción del vehículo que incluye al menos una máquina eléctrica de acuerdo con la presente invención. Las características ventajosas y las ventajas de tal uso y del vehículo de este tipo aparecen claramente a partir de la exposición anterior de las diferentes realizaciones de una máquina eléctrica de acuerdo con la presente invención.
- Otras ventajas así como las características ventajosas de la invención aparecerán a partir de la siguiente descripción.
- BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**
- Haciendo referencia a los dibujos adjuntos, a continuación sigue una descripción específica de la invención (figuras 12 y 13) y unos ejemplos los cuales no son parte de la invención (figuras 1-11 y 14-17).
- En los dibujos:
- la figura 1 es una vista esquemática de una máquina eléctrica de acuerdo con un primer ejemplo en sección transversal longitudinal con unos anillos usados para desviar el flujo magnético de los imanes permanentes para que no se conduzca a través de dicho entrehierro en una primera posición, desviando sólo una pequeña proporción de dicho flujo magnético,
 - las figuras 2a y 2b son unas vistas esquemáticas que ilustran la posible disposición de los imanes permanentes en el rotor de una máquina eléctrica según la figura 1,
 - la figura 3 es una vista de la máquina eléctrica mostrada en la figura 1 con dichos anillos en una segunda posición desviando una mayor parte del flujo magnético a su través,
 - las figuras 4a y 4b es una vista esquemática que ilustra áreas adecuadas para introducir material de elevada permeabilidad en las placas de extremo del cuerpo de rotor del rotor en la máquina eléctrica mostrada en las figuras 1 y 3, en el caso de que las placas de extremo estén fabricadas a partir de un material de baja permeabilidad,
 - la figura 5 es una vista correspondiente a la figura 1 de una máquina eléctrica en una configuración de flujo axial de un solo lado de acuerdo con un segundo ejemplo en el cual los anillos para desviar el flujo magnético de los imanes permanentes del cuerpo del rotor están dispuestos en una primera posición en la cual ellos están inactivos,
 - la figura 6 es una vista en sección transversal de la máquina eléctrica mostrada en la figura 5,
 - la figura 7 es una vista correspondiente a la figura 5 con dichos anillos en una posición activa que desvía el flujo magnético para pasar a través de los mismos en lugar de a través de dicho entrehierro de la máquina eléctrica,
 - la figura 8 es una vista correspondiente a la figura 6 que muestra cómo se desvía el flujo magnético a través de dichos anillos en la posición mostrada en la figura 7,
 - la figura 9 es una vista correspondiente a la figura 7 de una máquina eléctrica en una configuración de flujo axial de doble lado de acuerdo con un tercer ejemplo con dichos anillos en una posición activa que desvía el flujo magnético de los imanes permanentes que de otro modo se conduciría a través de dicho entrehierro,
 - las figuras 10 y 11 ilustran esquemáticamente una parte de una máquina eléctrica de acuerdo con un cuarto ejemplo donde el anillo exterior está dividido en dos partes movidas radialmente para desviar el flujo,
 - la figura 12 es una vista en sección transversal longitudinal simplificada de una máquina eléctrica de acuerdo con la invención con dicho miembro para la reducción del flujo magnético de los imanes permanentes del rotor de la máquina en un

- estado inactivo,
 la figura 13 es una vista de la máquina eléctrica mostrada en la figura 12 que ilustra cómo dicho miembro es transferido a un estado activo, y
 la figura 14 es una vista en sección transversal simplificada de una parte del cuerpo de rotor de una máquina eléctrica de acuerdo con un quinto ejemplo, donde los miembros móviles están en una posición para desviar menos flujo por fugas,
 la figura 15 es una vista correspondiente a la figura 14, donde los miembros móviles están en una posición para desviar más flujo por fugas,
 la figura 16 es un bosquejo principal del flujo en el rotor correspondiente a la figura 14 donde los miembros móviles están en una posición para desviar menos flujo por fugas, y
 la figura 17 es un bosquejo principal del flujo en el rotor correspondiente a la figura 14 donde los miembros móviles están en una posición para desviar más flujo por fugas.
- 15 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES DE LA INVENCION
- La figura 1 muestra esquemáticamente las partes principales de una máquina eléctrica 1 de acuerdo con un primer ejemplo el cual no forma parte de la invención. Esta máquina eléctrica tiene un estátor 2 que presenta un cuerpo de estátor 3 con un devanado de estátor 4 enrollado a su alrededor y configurado para crear eléctricamente una pluralidad de polos de estátor dispuestos alrededor de la periferia interior del cuerpo de estátor. El devanado de estátor es recibido en unas ranuras radiales en el cuerpo de estátor que se extienden por toda la longitud de este cuerpo. El número total de ranuras y el número de ranuras por polo pueden ser cualquier número concebible, pero como ejemplo, estos números pueden ser 48 y 4.
- La máquina eléctrica comprende además un rotor 5 (véanse también las figuras 2a y 2b) con un cuerpo de rotor 6, el cual podría fabricarse de un material de elevada permeabilidad sólido o podría, como el cuerpo de estátor, fabricarse de un conjunto laminado de placas angulares recíprocamente aisladas eléctricamente de acero magnético apiladas axialmente con respecto a un eje de rotación 7 del rotor para mantener las pérdidas de corriente parásita en estos cuerpos a niveles bajos y el cuerpo de rotor 5 presenta unos imanes 8 montados en la superficie del rotor o unos imanes montados en el interior del rotor tal como se ilustra en las figuras 2a y 2b.
- En el caso de los imanes montados en la superficie, es favorable tener piezas del material de elevada permeabilidad fuera de los imanes tal como se muestra en la figura 2b con el fin de que sea capaz de desviar mejor el flujo del entrehierro.
- El cuerpo de rotor 6 está conectado de manera rígida con respecto a la rotación a un eje de rotor 9, que es para ser conectado a, por ejemplo, un eje de rueda de un vehículo, posiblemente a través de una caja de engranajes.
- También se indica cómo la máquina eléctrica tiene unos medios 10 configurados para conectar el devanado de estátor 4 a una fuente de CA o receptor, que en el caso de una máquina eléctrica de vehículo ferroviario es una línea de suministro de CA o un generador accionado por diésel del vehículo 11 indicado esquemáticamente. Sin embargo, cualquier tipo de fuente de CA es concebible, y la corriente alterna puede crearse muy bien por un inversor conectado a una fuente de tensión directa en el otro lado de la misma y, por ejemplo, controlado de acuerdo con un patrón de Modulación de Ancho de Pulso. La caja 12 en la figura 1 indica el equipo de control para la máquina eléctrica, tal como un convertidor, y dicha fuente de CA es indicada en este caso mediante la caja 13. "El receptor de CA" se refiere en esta divulgación al caso de una máquina eléctrica que opera en el modo generador.
- Se muestra en la figura 1 que el rotor 5 presenta con un entrehierro 14 entre el cuerpo de rotor 6 y el cuerpo de estátor 3 y para hacer que un flujo magnético pase entre los imanes permanentes del cuerpo de rotor y los polos de estátor del cuerpo del estátor a través de este entrehierro con el fin de aplicar un par de accionamiento a un rotor en la operación del motor de la máquina eléctrica y alimentar energía eléctrica al devanado del estátor en la operación de generador de la máquina eléctrica. Este flujo de entrehierro magnético es ilustrado con las flechas sólidas A en la figura 1. La máquina eléctrica comprende además un anillo 15, 16 de un material que tiene una elevada permeabilidad magnética, colocado concéntricamente alrededor del eje de rotación 7 del rotor con respecto al cuerpo de rotor en cada extremo del rotor. Estos anillos 15, 16 están fabricados de acero magnético laminado o compuestos magnéticos blandos y están configurados para desviar el flujo magnético de los imanes permanentes para conducirse a través de este anillo en lugar de a través de dicho entrehierro como se ilustra por las flechas discontinuas B en la figura 1. Estos anillos puede moverse con respecto al cuerpo del rotor entre al menos dos posiciones diferentes en las cuales están configurados para desviar proporciones grandes diferentes de dicho flujo magnético desde los imanes permanentes a través de los mismos, y se ilustra en la figura 3 cómo los anillos 15, 16 se han movido más cerca del rotor desviando grandes proporciones de dicho flujo magnético desde los imanes

5 permanentes, como se ilustra por las flechas B que ahora son sólidas, de tal manera que el flujo magnético del entrehierro se reduce notablemente como se ilustra por las flechas A que ahora son discontinuas. La movilidad de los anillos puede realizarse de cualquier modo concebible, como por ejemplo a través de hilos, y el movimiento de los anillos puede lograrse manualmente o por unos
10 medios 70 dispuestos en la máquina eléctrica. Dichos medios de control pueden depender entonces de la temperatura y configurarse para mover los anillos más cerca del cuerpo de rotor para desviar una parte aumentada del flujo magnético a través de los mismos a una temperatura decreciente del mismo. Estos medios de control también pueden ser configurados para mover los anillos a una
15 posición con una reducción máxima de flujo magnético a través del entrehierro 14 tras la creación o de un arco eléctrico o de un cortocircuito en el devanado del estátor 4 o en cualquier cable o equipo conectado al devanado del estátor 4.

