

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 524 552**

51 Int. Cl.:

H02K 21/02 (2006.01)

H02K 3/18 (2006.01)

H02K 1/27 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2012 E 12008503 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.11.2014 EP 2608372**

54 Título: **Máquina rotativa eléctrica**

30 Prioridad:

22.12.2011 JP 2011281398

15.10.2012 JP 2012227651

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

10.12.2014

73 Titular/es:

YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA

(100.0%)

2500 Shingai

Iwata-shi, Shizuoka-ken 438-8501, JP

72 Inventor/es:

SHIMIZU, TSUKASA y

HINO, HARUYOSHI

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 524 552 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 rotativa eléctrica

5 La presente invención se refiere a una máquina rotativa eléctrica preferiblemente usada como un motor eléctrico como una fuerza de accionamiento, por ejemplo, para varios vehículos eléctricos incluyendo motocicletas eléctricas, y varias máquinas eléctricas.

10 Convencionalmente, como un motor eléctrico usado como una fuerza de accionamiento, por ejemplo, para varios vehículos eléctricos incluyendo motocicletas eléctricas y varios productos eléctricos, se conoce ampliamente una máquina rotativa eléctrica del tipo de intervalo radial y una máquina rotativa eléctrica del tipo de intervalo axial son ampliamente conocido. La máquina rotativa eléctrica del tipo de intervalo radial incluye un rotor que tiene imanes permanentes y configurado para girar alrededor de un eje de rotación y un estator cilíndrico que tiene devanados de estator y dispuesto en una dirección radial del rotor mediante un intervalo. Por otra parte, la máquina rotativa eléctrica del tipo de intervalo axial incluye un estator que tiene devanados de estator y un rotor en forma de disco circular con imanes permanentes y dispuesto en un lado de extremo del estator en la dirección axial del estator mediante un intervalo.

20 En los últimos años se ha querido disponer de un motor eléctrico pequeño y de altas prestaciones como una fuerza de accionamiento para varios vehículos eléctricos incluyendo motocicletas eléctricas. En este tipo del motor eléctrico, si el rango operativo desde un rango de velocidad de revolución baja y par alto a un rango de velocidad de revolución alta y par bajo es amplio, se puede obtener una fuerza de accionamiento requerida para una operación del vehículo sin usar una transmisión que normalmente es necesaria para un vehículo con un motor de combustión interna. Cuando se considera montar dicho motor en un vehículo, es preferible que el tamaño del motor eléctrico sea lo más pequeño posible. Por lo tanto, con el fin de lograr un motor eléctrico pequeño y de altas prestaciones, es preferible disponer tantos devanados como sea posible en la región limitada de disposición de devanado del estator, y se han realizado varias propuestas. Según algunas propuestas, se dice que el factor espacio del devanado ha sido mejorado y que por lo tanto se puede facilitar un motor eléctrico compacto capaz de generar un par alto.

30 Sin embargo, debido a las características de un motor eléctrico, un motor eléctrico tiene el problema de que, aunque se pueda generar un par alto en un rango de baja velocidad de revolución, el límite superior de la velocidad de revolución será limitado en un rango de alta velocidad de revolución. Es decir, en un motor eléctrico, aunque se pueda generar un par alto en un rango de baja velocidad de revolución, cuando el número de revoluciones aumenta, se incrementa el voltaje inducido (es decir, la fuerza contraelectromotriz), que se ha de generar en el devanado de estator dispuesto en el estator por un flujo magnético del imán permanente dispuesto en el rotor. Cuando la velocidad de revolución aumenta y llega a una cierta velocidad, el voltaje inducido en el devanado de estator es igual al voltaje aplicado del motor eléctrico, evitando el flujo de corriente eléctrica en el devanado de estator. A su vez, esto evita un aumento adicional de la velocidad de revolución. Para resolver este problema, lo que se ha hecho es, por ejemplo, disminuir el voltaje inducido (es decir, la fuerza contraelectromotriz) realizando un control de debilitamiento de campo.

45 Sin embargo, el control de debilitamiento de campo requiere una potencia eléctrica adicional para anular el voltaje inducido. Por lo tanto, en el caso de un producto que tenga un motor eléctrico usado en un estado en el que la potencia eléctrica sea suministrada desde fuera, el mayor consumo de potencia no da lugar a un tiempo acortado de posibilidad de accionamiento. Sin embargo, en el caso de un producto como una motocicleta eléctrica movida por una batería montada en ella, dado que la capacidad de la batería es limitada, la corriente eléctrica suministrada para anular el voltaje inducido al devanado de estator produce un mayor consumo de potencia eléctrica, dando lugar a un tiempo acortado de posibilidad de accionamiento. Por esta razón, se pide disminuir el consumo de potencia todo lo posible.

50 Los inventores propusieron una nueva estructura de un estator capaz de eliminar la necesidad de un control de debilitamiento de campo que induce consumo de potencia adicional. En esta propuesta, una porción dentada de un estator en la que está dispuesto un devanado se divide en al menos dos porciones dentadas divididas de manera relativamente móvil de modo que su movimiento relativo cambie el flujo del flujo magnético para disminuir el acoplamiento del flujo del devanado de estator al tiempo de una alta velocidad de revolución. Según esta propuesta, dado que el acoplamiento del flujo del devanado de estator al tiempo de una alta velocidad de revolución puede ser regulado por un medio físico, la potencia eléctrica requerida convencionalmente para el control de debilitamiento de campo se puede reducir o eliminar, lo que permitió proporcionar una máquina rotativa eléctrica capaz de disminuir el consumo de potencia.

60 En dicha máquina rotativa eléctrica que tiene dicha estructura, es deseable ampliar más el rango operativo desde un rango de velocidad de revolución baja y par alto a un rango de velocidad de revolución alta y par bajo.

65 Documento de Patente 1: La Publicación de la Solicitud de Patente japonesa no examinada número 2006-191782 es un documento de una serie de patentes japonesas de EP 1 670124, que describe una máquina rotativa eléctrica según el preámbulo de la reivindicación 1.

La presente invención se ha realizado a la luz de dichos problemas convencionales, y tiene por objeto proporcionar una máquina rotativa eléctrica capaz de ampliar más el rango operativo desde un rango de velocidad de revolución baja y par alto a un rango de velocidad de revolución alta y par bajo. Tal objeto se logra con una máquina rotativa eléctrica según la reivindicación 1.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar una máquina rotativa eléctrica del tipo de intervalo radial capaz de ampliar el rango operativo desde un rango de velocidad de revolución baja y par alto a un rango de velocidad de revolución alta y par bajo, que se puede controlar eficientemente aunque se use un imán permanente potente como un imán permanente para un rotor.

Otros objetos y ventajas de la presente invención serán evidentes por las realizaciones preferidas siguientes.

La estructura de la máquina rotativa eléctrica se explicará a continuación. Una máquina rotativa eléctrica incluye un rotor que tiene un imán permanente y configurado para girar alrededor de un eje de rotación y un estator dispuesto de manera que mire al rotor mediante un intervalo.

El estator incluye una porción dentada dispuesta de manera que mire al rotor mediante el intervalo, una porción de yugo de estator que forma un recorrido magnético de estator conjuntamente con la porción dentada, y uno o una pluralidad de devanados dispuestos de manera que ocupen al menos una parte de una región de disposición de devanado rodeada por la porción de yugo de estator y la porción dentada, y un mecanismo de cambio de resistencia magnética configurado para cambiar la resistencia magnética del recorrido magnético de estator cambiando mecánicamente el recorrido magnético de estator formado por la porción de yugo de estator y la porción dentada.

Dicho mecanismo de cambio de resistencia magnética está configurado para cambiar mecánicamente el recorrido magnético de estator entre un primer estado en el que la resistencia magnética del recorrido magnético de estator es pequeña y un segundo estado en el que la resistencia magnética del recorrido magnético de estator es relativamente mayor que la resistencia magnética del recorrido magnético de estator en el primer estado.

El único o una pluralidad de devanados incluyen un devanado de transporte de corriente a través del que una corriente eléctrica pasa en un estado en el que el recorrido magnético de estator es cambiado al segundo estado por el mecanismo de cambio de resistencia magnética.

Una región de la región de disposición de devanado que va desde un extremo de lado de porción de yugo de estator del devanado de transporte de corriente a un extremo lateral de rotor de la región de disposición de devanado está dividida en una posición intermedia en la dirección en que las porciones dentadas divididas de la porción dentada están dispuestas en una primera región dispuesta en un lado de rotor y una segunda región dispuesta en un lado de porción de yugo de estator. Un factor espacio del devanado de transporte de corriente definido por una relación del área en sección transversal de devanado total real del devanado de transporte de corriente existente en la primera región al área en sección transversal de la primera región se pone de manera que sea relativamente menor que un factor espacio del devanado de transporte de corriente (relación ocupada de devanado de transporte de corriente) definido por una relación del área en sección transversal de devanado total real del devanado de transporte de corriente existente en la segunda región al área en sección transversal de la segunda región.