Las figuras 4a y 4b ilustran esquemáticamente cómo cada placa de presión no magnética 17 en cada extremo del rotor puede ser diseñada para aumentar el efecto mediante la inserción de piezas 18 de un material de elevada permeabilidad en la placa de presión para bajar la reluctancia de la vía de fuga al anillo de acero laminado respectivo 15, 16.

Las figuras 5-8 ilustran esquemáticamente una máquina eléctrica de acuerdo con un segundo ejemplo, en la forma de una llamada máquina de flujo magnético axial de un solo lado que tiene el cuerpo del rotor 20 y el cuerpo del estátor 21 dispuestos para tener dicho entrehierro 22 dirigido axialmente entre los mismos con respecto al eje de rotación 23 del rotor. El cuerpo del rotor tiene en este caso una parte anular 24, y dicho anillo 25, 26 de un material con una elevada permeabilidad magnética está dispuesto a lo largo y dentro de dicha parte anular 24 y a lo largo y fuera de esta parte anular del cuerpo del rotor. En las figuras 5 y 6 se muestra a través de las flechas A cómo el flujo magnético de los imanes permanentes en el rotor se conduce a través de dicho entrehierro y es comparativamente elevado, ya que los anillos 25, 26 están en una posición en la cual no pueden desviar cualquier parte perceptible del flujo magnético de los imanes permanentes a través de los mismos. Sin embargo, los anillos 25, 26 son móviles axialmente con respecto al eje de rotación del rotor con respecto al cuerpo del rotor hacia y lejos del entrehierro 22 para desviar proporciones diferentemente grandes de dicho flujo magnético de los imanes permanentes a través de los mismos, y en las figuras 7 y 8 se muestra cómo los anillos se han movido a una posición en la cual una proporción bastante elevada del flujo magnético de los imanes permanentes (véanse las flechas B) es desviada para pasar a través de los anillos en lugar de a través de dicho entrehierro.

La figura 9 ilustra esquemáticamente una máquina eléctrica de acuerdo con un tercer ejemplo que tiene un diseño similar al mostrado en las figuras 5-8 con la diferencia de que esta máquina eléctrica es una máquina de imán permanente de flujo de doble lado en lugar de un solo lado. Los anillos 35, 36 se muestran en este caso en una posición correspondiente a la de la figura 7 para desviar una proporción considerable del flujo magnético de los imanes permanentes para atravesar estos anillos en lugar de atravesar los entrehierros 32.

Las figuras 10 y 11 ilustran esquemáticamente una máquina eléctrica de acuerdo con un cuarto ejemplo, también en la forma de una máquina eléctrica de flujo axial, pero en la cual el anillo exterior 46 está dividido en dos partes 46₁ y 46₂ móviles radialmente con respecto al eje de rotación 43 de la máquina eléctrica. En la posición mostrada en la figura 10, el flujo de entrehierro del imán permanente A será elevado, mientras que en la posición de las partes de anillo 46₁, 46₂ mostradas en la figura 11, este flujo de entrehierro magnético A será más bajo y una parte considerable del flujo magnético de los imanes permanentes se conducirá en cambio a través del anillo como se ilustra por las flechas B.

45 Las figuras 12 y 13 ilustran una máquina eléctrica de acuerdo con la invención que tiene dicho agente en la forma de polvo ferromagnético 50 almacenado en un recipiente 51 en el interior de una carcasa 52 que encierra el estátor 53 con el devanado del estátor 54 y el rotor 55 con los imanes permanentes 56 y configurados para liberarse como se muestra en la figura 13 cuando se produce un arco eléctrico para alcanzar la región del entrehierro 57 para reducir el flujo magnético a través del entrehierro puenteando los polos magnéticos de los imanes permanentes del rotor.

Una opción es utilizar hierro como dicho polvo 50 en el interior del recipiente 51, y el tamaño de los granos es entonces pequeño, preferentemente entre 0,1 mm y 5 mm. El polvo fabricado de hierro soporta el riesgo de que el óxido de hierro acumule humedad en el recipiente, lo cual provocaría la acumulación de granos de hierro. Una posibilidad para resolver este problema es recubrir los granos de hierro, por ejemplo, con pintura, plástico, etc., para evitar la oxidación y dicha acumulación. Como alternativa o adicionalmente, pueden disponerse unos medios para mantener el recipiente libre de humedad, y dichos medios pueden producir una sobrepresión o incluir elementos de calentamiento o un secador. El recipiente puede también estar sellado herméticamente para evitar dicho problema de humedad. Otros materiales ferromagnéticos, tales como el acero inoxidable ferrítico o el acero inoxidable martensítico, que son químicamente inertes, también pueden usarse para prevenir la acumulación con el fin de omitir el uso de dichos medios para mantener el recipiente libre de

humedad.

Además, el recipiente es fabricado preferiblemente de un material no conductor, tal como madera, papel, vidrio o plástico. En cambio, si el recipiente se fabricara de un material conductor se necesitaría un medio para soplar/aspirar dicho polvo ferromagnético en el entrehierro, ya que el campo magnético del rotor/estátor no puede entrar en el recipiente.

El recipiente será bloqueado o herméticamente cerrado bajo condiciones de operación normales y será abierto al producirse la formación de un arco eléctrico. Puede usarse cualquier tipo de medio de accionamiento eléctrico, químico o mecánico para lograr esto.

Los medios para detectar la aparición de la formación de arcos eléctricos también podrían estar presente y entonces, disponerse preferiblemente en el interior de la carcasa 52. Dichos medios podrían ser cualquier tipo de sensor capaz de detectar un arco eléctrico, tal como un dispositivo de detección de luz, un dispositivo de detección magnética, un dispositivo de detección de oxígeno activo (O₃) de cualquier tipo. Un dispositivo de este tipo está dispuesto preferiblemente cerca del entrehierro.

Los medios también pueden estar dispuestos fuera de la máquina eléctrica y conectados a al menos una línea de fase eléctrica de la máquina para detectar cualquier tipo de perturbación evidente en la corriente o tensión eléctrica cuando la máquina eléctrica está alimentada y aparecen los arcos eléctricos. Otras opciones para detectar los arcos eléctricos son la medición de otros parámetros eléctricos, tales como la resistencia, la capacitancia y/o la inductancia.

Además, los medios para detectar la aparición de la formación de arcos eléctricos se conectarían a un dispositivo de control, el cual es capaz de controlar la abertura/liberación mencionada anteriormente del polvo ferromagnético en el caso de formación de arcos eléctricos.

Finalmente, las figuras 14-17 ilustran muy esquemáticamente una parte de una máquina eléctrica de acuerdo con un quinto ejemplo en el cual unas varillas 60 de un material de elevada permeabilidad están dispuestas de manera pivotante en el interior del rotor 61 y pueden moverse con respecto a los imanes permanentes 62 del rotor, con el fin de cambiar el flujo magnético a través del entrehierro variando la cantidad del flujo magnético de los imanes permanentes que se pierde en el cuerpo de rotor debido a las fugas. Más exactamente, en el caso de formación de arcos eléctricos las varillas del material de elevada permeabilidad 60 pivotarán para aumentar el puente de hierro de tal manera que se pierda más del flujo magnético 72 por las fugas. Esta realización también está provista de medios para detectar la formación de arcos eléctricos como en las otras realizaciones de la invención y un dispositivo de control para controlar el movimiento de los elementos del pivote (varillas 60) tras la formación del arco eléctrico. Las varillas pivotantes 60 pueden ser sujetadas, por ejemplo, mediante un pasador corto u otro miembro adecuado en la posición de operación normal mostrada en la figura 14. Cuando se necesita la reducción del flujo de imán, las varillas pivotantes 60 serán liberadas de la acción de retención de dichos pasadores y a continuación a través de la fuerza centrífuga será influenciada para que pivoten hacia la posición de reducción del flujo magnético mostrada en la figura 15. La fuerza centrífuga garantizará que las varillas asuman esa posición al menos a elevada velocidad de rotación del rotor, es decir, cuando realmente se necesita la reducción del flujo magnético. No importa si algunas o todas las varillas están en una posición intermedia o en la posición de operación normal mostrada en la figura 14 a una velocidad baja y media una vez liberadas.

La invención, por supuesto, no está de ninguna manera restringida a las realizaciones descritas anteriormente, pero muchas posibilidades de modificaciones de la misma serán evidentes para un experto en la materia sin alejarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una máquina eléctrica que comprende:

- 5 • un estátor (2) que comprende un cuerpo de estátor (3) con un devanado de estátor (4) enrollado a su alrededor y configurado para crear eléctricamente una pluralidad de polos de estátor dispuestos alrededor de la periferia del cuerpo de estátor,
- unos medios (10) configurados para conectar el devanado del estátor a una fuente de CA o receptor (13), y
- 10 • un rotor (5) dispuesto de manera rotatoria con respecto al estátor y que posee un cuerpo de rotor (6) con una pluralidad de imanes permanentes (8) recibidos en el mismo,

estando dispuesto dicho rotor con un entrehierro (14) entre el cuerpo del rotor (6) y el cuerpo del estátor (3) y para hacer que un flujo magnético pase entre los imanes permanentes del cuerpo del rotor y los polos del estátor a través de dicho entrehierro con el fin de aplicar un par de accionamiento al rotor en la operación del motor de la máquina eléctrica y la alimentación de energía eléctrica al devanado del estátor en la operación del generador de la máquina eléctrica,

15 comprendiendo además la máquina un agente (50) de un material que presenta una elevada permeabilidad magnética configurado para ser colocado con respecto al cuerpo del rotor (6) con el fin de reducir el flujo magnético de los imanes permanentes a través de dicho entrehierro (14) desviando una parte del flujo magnético que de otro modo se conduciría desde los imanes permanentes a través de dicho entrehierro para conducirse en cambio a través de este agente, pudiendo dicho agente (50) moverse con respecto al cuerpo de rotor (6) entre al menos dos posiciones diferentes en las cuales el agente está configurado para desviar de manera diferente grandes proporciones de dicho flujo magnético de los imanes permanentes a través del mismo, comprendiendo además la máquina eléctrica unos medios (70) configurados para mover dicho agente (50) entre dichas posiciones diferentes con respecto al cuerpo del rotor (6) y estando dichos medios (70) configurados para mover dicho agente (50) a una posición con respecto al cuerpo del rotor con una reducción máxima del flujo magnético a través de dicho entrehierro tras la creación de un arco eléctrico o un cortocircuito en dicho devanado del estátor o cualquier cable o equipo conectado a dicho devanado del estátor,

20 **caracterizado porque** dicho agente comprende un polvo ferromagnético (50) almacenado en un recipiente (51) en el interior de una carcasa (52) que encierra el estátor (53) y el rotor (55) y está configurado para liberarse tras producirse un arco eléctrico para alcanzar la región de dicho entrehierro para reducir el flujo magnético a través del entrehierro (57) puenteando los polos magnéticos de los imanes permanentes (56) del rotor.

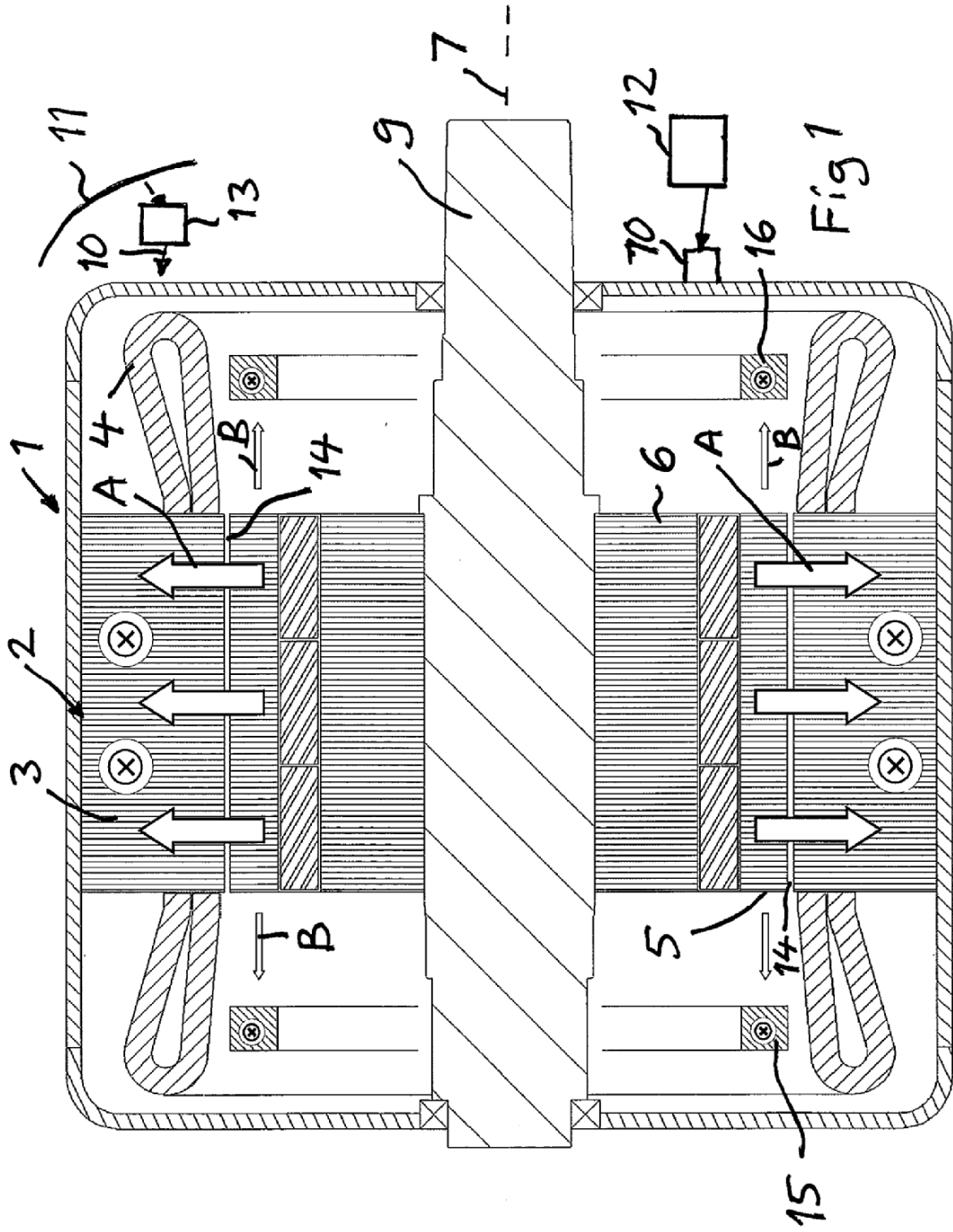
25

30

35

2. Uso de una máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1, en una disposición de accionamiento para generar una fuerza de tracción de un vehículo ferroviario.

40 3. Un vehículo ferroviario que presenta una disposición de accionamiento para generar una fuerza de tracción del vehículo que incluye al menos una máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1.