Es preferible que dicho mecanismo de cambio de resistencia magnética incluya una pluralidad de porciones dentadas divididas formadas dividiendo la porción dentada en la dirección radial del eje de rotación. Al menos una de las porciones dentadas divididas entre la pluralidad de porciones dentadas divididas constituye una porción dentada dividida móvil relativamente móvil en una dirección circunferencial del eje de rotación con respecto a la otra porción dentada dividida. La porción dentada dividida móvil está constituida de tal manera que la porción dentada dividida móvil sea móvil en la dirección circunferencial para cambiar la resistencia magnética del recorrido magnético de estator entre el primer estado y el segundo estado.

La máquina rotativa eléctrica incluye un rotor que tiene un imán permanente y configurado para girar alrededor de un eje de rotación, y un estator dispuesto de manera que mire al rotor mediante un intervalo. El estator incluye una porción dentada dispuesta de manera que mire al rotor mediante el intervalo. Dicha porción dentada está dividida en una pluralidad de porciones dentadas divididas en una dirección desde una porción de extremo de lado de rotor hacia su porción de extremo lateral opuesto. La pluralidad de porciones dentadas divididas incluye una primera porción dentada dispuesta de manera que mire al rotor mediante el intervalo y una segunda porción dentada dispuesta en la porción de extremo lateral opuesto de la primera porción dentada. El estator incluye además una porción de yugo de estator a la que la segunda porción dentada está fijada y uno o una pluralidad de devanados dispuestos en una región de disposición de devanado rodeada por la porción dentada y la porción de yugo de estator de manera que ocupen al menos una parte de la región de disposición de devanado. Al menos una de las porciones dentadas divididas entre la pluralidad de porciones dentadas divididas de la porción dentada constituye una porción dentada dividida móvil relativamente móvil con respecto a la otra porción dentada dividida. Dicha porción dentada dividida móvil es móvil entre una primera posición en la que una resistencia magnética de un recorrido magnético formado por las porciones dentadas divididas de la porción dentada es pequeño y una segunda

- posición en la que una resistencia magnética de un recorrido magnético formado por las porciones dentadas divididas de la porción dentada es relativamente mayor que la resistencia magnética en la primera posición. Dicho uno o una pluralidad de devanados incluyen un devanado de transporte de corriente a través del que una corriente eléctrica pasa en un estado en el que la porción dentada dividida móvil está dispuesta en la segunda posición. La
- 5 región de la región de disposición de devanado que va desde un extremo de lado de porción de yugo de estator del devanado de transporte de corriente a un extremo lateral de rotor de la región de disposición de devanado está dividida en una posición intermedia de la porción dentada en una dirección radial del rotor a una primera región dispuesta en un lado de rotor y una segunda región dispuesta en un lado de porción de yugo de estator. Un factor espacio del devanado de transporte de corriente definido por una relación del área en sección transversal de
- 10 devanado total real del devanado de transporte de corriente existente en la primera región al área en sección transversal de la primera región se pone de manera que sea relativamente menor que un factor espacio del devanado de transporte de corriente definido por una relación del área en sección transversal de devanado total real del devanado de transporte de corriente existente en la segunda región al área en sección transversal de la segunda región.
- 15 Cualquiera de dichas máquinas rotativas eléctricas se puede formar como una máquina del tipo de intervalo radial en la que el rotor incluye un cuerpo principal de rotor columnar y un imán permanente dispuesto en una porción de borde periférico exterior del cuerpo principal de rotor, y un estator incluye una primera porción de estator cilíndrica que tiene una primera porción dentada, una segunda porción de estator cilíndrica dispuesta fuera de la primera
- 20 porción de estator que tiene una segunda porción dentada y una porción de yugo de estator, y uno o una pluralidad de devanados dispuestos en la región de disposición de devanado formada alrededor de la porción dentada de manera que ocupen al menos una parte de la región de disposición de devanado, y la segunda porción de estator es relativamente móvil en una dirección circunferencial de ambas porciones de estator con respecto a la primera porción de estator.
- 25 Alternativamente, la máquina rotativa eléctrica se puede formar como una máquina del tipo de intervalo axial en la que un rotor incluye un cuerpo principal de rotor en forma de disco circular rotativo alrededor de un eje de rotación y un imán permanente dispuesto en una superficie del cuerpo principal de rotor, y un estator está dispuesto de manera que mire al cuerpo principal de rotor en una dirección axial del eje de rotación.
- 30 En dicha máquina rotativa eléctrica del tipo de intervalo radial se puede usar un rotor incluyendo una pluralidad de imanes permanentes dispuestos en una superficie del cuerpo principal de rotor a lo largo de una dirección circunferencial a ciertos intervalos de manera embebida.
- 35 En dicha máquina rotativa eléctrica del tipo de intervalo axial, se puede usar el rotor incluyendo una pluralidad de imanes permanentes dispuestos en una superficie del cuerpo principal de rotor a lo largo de una dirección circunferencial a ciertos intervalos de manera expuesta hacia fuera.
- 40 En la máquina rotativa eléctrica del tipo de intervalo radial o del tipo de intervalo axial se puede usar un imán de neodimio como el imán permanente.
- 45 En la máquina rotativa eléctrica del tipo de intervalo radial o del tipo de intervalo axial, dicha primera porción dentada incluye una porción de cuerpo y un par de porciones sobresalientes laterales que se extienden desde ambos lados circunferenciales de una porción de extremo de lado de rotor de la porción de cuerpo en una dirección circunferencial.
- 50 En dicha máquina rotativa eléctrica, el flujo del flujo magnético de los imanes permanentes del rotor se puede cambiar moviendo relativamente la porción dentada dividida móvil si está configurada de tal manera que, en un estado en el que la porción dentada dividida móvil está dispuesta en la primera posición, la resistencia magnética de un recorrido que se extiende desde la porción de extremo de lado de rotor de una del par adyacente de porciones dentadas a la porción de extremo de lado de rotor de la otra del par adyacente de porciones dentadas mediante la porción de yugo de estator se pone de manera que sea menor que la resistencia magnética entre un par de porciones sobresalientes laterales adyacentes del par de porciones dentadas adyacentes, y en un estado en el que
- 55 la porción dentada dividida móvil está dispuesta en la segunda posición, la resistencia magnética del recorrido que se extiende desde la porción de extremo de lado de rotor de una del par adyacente de porciones dentadas a la porción de extremo de lado de rotor de la otra del par adyacente de porciones dentadas mediante la porción de yugo de estator se pone de manera que sea mayor que la resistencia magnética entre el par de porciones sobresalientes laterales adyacentes del par de porciones dentadas adyacentes.
- 60 En cualquiera de dichas máquinas rotativas eléctricas, el extremo lateral de rotor del devanado de transporte de corriente se puede disponer en una posición lejos del extremo lateral de rotor de la región de disposición de devanado hacia el lado de estator una distancia predeterminada, y no se forma ningún devanado en una región de lado de rotor en la región de disposición de devanado.
- 65 Además, se puede disponer un elemento de fijación de devanado para fijar el devanado entre el extremo lateral de rotor del devanado de transporte de corriente y el extremo lateral de rotor de la región de disposición de devanado.

- Además, dicho único o una pluralidad de devanados se pueden disponer de modo que el único o una pluralidad de devanados estén situados excéntricamente hacia el lado de porción de yugo de estator. Alternativamente, dicho único o una pluralidad de devanados se pueden formar de modo que el número de vueltas se incremente en la región de disposición de devanado desde el extremo lateral de rotor hacia el extremo de lado de porción de yugo de estator.
- Según otros objetos de la presente invención, se puede facilitar un vehículo equipado con dicha máquina rotativa eléctrica.
- Según otros objetos de la presente invención, se puede facilitar un dispositivo eléctrico equipado con dicha máquina rotativa eléctrica.
- Según la presente invención, se puede facilitar una máquina rotativa eléctrica capaz de ampliar el límite superior de la velocidad de revolución en un rango de alta velocidad de revolución y de ampliar también el rango operativo. Además, se puede facilitar una máquina rotativa eléctrica capaz de disminuir o eliminar la potencia eléctrica para un control de debilitamiento de campo convencional. Además, incluso en el caso de usar un imán permanente potente, se puede obtener un par alto en un rango de baja velocidad de revolución, y se puede ampliar el límite superior de la velocidad de revolución en el rango de alta velocidad de revolución y el rango operativo. Además, es posible proporcionar una máquina rotativa eléctrica que pueda controlar la disminución de la eficiencia disminuyendo la aparición de pérdida Joule generada en el imán permanente, la disminución de la fuerza magnética coercitiva del imán permanente producida por la generación de calor debido a la pérdida Joule, y la disminución de la eficiencia del motor eléctrico.
- [Figura 1] La figura 1 es una vista en sección transversal que representa esquemáticamente una estructura de una máquina rotativa eléctrica según una primera realización de la presente invención.
- [Figura 2] La figura 2 es una vista en perspectiva que representa elementos estructurales principales de la máquina rotativa eléctrica extraídos secuencialmente en la dirección axial.
- [Figura 3] La figura 3 es una vista en sección transversal que representa el rotor y el estator de la máquina rotativa eléctrica.
- [Figura 4A] La figura 4A es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 4-4 en la figura 3 y que representa un estado en el que la segunda porción dentada está en la primera posición en la que la primera porción dentada y la segunda porción dentada están dispuestas de manera alineada radialmente.
- [Figura 4B] La figura 4B es una vista en sección transversal correspondiente a la figura 4A, que representa un estado en el que la segunda porción dentada está en la segunda posición en la que la segunda porción dentada es movida relativamente con respecto a la primera porción dentada.
- [Figura 5A] La figura 5A es una vista en sección transversal parcialmente ampliada que representa la porción dentada en la que está dispuesto un devanado y su entorno en el primer estado representado en la figura 4A.
- [Figura 5B] La figura 5B es una vista en sección transversal parcialmente ampliada que representa la porción dentada en la que está dispuesto un devanado y su entorno en el segundo estado representado en la figura 4B.
- [Figura 6A] La figura 6A es una vista en sección transversal parcialmente ampliada correspondiente a la figura 5A que representa la máquina rotativa eléctrica según una segunda realización de la presente invención.
- [Figura 6B] La figura 6B es una vista en sección transversal parcialmente ampliada correspondiente a la figura 5B que representa la máquina rotativa eléctrica según la segunda realización de la presente invención.
- [Figura 7A] La figura 7A es una vista en sección transversal parcialmente ampliada correspondiente a la figura 5A que representa la máquina rotativa eléctrica según una tercera realización de la presente invención.
- [Figura 7B] La figura 7B es una vista en sección transversal parcialmente ampliada correspondiente a la figura 5B que representa la máquina rotativa eléctrica según la tercera realización de la presente invención.
- [Figura 8A] La figura 8A es una vista en sección transversal que representa esquemáticamente elementos estructurales principales de la máquina rotativa eléctrica según una cuarta realización de la presente invención.
- [Figura 8B] La figura 8B es una vista en sección transversal parcialmente ampliada del devanado y su entorno según la cuarta realización.
- [Figura 9] La figura 9 es una vista en perspectiva completa de elementos estructurales principales de una máquina rotativa eléctrica del tipo de intervalo axial según una quinta realización de la presente invención.