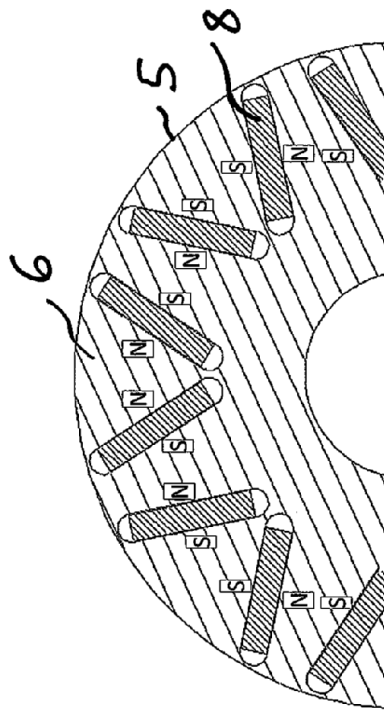


Fig 2a

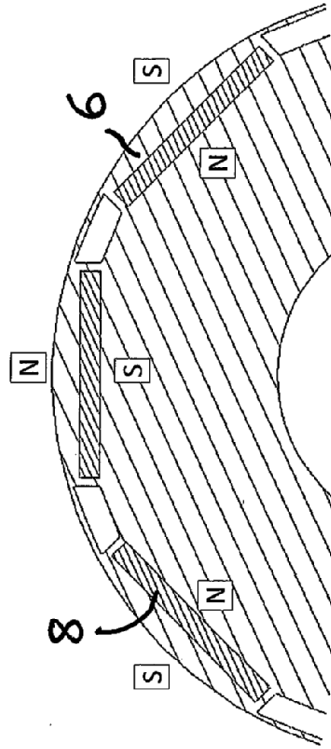


Fig 2b

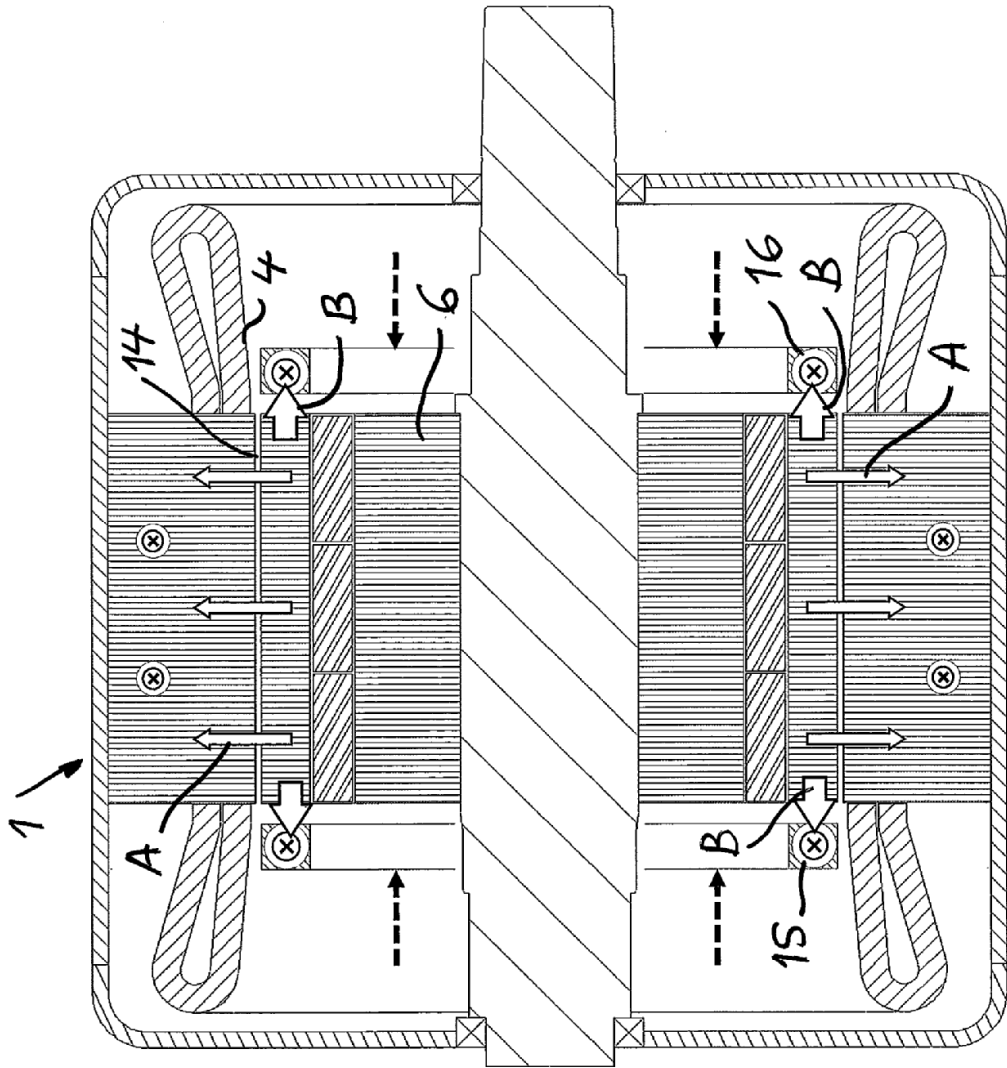


Fig 3

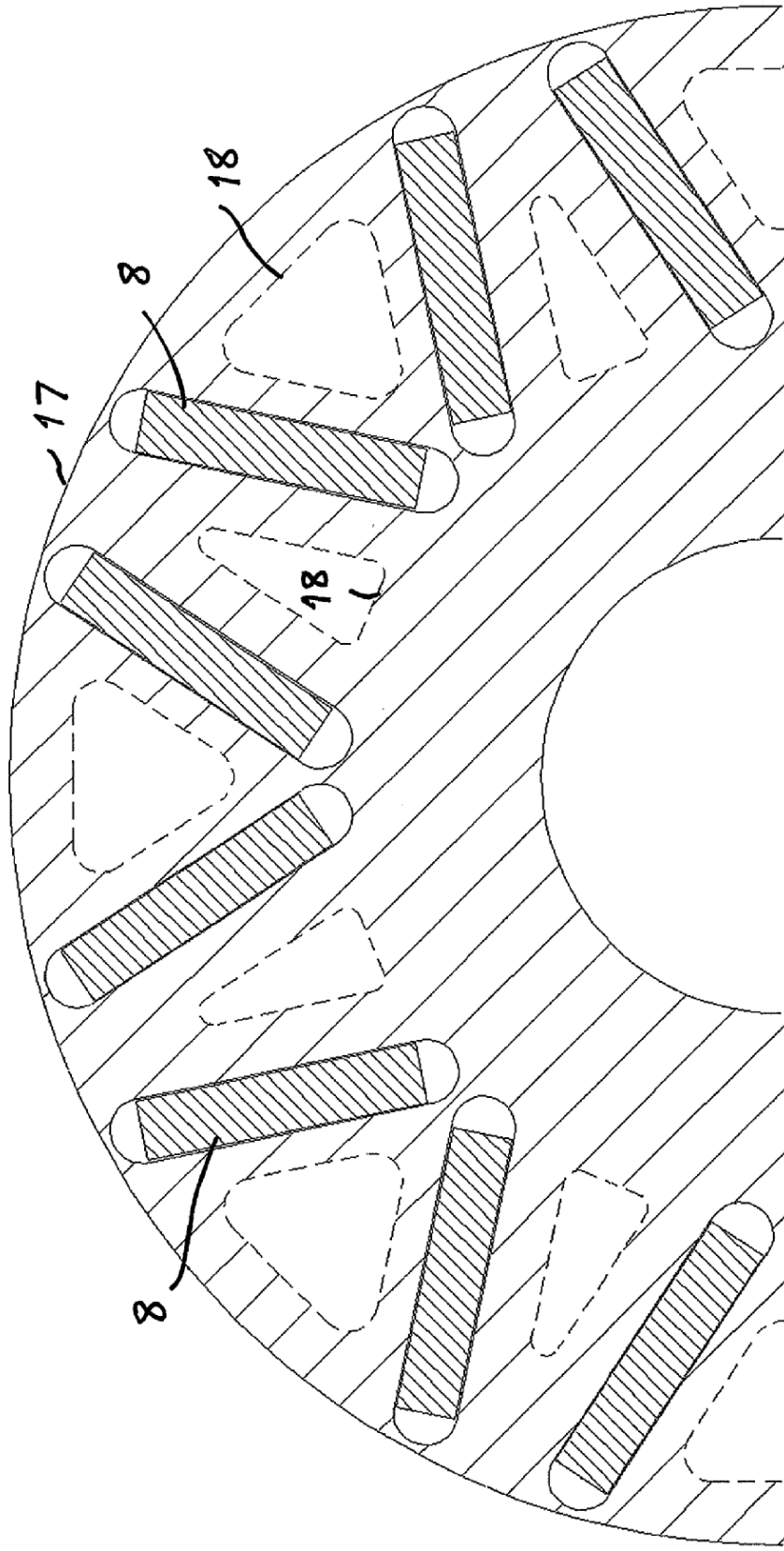


Fig 4a

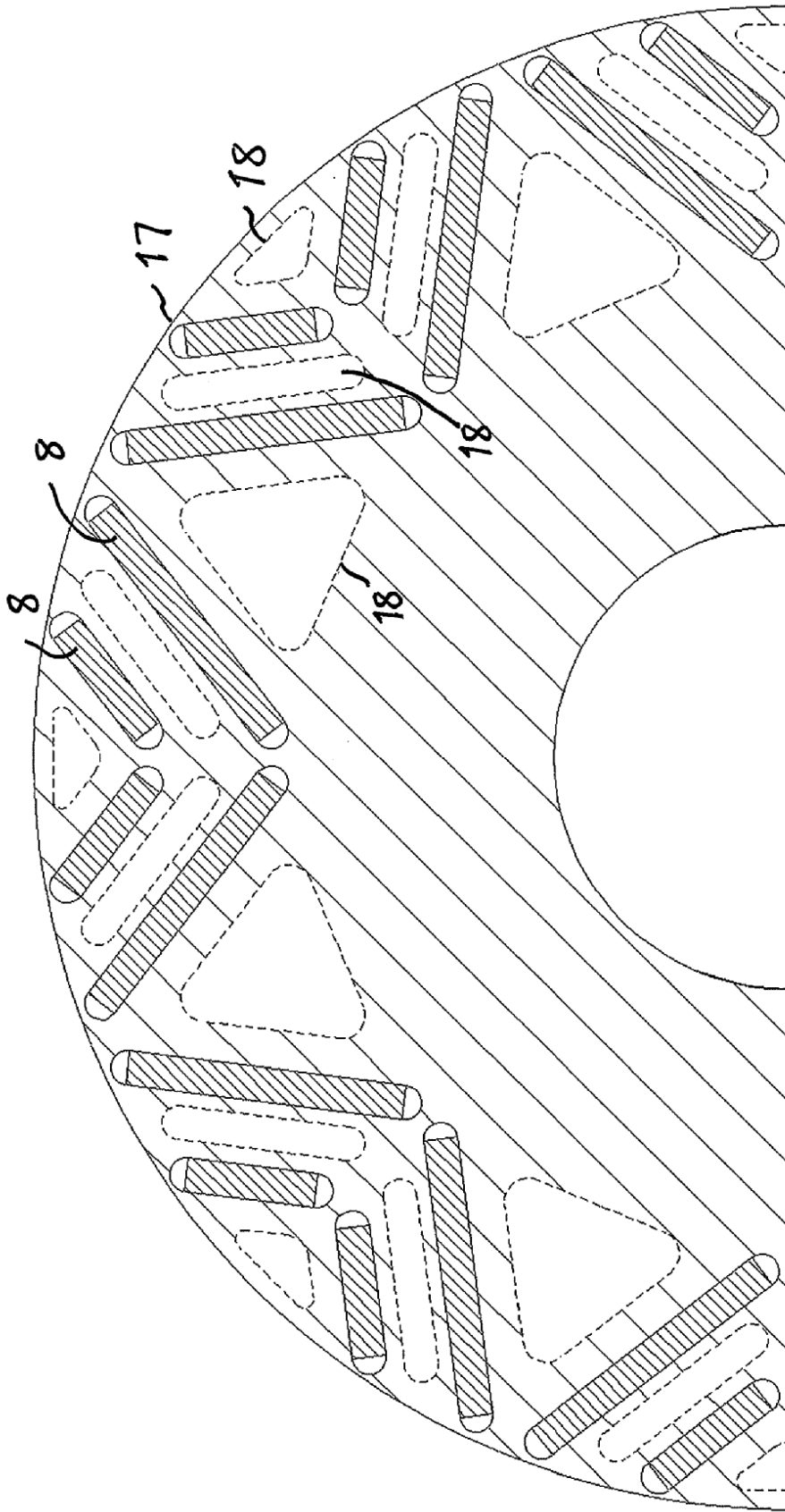


Fig 4b

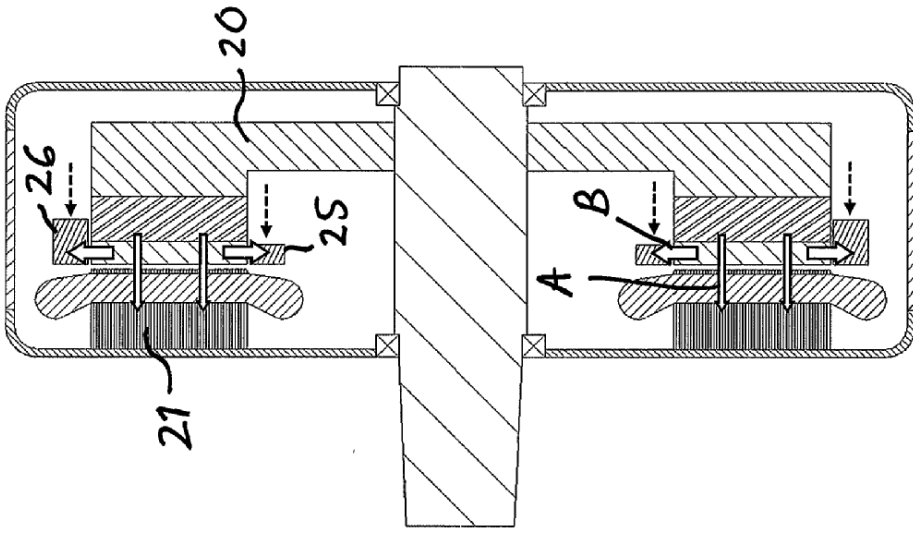


Fig 7

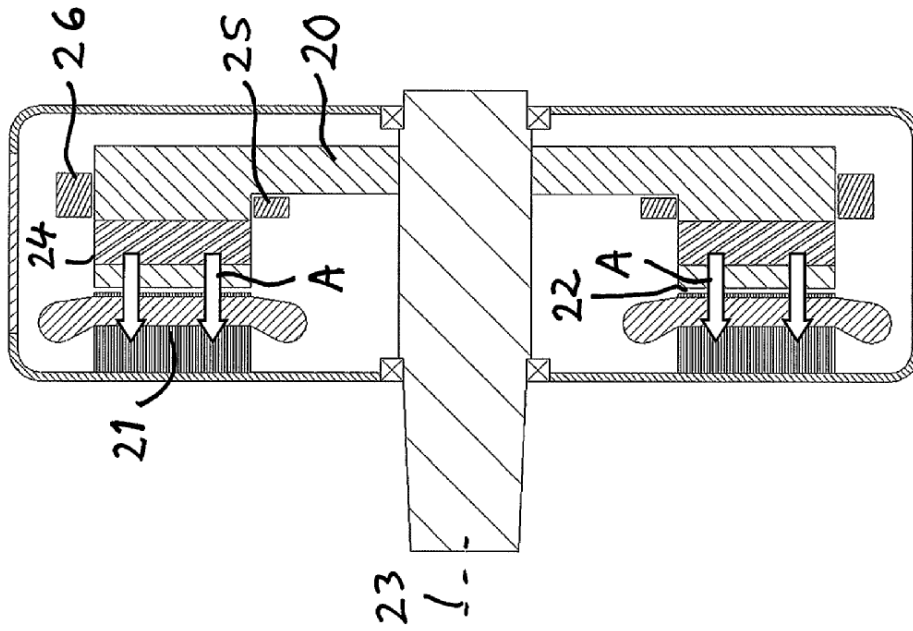