[Figura 10] La figura 10 es una vista esquemática que representa un vehículo equipado con una máquina rotativa eléctrica según la presente invención.

5 [Figura 11] La figura 11 es una vista esquemática que representa un producto eléctrico equipado con una máquina rotativa eléctrica según la presente invención.

Se explicarán realizaciones preferidas de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. El motor eléctrico como una máquina rotativa eléctrica R según las realizaciones de la presente invención se utiliza adecuadamente para una fuente de accionamiento principal o una fuente de accionamiento auxiliar en varios vehículos V incluyendo, por ejemplo, motocicletas eléctricas y otros vehículos que requieren un par alto a baja velocidad de revolución y un par bajo a alta velocidad de revolución (véase la figura 10). La máquina rotativa eléctrica según la presente invención no se limita al uso en estos vehículos, sino que puede ser usada, por ejemplo, para un motor eléctrico como una fuerza de accionamiento en productos eléctricos E incluyendo dispositivos electrónicos domésticos, tales como, por ejemplo, una lavadora, o dispositivos de automatización de oficina, tales como, por ejemplo, un reproductor DVD (véase la figura 11).

Las figuras 1 y 5 muestran esquemáticamente un motor del tipo de intervalo radial usado adecuadamente como un motor eléctrico para una motocicleta eléctrica según una primera realización de la presente invención. Como se representa en estos dibujos, el motor del tipo de intervalo radial incluye un rotor columnar 2 que tiene una pluralidad de imanes permanentes M dispuestos en una porción de borde periférico exterior a ciertos intervalos en una dirección circunferencial de manera embebida y que está configurado para girar alrededor de un eje de rotación 1, un estator cilíndrico 3 dispuesto de manera que mire a una porción de borde periférico exterior del rotor 2 en la dirección radial mediante un intervalo, y un mecanismo de giro 4 configurado para mover relativamente una porción dentada dividida móvil que constituye el estator 3, que se explicarán más tarde.

Como se representa en la figura 2, el rotor 2 incluye un cuerpo principal de rotor cilíndrico 10 que tiene el eje de rotación 1 en el centro axial. Una pluralidad (seis en esta realización) de piezas de imán permanente en forma de chapa M, teniendo cada una de ellas una sección rectangular transversal, están dispuestas en la dirección circunferencial del rotor 2 de manera embebida a intervalos constantes en la porción de borde periférico exterior del cuerpo principal de rotor 10.

En la pieza de imán permanente M se puede usar, por ejemplo, imanes de neodimio. En el caso de usar un imán permanente potente, en un motor eléctrico convencional, se puede generar un par alto, pero se inducirá un voltaje inducido grande (fuerza contraelectromotriz) en el devanado de estator al tiempo de un rango de alta velocidad de revolución, que disminuye la velocidad de revolución máxima. Sin embargo, en la máquina rotativa eléctrica según la presente invención, dicho problema se puede resolver con la estructura de disposición de devanado que se explicará.

La presente invención no se limita al caso de utilizar tales imanes permanentes potentes, y permite el uso de imanes permanentes disponibles convencionalmente que tienen una fuerza magnética normal. Además, los materiales, las características, las mediciones y el número de imanes permanentes no están limitados específicamente en la presente invención.

La pieza de imán permanente M se ha formado en forma de chapa que tiene una forma en sección transversal rectangular que se extiende a lo largo de la dirección axial X, e incrustada y fijada a una hendidura S que tiene una forma en sección transversal correspondiente y formada en la porción de borde periférico exterior del cuerpo principal de rotor 10 en una posición radialmente hacia dentro de la superficie circunferencial exterior una distancia predeterminada. Por lo tanto, aunque el cuerpo principal de rotor 10 gire a alta velocidad de revolución alrededor del eje de rotación 1, la pieza de imán permanente M no se sale al exterior en la dirección radial debido a la fuerza centrífuga dado que la pieza de imán permanente M está montada fijamente en la hendidura S.

El cuerpo principal de rotor 10 se forma, por ejemplo, uniendo una pluralidad de chapas finas de acero al silicio, cada una formada en una forma predeterminada por un proceso de troquelado, en la dirección axial X, de modo que se pueda reducir la posible pérdida de corriente transitoria a generar debido a los cambios del flujo magnético en el cuerpo principal de rotor 10.

En la realización, como se ha descrito anteriormente, dichas piezas de imán permanente M están dispuestas en la porción de borde periférico exterior del cuerpo principal de rotor 10 de manera embebida, y la pluralidad de piezas de imán permanente M están dispuestas en la dirección circunferencial, pero la presente invención no se limita a lo anterior. Por ejemplo, se puede disponer una pluralidad de piezas de imán permanente M en la superficie circunferencial exterior del cuerpo principal de rotor 10, y fijarse, por ejemplo, con un elemento cilíndrico de soporte de modo que las piezas de imán permanente no se salgan al exterior en la dirección radial por la fuerza centrífuga producida por la rotación del cuerpo principal de rotor 10. Además, en lugar de la pluralidad de piezas de imán permanente separadas e independientes, se puede usar un imán permanente integral formado integralmente en forma cilíndrica y magnetizado.

El estator 3 está dispuesto coaxialmente con el rotor 2 mediante un intervalo predeterminado y dispuesto radialmente hacia fuera del rotor 2 de manera que mire a dicho rotor 2. Como se representa en las figuras 2 y 3, el estator 3 incluye una primera porción de estator cilíndrica 3A dispuesta coaxialmente con el cuerpo principal de rotor 10 mediante un intervalo predeterminado y dispuesta hacia fuera de la superficie periférica exterior del cuerpo principal de rotor 10, y una segunda porción de estator cilíndrica 3B dispuesta coaxialmente con el rotor 2 mediante un intervalo predeterminado y dispuesta radialmente hacia fuera de la primera porción de estator 3A en un estado en el que la segunda porción de estator 3B puede ser móvil en la dirección circunferencial con relación a la primera porción de estator 3A.

El estator 3 incluye, como se representa en la figura 4A, una pluralidad de porciones dentadas 30 dispuestas a intervalos predeterminados a lo largo de la dirección circunferencial del rotor 2 con el intervalo formado radialmente hacia fuera del rotor 2. Cada porción dentada 30 está dividida, en una porción más próxima a una porción de extremo opuesto a una porción de extremo de lado de rotor, en dos porciones dentadas divididas en la dirección radial, es decir, una primera porción dentada 31 colocada más próxima al lado de rotor y una segunda porción dentada 32 colocada hacia fuera de la primera porción dentada 31.

La primera porción dentada 31 y la segunda porción dentada 32 están dispuestas mediante un intervalo predeterminado de modo que ambas porciones dentadas puedan ser relativamente móviles. El intervalo entre la primera porción dentada 31 y la segunda porción dentada 32 se pone de manera que sea menor que el intervalo entre el borde de extremo lateral de rotor de la primera porción dentada 31 y la superficie periférica exterior del rotor 2. Es decir, en un estado en el que la primera porción dentada 31 y la segunda porción dentada 32 están dispuestas de manera alineada radialmente, la resistencia magnética R_k (R_{k1}) entre la primera porción dentada 31 y la segunda porción dentada 32 es menor que la resistencia magnética R_h entre el borde de extremo lateral de rotor de la primera porción dentada 31 y el borde periférico exterior del rotor 2 (véase la figura 5A).

Cada primera porción dentada 31 se ha formado de modo que el borde de extremo de la porción de extremo de lado de rotor de la porción de cuerpo se forme en forma de arco circular correspondiente a la forma circunferencial exterior del rotor 2, y está provista integralmente de porciones sobresalientes laterales 31a y 31a que se extienden en la dirección circunferencial en ambas porciones circunferenciales laterales de la porción de extremo de lado de rotor de la porción de cuerpo.