Fig 5

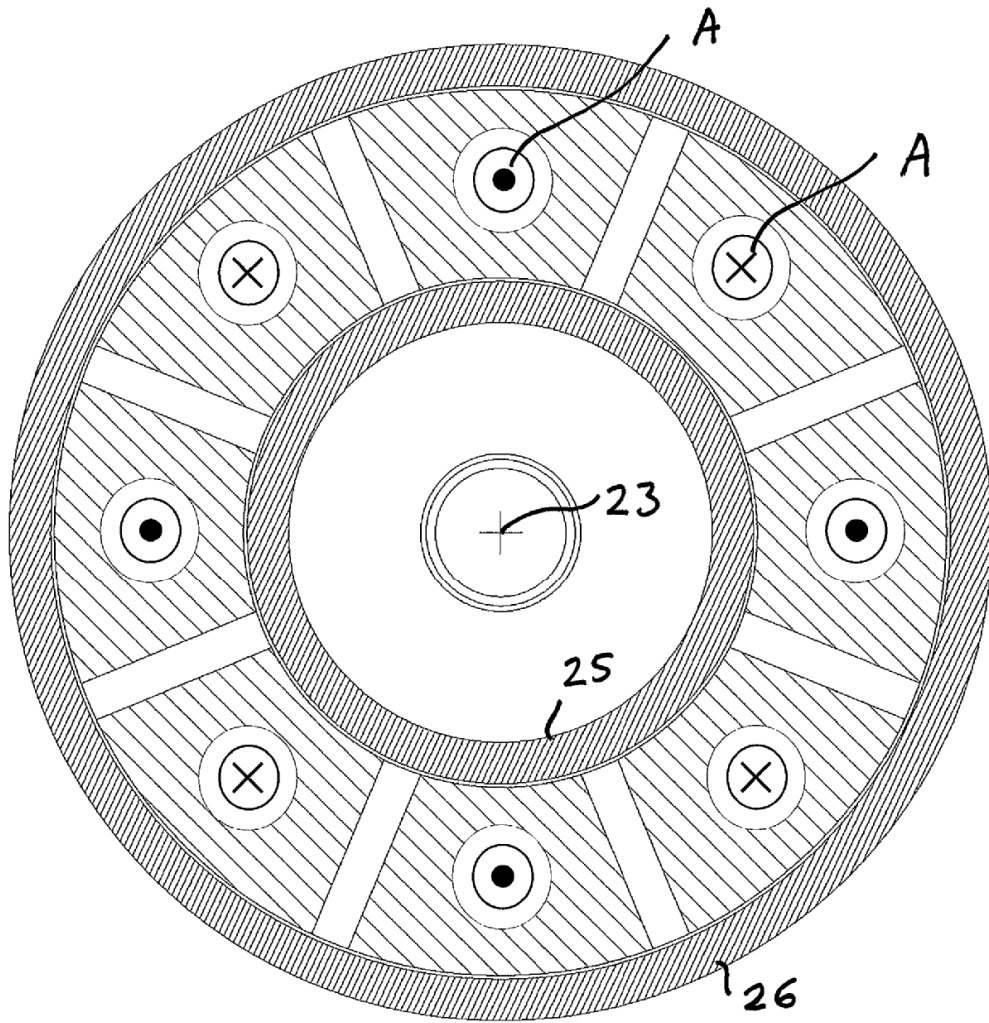


Fig 6

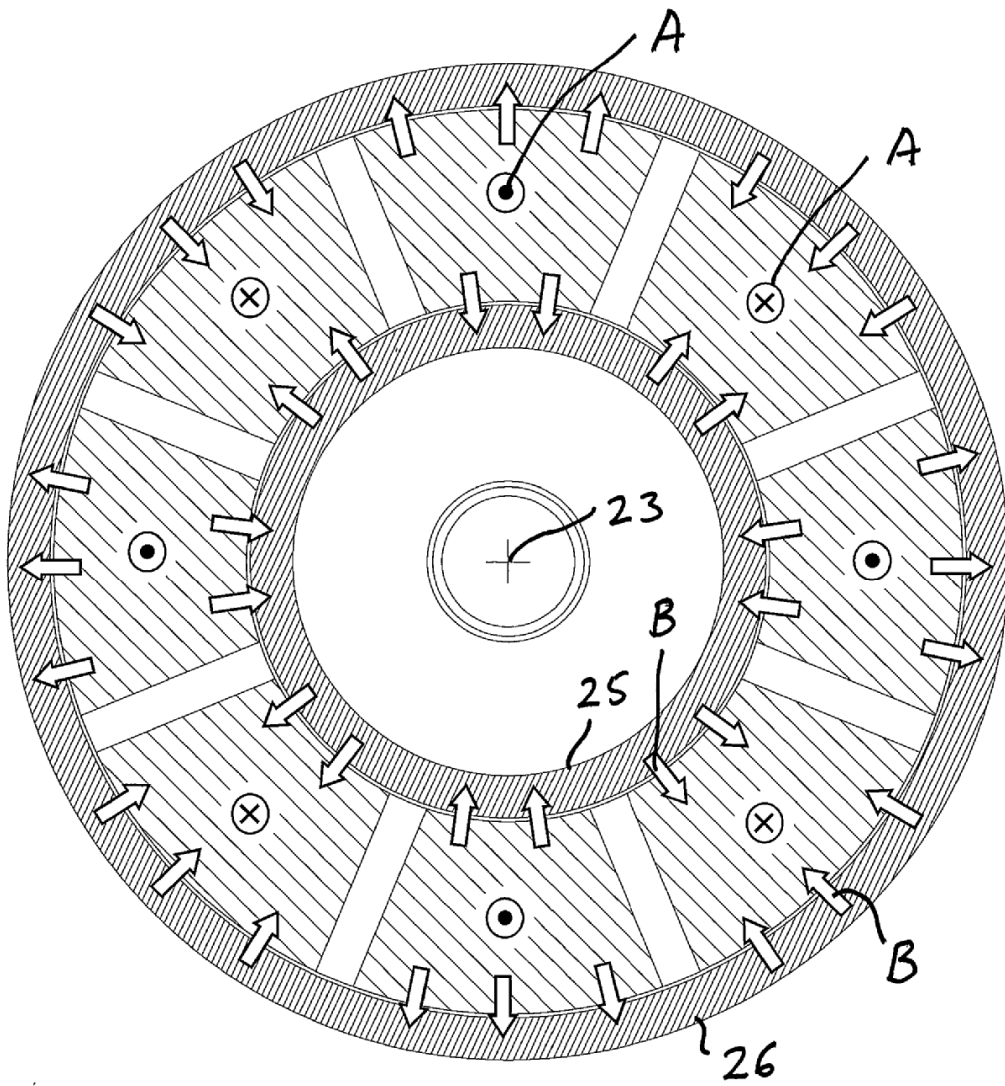


Fig 8

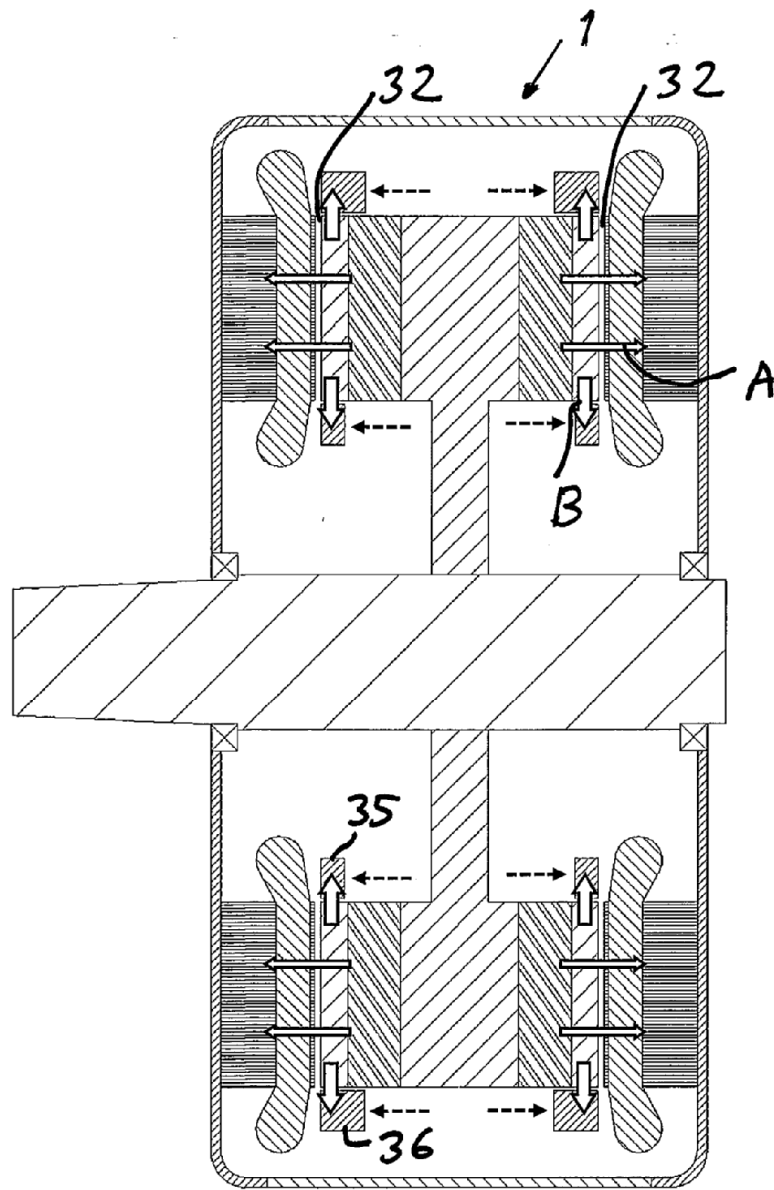


Fig 9

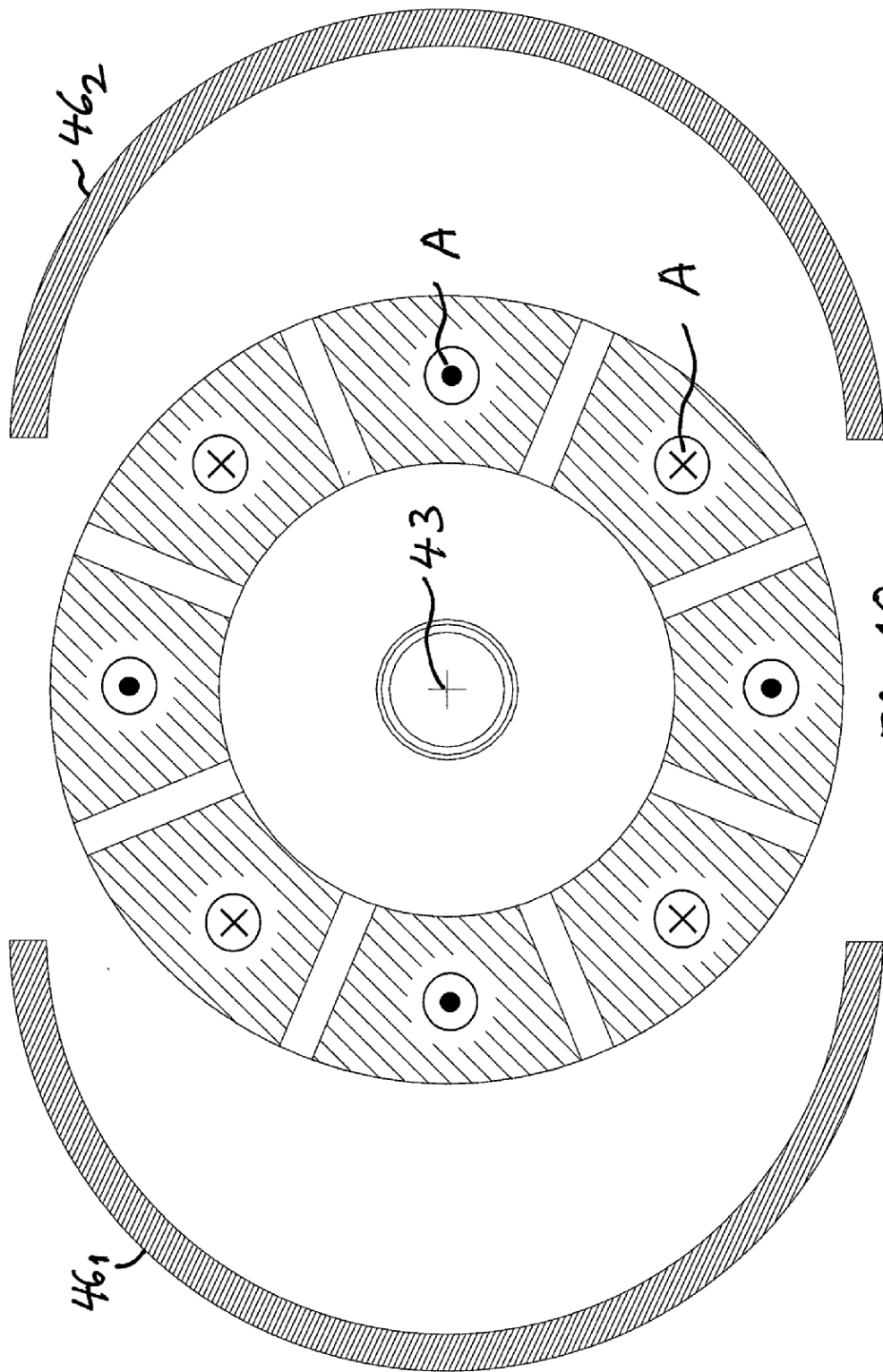


Fig 10

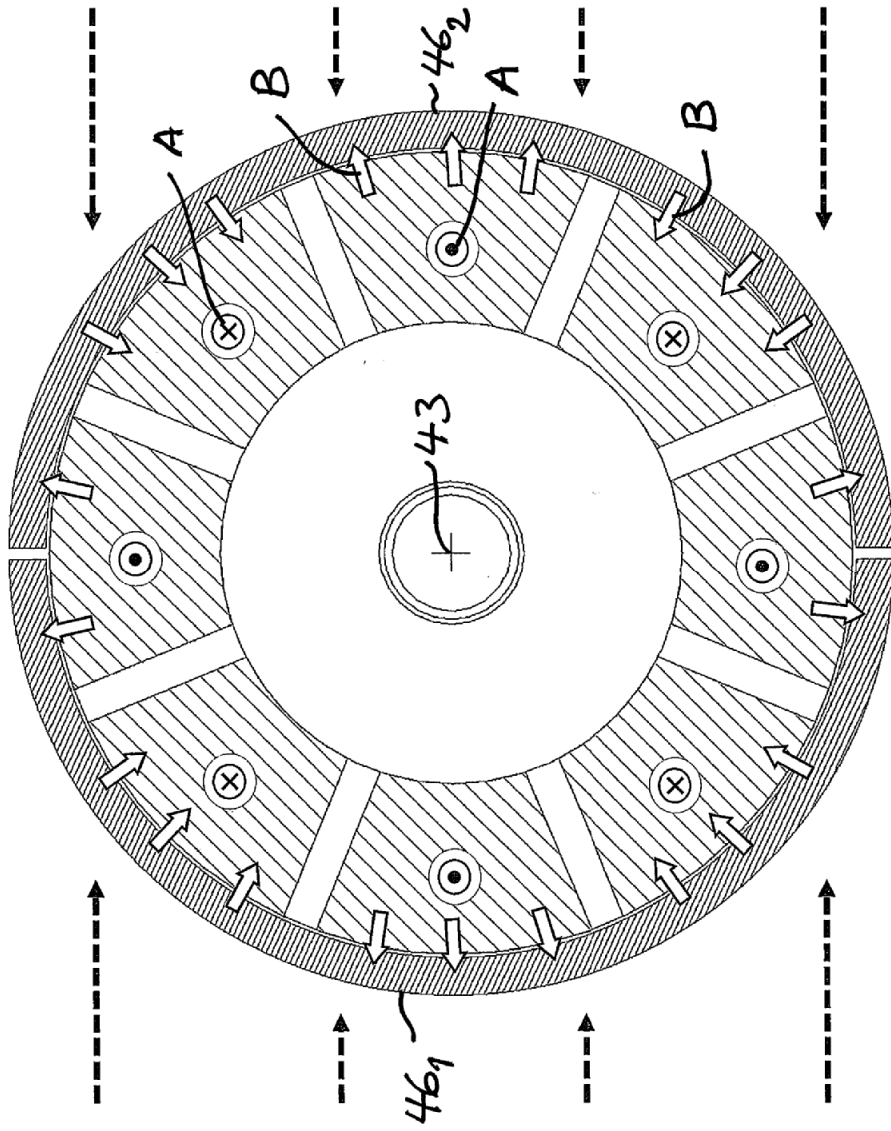


Fig 11

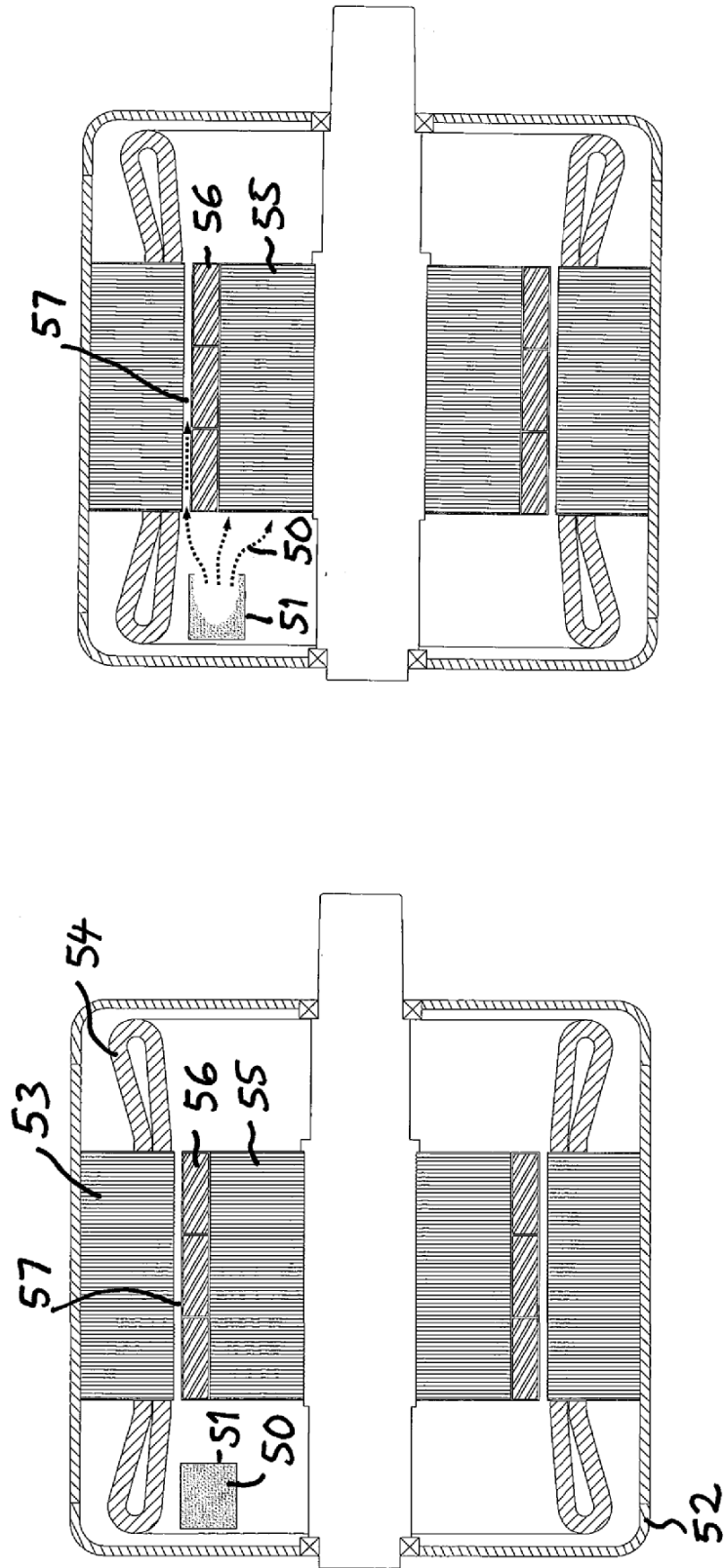
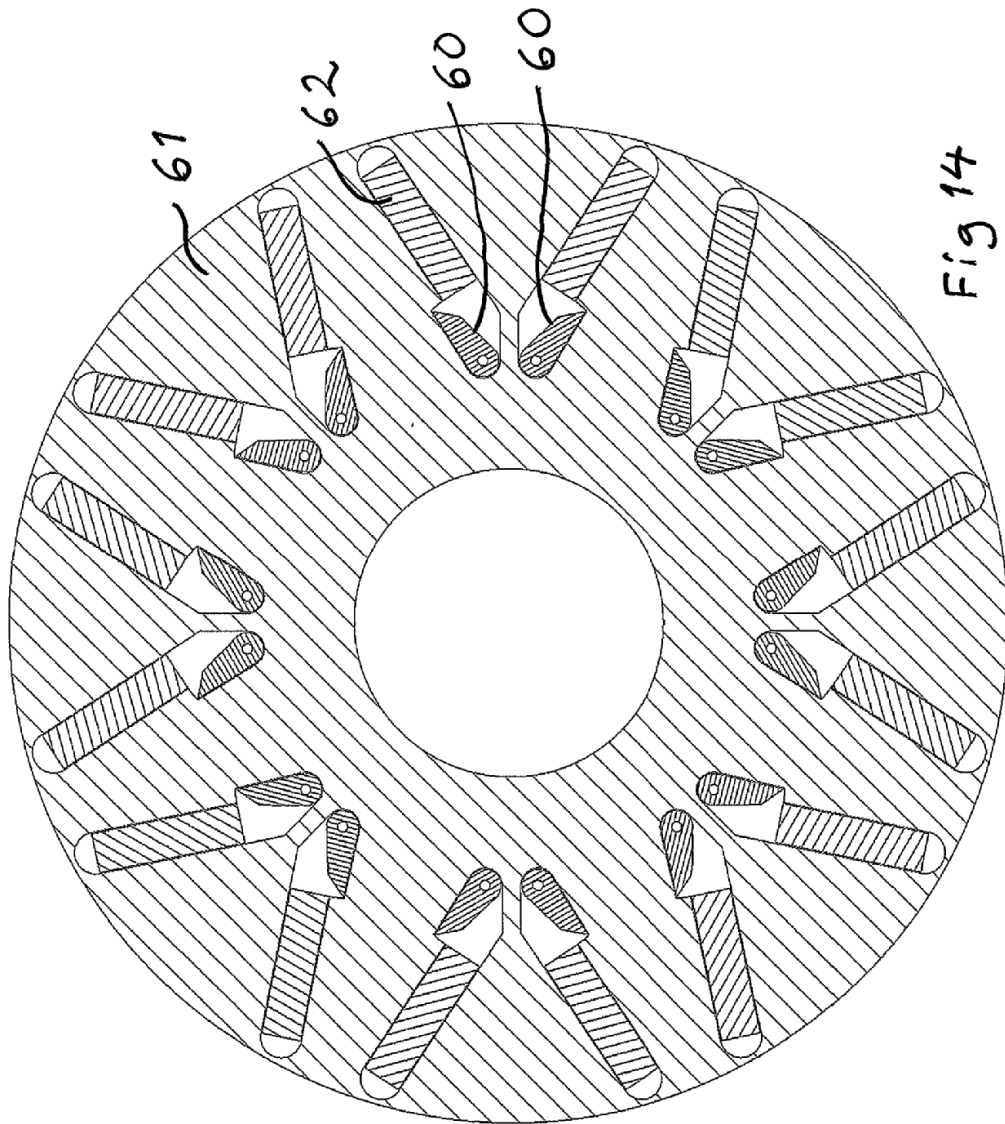