El intervalo entre las porciones sobresalientes laterales 31a y 31a de las primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31 se pone de manera que sea mayor que el intervalo entre la primera porción dentada 31 y la segunda porción dentada 32. Específicamente, el intervalo entre las porciones sobresalientes laterales 31a y 31a se pone de modo que la resistencia magnética R_j entre las porciones sobresalientes laterales 31a y 31a de las primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31 sea mayor que 2 veces la resistencia magnética $2R_k$ ($2R_{k1}$) entre la primera porción dentada 31 y la segunda porción dentada 32 en un estado en el que la primera porción dentada 31 y la segunda porción dentada 32 están dispuestas de manera alineada radialmente (véase la figura 5A).

Cada primera porción dentada 31 está provista de un devanado 40. Como se representa en la figura 2, una pluralidad de primeras porciones dentadas 31 con estos devanados 40 constituyen la primera porción de estator cilíndrica 3A con molde de resina. El devanado 40 puede ser un solo devanado o una pluralidad de devanados separados e independientes. En esta realización se emplea un solo devanado. La estructura de disposición del devanado 40 se explicará más adelante.

La segunda porción dentada 32 se ha formado, como se representa en la figura 4A, integral con la porción de yugo de estator 50 de tal manera que la segunda porción dentada 32 sobresalga hacia dentro de la superficie circunferencial interior de la porción cilíndrica de yugo de estator 50, y se ha colocado correspondiente a la primera porción dentada 31. En esta realización, la segunda porción dentada 32 es una estructura integral con la porción de yugo de estator 50, pero puede estar configurada de tal manera que la segunda porción dentada 32 se forme por separado de la porción de yugo de estator 50 y se conecte y fije a la porción de yugo de estator 50. Como se representa en la figura 2, la segunda porción dentada 32 y la porción de yugo de estator 50 constituyen la segunda porción de estator cilíndrica 3B.

En la superficie periférica exterior de la porción de yugo de estator 50 que constituye la segunda porción de estator 3B, como se representa en la figura 2, en una parte de la región circunferencial, se ha formado una porción de engranaje 51 que tiene una pluralidad de dientes a lo largo de toda la longitud en la dirección longitudinal de la porción de yugo de estator 50. Como se representa en la figura 1, la porción de engranaje 51 engancha con un engranaje de rueda 4c que es movido rotativamente por un motor de accionamiento 4a del mecanismo de giro 4 mediante el mecanismo de reducción de velocidad 4b.

El motor de accionamiento 4a está estructurado para girar en ambas direcciones opuestas por un controlador no representado en el dibujo, y la fuerza rotacional del motor de accionamiento 4a es transmitida al piñón 4c mediante el mecanismo de reducción de velocidad 4b. La rotación del piñón 4c es transmitida a la porción de engranaje 51 de la porción de yugo de estator 50 (segunda porción de estator 3B), y la segunda porción de estator 3B es movida

relativamente en la dirección circunferencial con respecto a la primera porción de estator 3A, y la segunda porción dentada 32 puede ser movida libre y relativamente en un cierto rango en la dirección circunferencial de la primera porción dentada 31. De esta forma, controlando el motor de accionamiento 4a, las posiciones relativas de la primera porción dentada 31 y la segunda porción dentada 32 se pueden cambiar arbitrariamente y de forma continua o discontinua.

Controlando el motor de accionamiento 4a, la posición relativa de la segunda porción dentada 32 como una porción dentada dividida móvil con respecto a la primera porción dentada 31 se puede cambiar libremente de forma continua o de forma discontinua entre una posición de resistencia magnética mínima en la que, como se representa en la figura 4A, la resistencia magnética Rk1 del recorrido magnético formado por la primera porción dentada 31 y la segunda porción dentada 32 dispuestas de manera alineada radialmente es mínima y una posición de resistencia magnética máxima en la que, como se representa en la figura 4B, la segunda porción dentada 32 está colocada entre un par de primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31 y la resistencia magnética Rk2 del recorrido magnético formado por la primera porción dentada 31 y la segunda porción dentada 32 es máxima.

Cuando la posición de resistencia magnética mínima representada en la figura 4A se define como una primera posición y la posición de resistencia magnética máxima representada en la figura 4B se define como una segunda posición, la porción dentada dividida móvil (la segunda porción dentada 32) es controlada de modo que la porción dentada dividida móvil se mueva entre la primera posición y la segunda posición.

En la presente invención, no es preciso que la primera posición y la segunda posición correspondan exactamente a la posición de resistencia magnética mínima y la posición de resistencia magnética máxima, respectivamente. Por ejemplo, en la presente invención, pueden estar configuradas de tal manera que dos posiciones arbitrarias entre la posición de resistencia magnética mínima y la posición de resistencia magnética máxima se definan como la primera posición y la segunda posición, respectivamente, y que la porción dentada dividida móvil (segunda porción dentada) 32 se mueva entre la primera posición y la segunda posición. Además, en la presente invención, cuando un estado en el que la resistencia magnética del recorrido magnético de estator formado por la porción de yugo de estator 50 y la porción dentada 30 es pequeña se define como un primer estado, y un estado en el que la resistencia magnética del recorrido magnético de estator es relativamente mayor que el primer estado se define como un segundo estado, la presente invención incluye un caso en que el recorrido magnético de estator se cambia mecánicamente de modo que la resistencia magnética del recorrido magnético de estator se cambie entre el primer estado y el segundo estado. La explicación siguiente se hace utilizando dicha terminología, es decir, la primera posición y la segunda posición, pero se deberá entender que se pueden lograr los mismos efectos cuando estos términos se sustituyen por el primer estado y el segundo estado.

En esta realización se ejemplifica una porción dentada 30 que se divide en dos porciones en la dirección radial, pero la porción dentada no se limita a ello. En la presente invención, la porción dentada 30 puede estar dividida, por ejemplo, en tres o más porciones en la dirección radial. Cuando la porción dentada 30 se divide en tres o más porciones, la porción dentada dividida dispuesta más próxima al rotor 2 se define como la primera porción dentada 31, y la porción dentada dividida dispuesta en el lado exterior opuesto se define como la segunda porción dentada 32. En los casos donde la porción dentada se divide en tres o más porciones dentadas divididas, puede estar configurada de tal manera que al menos una de la pluralidad de porciones dentadas divididas constituya una porción dentada dividida móvil relativamente móvil con respecto a las otras porciones dentadas divididas, y la resistencia magnética del recorrido magnético formado por las porciones dentadas divididas se puede regular por el movimiento relativo de la porción dentada dividida móvil.

En esta realización, la explicación siguiente se hace de tal manera que cada porción dentada se divida en una primera porción dentada 31 y una segunda porción dentada 32, pero la estructura se puede entender de la siguiente manera. Es decir, se puede entender de tal manera que la primera porción dentada 31 constituya una porción dentada; la segunda porción dentada 32 y la porción de yugo de estator 50 constituyen una porción de yugo de estator; una porción cóncava 50a (véase la figura 5A) está formada en la superficie circunferencial interior de la porción de yugo de estator 50; y la porción de yugo de estator es relativamente móvil con respecto a la porción dentada (primera porción dentada 31) en la dirección circunferencial. Cuando se entiende que la porción dentada 30 tiene una estructura en la que la porción dentada 30 no está dividida en la dirección radial, se puede entender de tal manera que el estator 3 esté provisto de un mecanismo de cambio de resistencia magnética en el que el valor de resistencia magnética del recorrido magnético de estator cambie cuando el recorrido magnético de estator formado por la porción de yugo de estator 50 y la porción dentada 30 se cambie mecánicamente. Dicho mecanismo de cambio de resistencia magnética no se limita a un tipo como el representado en la realización en la que porciones dentadas están divididas, sino que puede tener cualquier otra estructura a condición de que el recorrido magnético de estator formado por una porción de yugo de estator 50 y una porción dentada 30 se cambie mecánicamente de modo que el valor de resistencia magnética del recorrido magnético de estator se pueda cambiar. Por ejemplo, un ejemplo de un mecanismo de cambio de resistencia magnética modificado incluye un mecanismo en el que, sin dividir cada porción dentada, la porción de yugo de estator 50 está dividida en la dirección circunferencial formando un intervalo magnético en una parte de la porción de yugo de estator 50 de modo que el intervalo magnético pueda ser regulable.

Mientras tanto, en el campo de las máquinas rotativas eléctricas de este tipo, en un motor eléctrico, al objeto de mejorar el rendimiento reduciendo al mismo tiempo el tamaño, se han hecho convencionalmente varias propuestas consistentes en disponer tantos devanados como sea posible en el estator. Por ejemplo, se ha propuesto mejorar el factor espacio del devanado por área unitaria cambiando la forma del devanado en el estator o la forma del devanado propiamente dicho. En otros términos, las propuestas convencionales solamente se referían a cómo disponer tantos devanados como fuese posible en una región limitada de disposición de devanado.

En resumen, en las propuestas convencionales, se ha intentado aumentar el par evitando al mismo tiempo la ampliación del motor propiamente dicho disponiendo tantos devanados como sea posible en una región limitada de disposición de devanado.