Fig 13

Fig 12



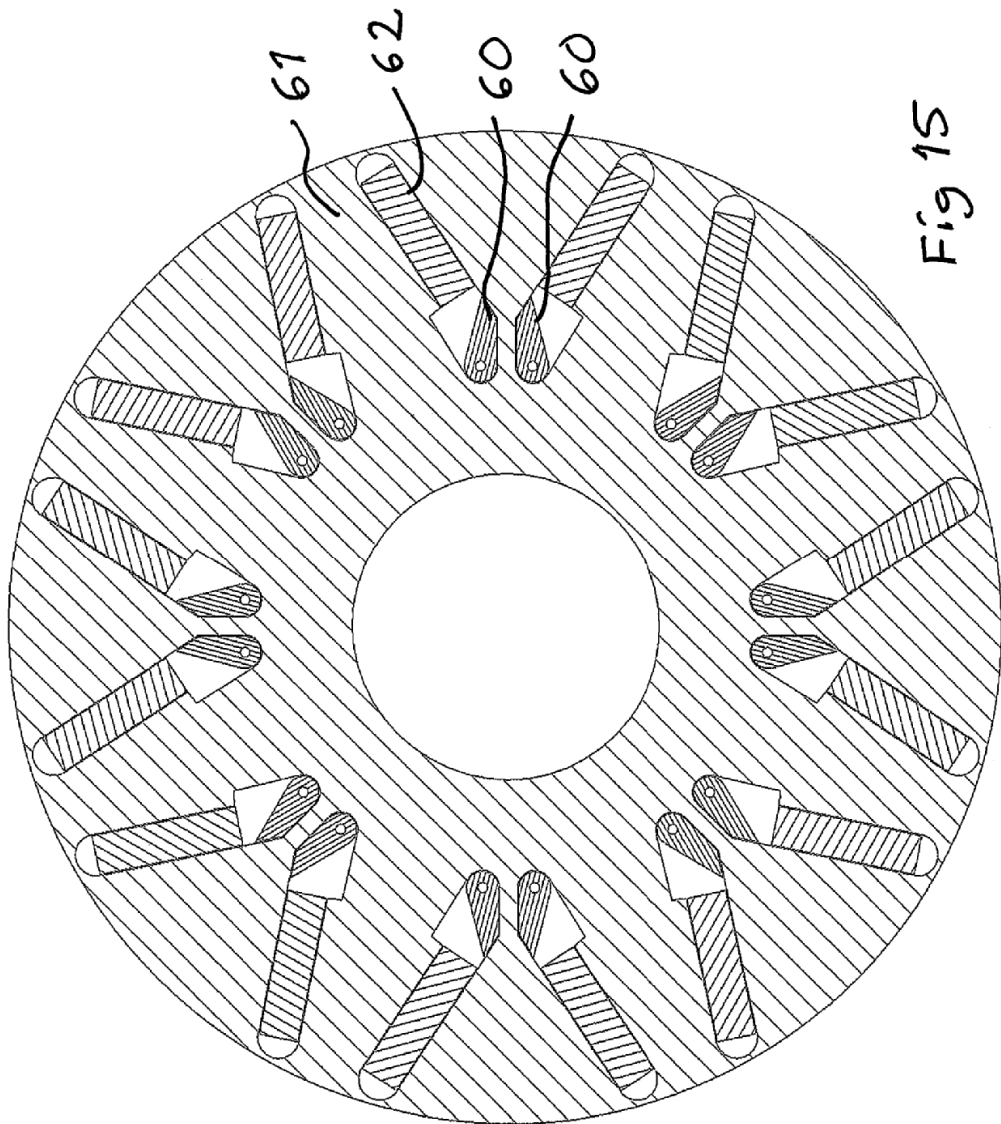


Fig 15

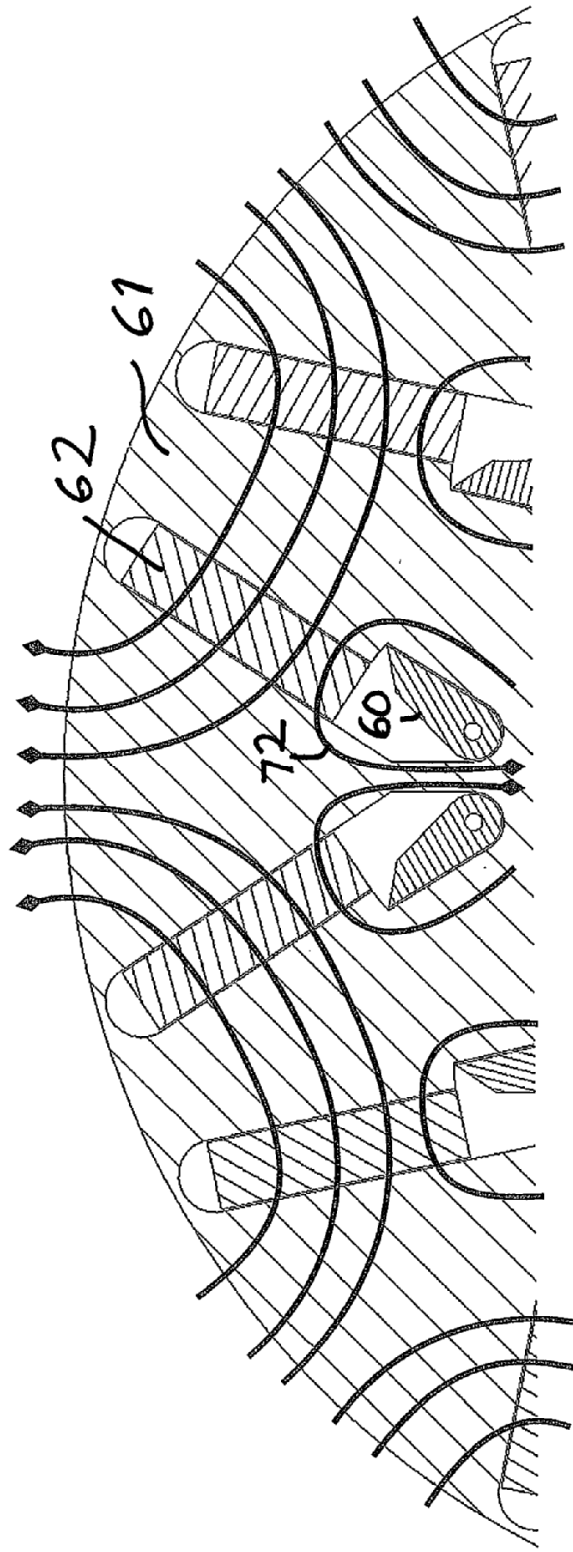


Fig 16



Fig 17

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Este listado de referencias citadas por el solicitante tiene como único fin la conveniencia del lector. No forma parte del documento de la Patente Europea. Aunque se ha puesto gran cuidado en la compilación de las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la EPO rechaza cualquier responsabilidad en este sentido.

Documentos de patentes citados en la descripción

- JP 2007022188 A [0006]
- DE 102014212872 A1 [0007]
- US 2004251765 A1 [0008]
- US 2008238220 A1 [0009]