Sin embargo, como resultado de sabios experimentos e investigaciones, los autores de la presente invención hallaron el hecho de que dicho objeto de mejorar el par evitando al mismo tiempo la ampliación del motor propiamente dicho se puede lograr con dicho intento, pero es difícil lograr también un aumento del rango operativo desde el rango de velocidad de revolución baja y par alto al rango de velocidad de revolución alta y par bajo. En base a dichas conclusiones y el reconocimiento de que se necesitaban nuevos intentos, los inventores llevaron a cabo la presente invención. En otros términos, los inventores cambiaron su punto de vista con respecto al punto de vista convencional, y propusieron una nueva idea que es completamente contraria a la idea convencional de incrementar el factor espacio del devanado. Es decir, los inventores se atreven a emplear un método de "disminuir el factor espacio del devanado" que nunca tuvieron en consideración los ingenieros de desarrollo de motores convencionales dado que el método da lugar a una reducción de par y a un aumento de tamaño del motor.

Además, como se representa en la máquina rotativa eléctrica según la realización, en la estructura en la que la porción dentada se divide en una pluralidad de porciones dentadas y cualquiera de las porciones dentadas divididas es relativamente móvil con respecto a la otra porción dentada dividida, los inventores emplearon un método de cambiar el equilibrio del "factor espacio del devanado (relación de ocupación del devanado)". Además, se configuró para aumentar la diferencia entre el flujo magnético de imanes permanentes del rotor que acopla el devanado de estator cuando la resistencia magnética del recorrido magnético formado por una pluralidad de porciones dentadas es grande y el flujo magnético de imanes permanentes del rotor que acopla el devanado de estator cuando la resistencia magnética del recorrido magnético es pequeña. De esta forma se podría incrementar el rango operativo desde el rango de velocidad de revolución baja y par alto al rango de velocidad de revolución alta y par bajo. Más adelante se dará la explicación específica.

En esta realización, como se ha descrito anteriormente, la porción dentada 30 está provista de un devanado 40 dispuesto en la periferia de la porción dentada 30. Una región representada por la línea de trazos en la figura 5A se define como una región de disposición de devanado A en la que se puede colocar realmente un devanado, donde la región de disposición de devanado A es una de las regiones obtenidas dividiendo por igual una región rodeada por el par de porciones dentadas adyacentes 30 y 30 y la porción de yugo de estator 50 en la posición circunferencial intermedia del par de porciones dentadas adyacentes 30 y 30.

En el motor según esta realización, como se representa en las figuras 5A y 5B, el devanado 40 está dispuesto solamente en una parte de la región de disposición de devanado A. En detalle, el devanado 40 está dispuesto en una región en la región de disposición de devanado A definida por y entre una posición desplazada desde la porción de extremo de lado de rotor Ain de la región de disposición de devanado A hacia el lado de estator una cierta distancia L y la porción de extremo radialmente exterior de la primera porción dentada 31.

Como se representa en la figura 5A, el devanado 40 constituye un devanado de transporte de corriente 40E en el que una corriente eléctrica pasa a través de toda la porción del devanado 40 para generar un campo magnético en la primera posición en la que la primera porción dentada 31 y la segunda porción dentada 32 están dispuestas de manera alineada radialmente. Por otra parte, como se representa en la figura 5B, el devanado 40 también constituye un devanado de transporte de corriente 40E en el que una corriente pasa a través de toda la porción del devanado 40 generando un campo magnético incluso en la segunda posición en la que la segunda porción dentada 32 como una porción dentada dividida móvil es movida en la dirección circunferencial y dispuesta entre el par de primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31. Por lo tanto, en esta realización, el devanado de transporte de corriente 40E en la primera posición y el devanado de transporte de corriente 40E en la segunda posición son los mismos.

La figura 5B representa un estado en el que la porción dentada dividida móvil 32 está en la segunda posición en la que la porción dentada dividida móvil 32 se ha movido relativamente con respecto a la otra porción dentada dividida 31 de modo que la resistencia magnética R_k (R_{k2}) del recorrido magnético formado por las porciones dentadas divididas 31 y 32 sea grande. En este estado de segunda posición, la región desde el extremo de lado de porción de yugo de estator (es decir, el extremo exterior) Aout del devanado de transporte de corriente 40E (todos los devanados en esta realización) en la región de disposición de devanado A al extremo lateral de rotor Ain (es decir, el extremo interior) de la región de disposición de devanado A está dividida, en la posición intermedia en la dirección en la que las porciones dentadas divididas 31 y 32 de las porciones dentadas 30 están dispuestas, en una primera región A1 dispuesta en el lado de rotor y una segunda región A2 dispuesta en el lado de porción de yugo de estator como se representa con la línea de dos trazos.

La "posición intermedia" en la presente invención no solamente significa una posición dividida por igual geométrica y estrictamente, y significa una posición arbitraria intermedia que tiene un cierto rango en una región radialmente intermedia. Por ejemplo, usando esta realización como ejemplo, en esta realización, la posición intermedia se define como una posición donde la distancia entre el lado de extremo radialmente exterior Aout de la primera porción dentada dividida 31 (es decir, el extremo de lado de porción de yugo de estator de la primera porción dentada dividida 31) y el extremo de lado de rotor interior Ain de la región de disposición de devanado A está dividida por igual. Sin embargo, en la presente invención, en vez de la posición dividida estricta e igualmente como se ha mencionado anteriormente, la "posición intermedia" puede ser definida como una posición arbitraria en la dirección radial de la región intermedia que tiene una cierta anchura entre el extremo de lado de porción de yugo de estator Aout y el extremo de lado de rotor interior Ain. En otros términos, la "posición intermedia" en la presente invención no es solamente una posición intermedia estricta geoméricamente, sino que se deberá entender que incluye una posición intermedia aproximada en un significado general, incluyendo una posición que tiene una cierta anchura alrededor de la posición intermedia geoméricamente estricta. Esta interpretación también se deberá aplicar a las otras realizaciones siguientes.

El factor espacio del devanado de transporte de corriente (S_{40E}/S_{A1}) definido como la relación de la área en sección transversal de devanado total real 543E del devanado de transporte de corriente 40E dispuesto en la primera región A1 al área en sección transversal S_{A1} de la primera región A1 se pone de manera que sea relativamente menor que el factor espacio del devanado de transporte de corriente (S_{40E}/S_{A2}) definido como la relación de la área en sección transversal de devanado total real S40E del devanado de transporte de corriente 40E dispuesto en la segunda región A2 al área en sección transversal S_{A2} de la segunda región A2.

En la presente invención, las razones para establecer el factor espacio del devanado de transporte de corriente como se ha descrito anteriormente son las siguientes. Como se representa en las figuras 4A y 5A, en un estado en el que la segunda porción dentada 32 como la porción dentada dividida móvil está en la primera posición en la que la primera porción dentada 31 y la segunda porción dentada 32 están dispuestas de manera alineada radialmente, cuando el rotor 2 está girando a baja velocidad de revolución, se genera un voltaje inducido (fuerza contraelectromotriz) en el devanado 40 por el flujo magnético de las piezas de imán permanente M al tiempo de la rotación. Cuando la velocidad de revolución es lenta, el voltaje inducido es relativamente pequeño en comparación con el voltaje aplicado del devanado 40, y por lo tanto la velocidad de revolución se puede incrementar más.

Sin embargo, cuando la velocidad de revolución del rotor 2 aumenta, el voltaje inducido generado en el devanado 40 aumenta gradualmente por el flujo magnético rotativo de las piezas de imán permanente M. Cuando la velocidad de revolución llega a una cierta velocidad de revolución, el voltaje aplicado al devanado 40 y el voltaje inducido generado en el devanado 40 son iguales, y por lo tanto la velocidad de revolución llega al límite superior. En este caso, naturalmente, el límite superior de la velocidad de revolución se puede incrementar aumentando el voltaje aplicado al devanado 40. Sin embargo, no es aconsejable dado que el consumo de potencia aumenta de forma significativa.

Como un método para incrementar la velocidad de revolución resolviendo el punto débil de las características rotacionales de un motor, es decir, un método de cambiar desde una revolución baja y par alto a una revolución alta y par bajo, se conoce un método de control de debilitamiento de campo. Como un método capaz de sustituir o soportar un método de control de debilitamiento de campo convencional, como se ha explicado anteriormente, los inventores propusieron un método de controlar el voltaje inducido cambiando el flujo del flujo magnético con una estructura mecánica para disminuir el acoplamiento del flujo del devanado de estator del flujo magnético de los imanes permanentes al tiempo de una velocidad de revolución alta.

Es decir, los inventores propusieron dividir la porción dentada del estator en al menos dos porciones divididas de modo que las porciones dentadas divididas se puedan mover relativamente para cambiar el flujo del flujo magnético para disminuir por ello el acoplamiento del flujo del devanado de estator por el flujo magnético de los imanes permanentes al tiempo de una velocidad de revolución alta. Sin embargo, en los casos donde se usaba un imán permanente más potente, aunque era posible aumentar el par, surgía un nuevo problema consistente en que el límite superior de la velocidad de revolución disminuye, lo que evita un aumento adicional del rango operativo.

Para resolver este nuevo problema, en la presente invención, como se ha explicado anteriormente, se ha ideado la estructura de disposición del devanado 40. Es decir, el factor espacio del devanado de transporte de corriente definido como la relación de la área en sección transversal de devanado total real S_{40E} del devanado de transporte de corriente 40E en cada región A1 y A2 al área en sección transversal de la primera región A1 y la segunda región A2 se pone de modo que el factor espacio en la primera región A1 sea relativamente menor que el factor espacio en la segunda región A2.

Como se representa en la figura 5A, en el estado de primera posición en el que la primera porción dentada 31 y la segunda porción dentada 32 están dispuestas de manera alineada radialmente, la resistencia magnética R_k (R_{k1}) del intervalo entre la primera porción dentada 31 y la segunda porción dentada 32 es significativamente menor relativamente que la resistencia magnética R_j entre las porciones sobresalientes laterales 31a y 31a formadas en la

porción de extremo de lado de rotor de las primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31 (es decir, $2R_k (2R_{k1}) < R_j$). Por lo tanto, la resistencia magnética total $2R_k (2R_{k1})$ del recorrido magnético que se extiende desde una del par de porciones dentadas adyacentes 30 y 30 a la otra del par de porciones dentadas adyacentes 30 y 30 mediante la porción de yugo de estator 50 es menor que la resistencia magnética R_j entre las porciones sobresalientes laterales 31a y 31a formadas en las porciones de extremo de lado de rotor de las primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31. Por esta razón, la mayor parte del flujo magnético de la pieza de imán permanente M del rotor 2 pasa a través del recorrido magnético que se extiende desde una del par de porciones dentadas adyacentes 30 y 30 a la otra del par de porciones dentadas adyacentes 30 y 30 mediante la porción de yugo de estator 50.

Por otra parte, como se representa en la figura 5B, en el estado de segunda posición en el que la segunda porción dentada 32 como una porción dentada dividida móvil es movida con respecto a la primera porción dentada 31, la resistencia magnética $R_k (R_{k2})$ entre la primera porción dentada 31 y la segunda porción dentada 32 es relativamente mayor que la resistencia magnética R_j entre las porciones sobresalientes laterales 31a y 31a formadas en las porciones de extremo de lado de rotor de las primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31 ($R_j < 2 \times R_k (2 \times R_{k2})$). Se deberá indicar que no es preciso que las resistencias magnéticas adyacentes $R_k (R_{k2})$ en la dirección circunferencial sean las mismas. Por lo tanto, la resistencia magnética total $2R_k (2R_{k2})$ del recorrido magnético que se extiende desde la primera porción dentada 31 de una del par de porciones dentadas adyacentes 30 y 30 a la otra del par de porciones dentadas adyacentes 30 y 30 mediante la segunda porción dentada 32 dispuesta entre las primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31 es mayor que la resistencia magnética R_j entre las porciones sobresalientes laterales 31a y 31a de las primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31. Por lo tanto, el flujo magnético de las piezas de imán permanente M del rotor 2 pasa a través del recorrido magnético que se extiende desde la porción de extremo de lado de rotor de una de las primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31, la porción lateral sobresaliente 31a de una de las primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31, la porción lateral sobresaliente 31a de la otra de las primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31, y la porción de extremo de lado de rotor de la otra de las primeras porciones dentadas adyacentes 31a y 31a.

De esta forma, moviendo la segunda porción dentada 32 como una porción dentada dividida móvil con relación a la primera porción dentada 31, se puede cambiar el flujo del flujo magnético principal.

Como se representa en la figura 5A, en el estado de primera posición en el que la primera porción dentada 31 y la segunda porción dentada 32 están dispuestas de manera alineada radialmente, como se ha descrito anteriormente, la mayor parte del flujo magnético de la pieza de imán permanente M del rotor 2 pasa a través de un recorrido magnético que se extiende desde una del par de porciones dentadas adyacentes 30 y 30 a la otra del par de porciones dentadas adyacentes 30 y 30 mediante la porción de yugo de estator 50. Por lo tanto, cuando la velocidad de revolución del rotor 2 aumenta en este estado de primera posición, dado que la mayor parte del flujo magnético de la pieza de imán permanente M cruza el devanado 40 generando un voltaje inducido grande en el devanado 40. Por lo tanto, en este estado de primera posición, el rotor 2 no se puede girar a una velocidad de revolución alta que supere una cierta velocidad de revolución.

Por el contrario, como se representa en la figura 5B, en el estado de segunda posición en el que la segunda porción dentada 32 es movida relativamente con respecto a la primera porción dentada 31, el flujo magnético de uno de los polos magnéticos de uno de los imanes permanentes M y M pasa a través de un circuito magnético que tiene un recorrido principal que se extiende desde una porción de extremo de lado de rotor de una de las primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31 a una porción de extremo de lado de rotor de la otra de las primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31 mediante una porción sobresaliente lateral 31a de la porción de extremo de lado de rotor de una de las primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31, y una porción sobresaliente lateral 31a de una porción de extremo de lado de rotor de la otra de las primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31. De esta forma, dado que la mayor parte del flujo magnético del imán permanente M pasa a través de la resistencia magnética R_j entre las porciones sobresalientes laterales 31a y 31a de las primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31, el acoplamiento del flujo del devanado 40 disminuye, lo que, a su vez, reduce de forma significativa el voltaje inducido del devanado 40. Por lo tanto, el límite superior de la velocidad de revolución del rotor 2 se puede incrementar.

Mientras tanto, el inventor descubrió el hecho de que, en el estado de segunda posición en el que la segunda porción dentada 32 es movida con respecto a la primera porción dentada 31, no todo el flujo magnético del imán permanente M pasa a través de la resistencia magnética R_j entre las porciones sobresalientes laterales 31a y 31a de las primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31, sino que parte del flujo magnético pasa a través de una porción distinta de la porción entre las porciones de extremo de lado de rotor de las primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31, es decir, una porción entre las porciones dentadas adyacentes 30 y 30, como un escape de flujo magnético, y que el voltaje inducido generado en el devanado 40 por este escape de flujo magnético evita el aumento del límite superior de la velocidad de revolución del rotor 2. Convencionalmente, como se ha descrito anteriormente, se consideraba que era preferible disponer tantos devanados como fuese posible en la región de disposición de devanado A que rodea la porción dentada 30 desde su porción de extremo de lado de rotor a su porción de extremo lateral opuesto, para aumentar el factor espacio del devanado.

Sin embargo, los inventores hallaron el hecho de que la influencia del escape de flujo magnético que acopla con el

devanado 40 especialmente devanado en la porción de extremo de lado de rotor de la porción dentada en la región de disposición de devanado A no puede ser ignorada, e idearon la disposición de devanado. Especialmente en el caso de usar un imán, tal como, por ejemplo, un imán de neodimio, que genera una fuerza magnética potente, el escape de flujo magnético que acoplaba con el devanado enrollado alrededor de la porción de extremo de lado de rotor de la porción dentada aumenta, y por lo tanto su influencia es mayor. Por lo tanto, especialmente en tal caso, la presente invención puede ejercer efectos significativos.

Como un método específico para establecer el factor espacio del devanado de transporte de corriente definido anteriormente de manera que sea relativamente menor en la primera región A1 que en la segunda región A2, por ejemplo, como se representa en las figuras 4 y 5, se puede ejemplificar un método en el que el devanado 40 se forma en un estado en el que está desplazado al lado de porción de yugo de estator con relación a la porción dentada 30 de modo que no se forme ningún devanado en una región predeterminada de la porción de extremo de lado de rotor. En este caso, se puede disponer un elemento de fijación de devanado F en una porción donde no se forma ningún devanado (véase la figura 5A). Además, la primera porción dentada 31 incluyendo el devanado 40 se puede formar en forma cilíndrica con un molde de resina.

Como se ha descrito anteriormente, en el estado de segunda posición en el que la segunda porción dentada 32 es movida relativamente con respecto a la primera porción dentada 31, el escape de flujo magnético entre las primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31 es mayor en la porción de extremo de lado de rotor que en el extremo de lado de porción de yugo de estator. Por lo tanto, disponiendo el devanado 40 de modo que el factor espacio del devanado de transporte de corriente sea relativamente menor en la primera región A1 que en la segunda región A2, el voltaje inducido (fuerza contraelectromotriz) inducido por el devanado de transporte de corriente 40E existente en la primera región A1 puede ser controlado. Por lo tanto, controlando la posición relativa de la segunda porción dentada 32 con respecto a la primera porción dentada 31, la cantidad del voltaje inducido (fuerza contraelectromotriz) inducido en el devanado 40 puede ser controlado, lo que, a su vez, puede aumentar la velocidad de revolución máxima del rotor 2 determinada por la cantidad del voltaje inducido (fuerza contraelectromotriz).

Como se ha explicado anteriormente, dado que el rango operativo puede ser ampliado incrementando la velocidad de revolución máxima controlando la posición de la segunda porción dentada 32 con respecto a la primera porción dentada 31, no hay necesidad de suministrar electricidad requerida para el control de fuerza contraelectromotriz como en el caso del control de campo magnético débil. Por lo tanto, el consumo de potencia de todo el motor se puede controlar.

En la presente invención, el control posicional de la segunda porción dentada 32 con respecto a la primera porción dentada 31 no se limita al caso en el que la primera posición representada en la figura 5A en la que la primera porción dentada 31 y la segunda porción dentada 32 están dispuestas de manera alineada radialmente y la segunda posición representada en la figura 5B en la que la segunda porción dentada 32 es movida relativamente con respecto a la primera porción dentada 31 son controladas de manera que se conmuten alternativamente. En otros términos, la presente invención incluye un caso en el que la segunda porción dentada 32 es controlada de forma continua o de forma discontinua de manera que sea movida con relación a la primera porción dentada 31 entre la primera posición y la segunda posición. Por el control continuo o discontinuo, el motor puede proporcionar un rendimiento en el estado más eficiente dependiendo de la velocidad de revolución.

En esta realización, la explicación se refiere a un caso en el que solamente se ejecutó el control posicional de la segunda porción dentada 32 con respecto a la primera porción dentada 31. Sin embargo, la presente invención permite el uso combinado de dicho control posicional y el control de debilitamiento de campo convencional.

Las figuras 6A y 6B son vistas ampliadas en sección transversal correspondientes a las figuras 5A y 5B que representan la porción de devanado y el entorno del motor eléctrico según una segunda realización de la presente invención. En la segunda realización, el devanado 40 se ha formado en una región correspondiente a la primera porción dentada 31 en la región de disposición de devanado A de modo que el número de vueltas aumente desde la porción de extremo de lado de rotor de la primera porción dentada 31 hacia la porción de extremo lateral opuesto para cambiar el factor espacio de devanado.

También en esta realización, como se representa en la figura 6A, pasa electricidad a través de toda la porción del devanado 40 en la primera posición en la que la primera porción dentada 31 y la segunda porción dentada 32 están dispuestas de manera alineada radialmente, y por lo tanto el devanado 40 constituye un devanado de transporte de corriente 40E que genera un campo magnético. Por otra parte, como se representa en la figura 6B, también en la segunda posición en la que la segunda porción dentada 32 como una porción dentada dividida móvil es movida y está dispuesta entre el par de las primeras porciones dentadas adyacentes 31 y 31, pasa electricidad a través de toda la porción del devanado 40 y por lo tanto toda la porción del devanado 40 constituye un devanado de transporte de corriente 40E que genera un campo magnético. Por lo tanto, en esta realización, el devanado de transporte de corriente 40E en la primera posición y el devanado de transporte de corriente 40E en la segunda posición coinciden uno con otro.

Como se representa en la figura 6B, en un caso en el que la porción dentada dividida móvil 32 es movida relativamente con respecto a la otra porción dentada dividida 31 y está en la segunda posición en la que la resistencia magnética R_k (R_{k2}) del recorrido magnético formado por ambas porciones dentadas divididas 31 y 32 es grande, una región en la región de disposición de devanado A desde el extremo de lado de estator Aout del devanado de transporte de corriente 40 E a través del que pasa una corriente eléctrica en la segunda posición al extremo lateral de rotor Ain en la región de disposición de devanado A está dividida, en una posición intermedia en la dirección en la que las porciones dentadas divididas 31 y 32 de la porción dentada 30 están dispuestas, en una primera región A1 dispuesta en el lado de rotor y una segunda región A2 dispuesta en el lado de porción de yugo de estator como se representa con la línea de dos trazos.

El factor espacio del devanado de transporte de corriente definido como la relación (S_{40E}/S_{A1}) de la área en sección transversal de devanado total real S_{40E} del devanado de transporte de corriente 40E existente en la primera región A1 a la zona en sección transversal S_{A1} de la primera región A1 se pone de manera que sea relativamente menor que el factor espacio del devanado de transporte de corriente definido como la relación (S_{40E}/S_{A2}) de la área en sección transversal de devanado total real S_{40E} del devanado de transporte de corriente 40E de la segunda región A2 a la zona en sección transversal S_{A2} de la segunda región A2.

Por lo tanto, también en esta realización, de la misma manera que en la primera realización, la velocidad de revolución máxima se puede incrementar por el control posicional de la segunda porción dentada 32 con respecto a la primera porción dentada 31 ampliando el rango operativo.

La otra estructura, las funciones y los efectos son los mismos que en la primera realización y, por lo tanto, se omitirá la explicación asignando los mismos números de referencia a las porciones correspondientes.

Las figuras 7A y 7B son vistas ampliadas en sección transversal correspondientes a las figuras 5A y 5B que representan la porción de devanado y el entorno del motor eléctrico de una tercera realización según la presente invención. En esta realización, se disponen tantos devanados como los devanados 40 en el rango entre el extremo lateral de rotor de la región de disposición de devanado A y el extremo de lado de porción de yugo de estator de la primera porción dentada 31.

Sin embargo, esta realización es diferente de dichas realizaciones. En esta realización, el devanado 40 está constituido por dos devanados, es decir, un primer devanado 40A dispuesto en el lado de rotor y un segundo devanado 40B dispuesto en el lado de porción de yugo de estator. En el estado de la primera posición representado en la figura 7A, pasa una corriente eléctrica a través del primer devanado 40A y del segundo devanado 40B. Por otra parte, en el estado de la segunda posición representada en la figura 7B, el segundo devanado 40B dispuesto en el lado de porción de yugo de estator constituye un devanado de transporte de corriente 40E a través del que pasa una corriente eléctrica, pero el primer devanado 40A dispuesto en el lado de rotor constituye un devanado sin transporte de corriente a través del que no pasa corriente.

De esta forma, el primer devanado 40A se conmuta a un estado de transporte de corriente y un estado sin transporte de corriente por un circuito de control (no ilustrado) en un tiempo predeterminado. Como se representa en la figura 7B, en el estado de la segunda posición en el que la segunda porción dentada 32 como una porción dentada dividida móvil es movida relativamente con respecto a la primera porción dentada 31, el factor espacio del devanado de transporte de corriente es relativamente menor en la primera región A1 que en la segunda región A2.

De esta forma, el devanado está constituido por una pluralidad de devanados, y seleccionando el devanado de transporte de corriente según la posición relativa de la porción dentada dividida móvil con respecto a la otra porción dentada dividida, el factor espacio del devanado de transporte de corriente se puede cambiar arbitrariamente. Así, se puede reducir la fuerza contraelectromotriz generada a la alta velocidad de revolución del rotor.

En la realización, el devanado 40 está constituido por dos tipos de devanados, es decir, el primer devanado 40A dispuesto en el lado de porción de extremo de rotor y el segundo devanado 40B dispuesto en el lado de porción de yugo de estator, pero la presente invención no se limita a ello. Por ejemplo, el devanado 40 puede estar constituido por 3 o más devanados. En tal caso, el factor espacio del devanado de transporte de corriente se puede poner arbitrariamente con más detalle seleccionando apropiadamente el devanado de transporte de corriente a través del que haya de pasar una corriente eléctrica.

El resto de la estructura, las funciones y los efectos son los mismos que en la primera realización, y por lo tanto la explicación se omitirá asignando los mismos números de referencia a las porciones correspondientes.

Las figuras 8A y 8B muestran un motor eléctrico de una cuarta realización según la presente invención, y son vistas esquemáticas en sección transversal correspondientes a la figura 4A. En las realizaciones primera a tercera, el rotor 2 está dispuesto hacia dentro del estator 3. Sin embargo, la cuarta realización es diferente de las realizaciones primera a tercera en que el rotor 2 está dispuesto hacia fuera del estator 3.

En las figuras 8A y 8B, para una fácil comprensión de las estructuras de cada porción por comparación con la primera realización, se asignan los mismos números de referencia a las porciones estructurales que tienen la misma

función.

Como se representa en estos dibujos, este motor eléctrico del tipo de intervalo radial incluye un rotor cilíndrico 2 configurado para girar alrededor de un centro de rotación (100 en el dibujo), y una pluralidad de piezas de imán permanente M están dispuestas en la superficie circunferencial interior del rotor cilíndrico 2 en la dirección circunferencial. En el lado interior del rotor 2, una pluralidad de porciones dentadas 30 están dispuestas en la dirección circunferencial de manera que miren a las piezas de imán permanente M mediante un intervalo predeterminado. De la misma manera que en las otras realizaciones, la porción dentada 30 está dividida en la dirección radial en una primera porción dentada 31 dispuesta en el lado de rotor y una segunda porción dentada 32 dispuesta en el lado opuesto. La segunda porción dentada 32 está formada integralmente en la porción de yugo de estator 50.

También en este motor eléctrico, la segunda porción dentada 32 es relativamente móvil con respecto a la primera porción dentada 31 en la dirección circunferencial. Además, un devanado 40 está dispuesto en la periferia de la primera porción dentada 31. El devanado 40 está dispuesto en un estado cerca del lado de porción de yugo de estator 50. Además, en esta realización, el factor espacio de transporte de corriente definido como una relación de la área en sección transversal total de devanado real S_{40E} del devanado de transporte de corriente 40E existente en la primera región A1 al área en sección transversal S_{A1} de la primera región A1 definida en la presente invención se pone de modo que sea relativamente más pequeña que el factor espacio del devanado de transporte de corriente definido como una relación de la área en sección transversal de devanado total real S_{40E} del devanado de transporte de corriente 40E existente en la segunda región A2 al área en sección transversal S_{A2} de la segunda región A2.

Por lo tanto, también en esta realización, de la misma manera que en las otras realizaciones, la velocidad de revolución máxima se puede incrementar por el control posicional de la segunda porción dentada 32 con respecto a la primera porción dentada 31 para ampliar por ello el rango operativo. El resto de la estructura, las funciones y los efectos son los mismos que en la primera realización, y por lo tanto la explicación se omitirá asignando los mismos números de referencia a las porciones correspondientes.

La figura 9 es una vista en perspectiva que representa una estructura esquemática de un motor eléctrico de una quinta realización según la presente invención. El motor eléctrico según esta quinta realización es un motor eléctrico del tipo de intervalo axial, e incluye un estator 103 que tiene un devanado de estator 140 y un rotor en forma de disco circular 102 que tiene imanes permanentes M y dispuesto en la dirección axial del estator 103 mediante un intervalo.

El rotor 102 está configurado para girar alrededor del eje de rotación 101. Por otra parte, el estator 103 incluye una pluralidad de porciones dentadas 130 cada una dispuesta de manera que mire a lado superficial del rotor 102 mediante un intervalo y dispuesto en la dirección circunferencial a ciertos intervalos. Cada porción dentada 130 está dividida en la dirección axial en una primera porción dentada 131 colocada más próxima al rotor 102 y una segunda porción dentada 132 dispuesta en el lado opuesto. El estator 103 incluye una porción de yugo de estator en forma de disco 150 en la que cada segunda porción dentada 132 está fijada a un lado superficial. La porción de yugo de estator 150 es relativa y libremente móvil en la dirección circunferencial de la primera porción dentada 131, conjuntamente con la segunda porción dentada 132. La porción de yugo de estator 150 incluye una porción de engranaje 151 que tiene una pluralidad de dientes parcialmente formados en el borde periférico de la porción de yugo de estator 150.

El motor eléctrico incluye un motor de accionamiento 104a y un mecanismo de accionamiento 104 incluyendo un mecanismo de reducción de velocidad 104b incluyendo una pluralidad de engranajes. El engranaje 104c del mecanismo de reducción de velocidad 104b engancha con la porción de engranaje 151. El motor de accionamiento 104a es movido rotativamente libremente en direcciones opuestas mediante un controlador C con una fuente de potencia P. Cuando el motor de accionamiento 104a es movido, la fuerza rotacional es transmitida al engranaje 104c mediante el mecanismo de reducción de velocidad 104b, y es transferida a la porción de engranaje enganchada 151. Por lo tanto, la porción de yugo de estator 150 y la segunda porción dentada 132 son movidas relativamente con respecto a la primera porción dentada 131.

También en esta realización, de la misma manera que en las otras realizaciones, la segunda porción dentada 132 es móvil relativa y libremente con respecto a la primera porción dentada 131 entre una posición de resistencia magnética mínima donde la resistencia magnética entre la primera porción dentada y la segunda porción dentada es mínima (primera posición) y una posición de resistencia magnética máxima donde la resistencia magnética entre la primera porción dentada y la segunda porción dentada es máxima (segunda posición).

El devanado 140 está dispuesto en la porción de extremo de lado de estator de la primera porción dentada 131 con una distancia predeterminada desde un extremo lateral de rotor del estator 103 en un estado colocado excéntricamente (colocado excéntricamente en la porción inferior en el dibujo). Por lo tanto, también en esta realización, como se ha explicado en las otras realizaciones, el factor espacio de transporte de corriente definido como la relación de la área en sección transversal total de devanado real S_{40E} del devanado de transporte de corriente 40E existente en la primera región A1 al área en sección transversal S_{A1} de la primera región A1 definido

en la presente invención se pone de manera que sea relativamente menor que el factor espacio del devanado de transporte de corriente definido como la relación de la área en sección transversal de devanado total real S_{40E} del devanado de transporte de corriente 40E existente en la segunda región A2 al área en sección transversal S_{A2} de la región A2.

5 Por lo tanto, también en esta realización, de la misma manera que en las otras realizaciones, la velocidad de revolución máxima puede ser incrementada por el control posicional de la segunda porción dentada 132 con respecto a la primera porción dentada 131 ampliando por ello el rango operativo. El resto de la estructura, las funciones y los efectos son los mismos que en la primera realización, y por lo tanto la explicación se omitirá asignando los mismos números de referencia a las porciones correspondientes.

10 En cada una de dichas realizaciones, la explicación se hizo ejemplificando el caso en el que el devanado 40 y 140 está dispuesto solamente alrededor de la primera porción dentada 31 y 131, pero el devanado se puede disponer también en la segunda porción dentada 32 y 132.

15 Se deberá entender que los términos y las expresiones aquí usados se utilizan para explicación y no se tiene la intención de usarlos como interpretación limitada, ni eliminan cualesquiera equivalentes de los elementos aquí representados y mencionados, y permiten varias modificaciones que caen dentro del alcance reivindicado de la presente invención.

20 Aunque la presente invención puede ser realizada en muchas formas diferentes, aquí se ha descrito un número de realizaciones ilustrativas, bien entendido que se ha de considerar que la presente descripción proporciona ejemplos de los principios de la invención y tales ejemplos no tienen la finalidad de limitar la invención a las realizaciones preferidas aquí descritas y/o ilustradas.

25 Aunque aquí se han descrito realizaciones ilustrativas de la invención, la presente invención no se limita a las varias realizaciones preferidas aquí descritas, sino que incluye cualquiera y todas las realizaciones que tengan elementos equivalentes, modificaciones, omisiones, combinaciones (por ejemplo, de aspectos a través de varias realizaciones), adaptaciones y/o alteraciones que observen los expertos en la técnica en base a la presente descripción. Las limitaciones de las reivindicaciones se han de interpretar ampliamente en base a la terminología empleada en las reivindicaciones y no limitadas a los ejemplos descritos en la presente memoria descriptiva o durante el proceso de la aplicación, ejemplos que han de ser interpretados como no exclusivos. Por ejemplo, en la presente descripción, el término "preferiblemente" no es excluyente y significa "preferiblemente, aunque sin limitación".

35 La máquina rotativa eléctrica de la presente invención puede ser usada preferiblemente como un motor eléctrico como una fuerza de accionamiento, por ejemplo, para varios vehículos eléctricos incluyendo motocicletas eléctricas, y varias máquinas eléctricas.

40 1: eje de rotación

2: rotor

3: estator

45 4: mecanismo rotativo

30: porción dentada

50 31: primera porción dentada (porción dentada dividida)

32: segunda porción dentada (porción dentada móvil dividida)

40: devanado

55 40E: devanado de transporte de corriente

50: porción de yugo de estator

60 51: porción de engranaje

101: eje de rotación

102: rotor

65 103: estator

- 104: mecanismo rotativo
- 130: porción dentada
- 5 131: primera porción dentada (porción dentada dividida)
- 132: segunda porción dentada (porción dentada móvil dividida)
- 140: devanado
- 10 150: porción de yugo de estator
- 151: porción de engranaje
- 15 A: región de disposición de devanado
- A1: primera región
- A2: segunda región
- 20 Aout: extremo de lado de porción de yugo de estator del devanado de transporte de corriente
- Ain: extremo lateral de rotor de la región de disposición de devanado
- 25 C: controlador
- E: producto eléctrico
- F: elemento de fijación de devanado
- 30 M: imán permanente
- P: fuente de potencia
- 35 R: máquina rotativa eléctrica (motor eléctrico)
- S_{A1}: área en sección transversal de la primera región
- S_{A2}: área en sección transversal de la segunda región
- 40 V: vehículo (motocicleta eléctrica)

REIVINDICACIONES

1. Una máquina rotativa eléctrica incluyendo:

- 5 un rotor (2) que tiene un imán permanente (M) y configurado para girar alrededor de un eje de rotación (1); y
un estator (3) dispuesto de manera que mire al rotor (2) mediante un intervalo, donde el estator (3) incluye:
una porción dentada (30) dispuesta de manera que mire al rotor (2) mediante el intervalo;
10 una porción de yugo de estator (50) que forma un recorrido magnético de estator conjuntamente con la porción
dentada (30);
15 uno o una pluralidad de devanados (40) dispuestos de manera que ocupen al menos una parte de una región de
disposición de devanado (A) rodeada por la porción de yugo de estator (50) y la porción dentada (30); y
un mecanismo de cambio de resistencia magnética (30, 50) configurado para cambiar una resistencia magnética del
recorrido magnético de estator cambiando mecánicamente el recorrido magnético de estator formado por la porción
20 de yugo de estator (50) y la porción dentada (30),
donde la porción dentada (30) está dividida en una pluralidad de porciones dentadas divididas (31, 32) en una
dirección desde una porción de extremo de lado de rotor hacia su porción de extremo lateral opuesto, incluyendo la
pluralidad de porciones dentadas divididas (31, 32) una primera porción dentada (31) dispuesta de manera que mire
al rotor (2) mediante el intervalo y una segunda porción dentada (32) dispuesta en una porción de extremo lateral
25 opuesto de la primera porción dentada (31),
donde el mecanismo de cambio de resistencia magnética (30, 50) está configurado para cambiar mecánicamente el
recorrido magnético de estator entre un primer estado en el que la resistencia magnética del recorrido magnético de
estator es pequeña y un segundo estado en el que la resistencia magnética del recorrido magnético de estator es
30 relativamente mayor que en el primer estado,
donde el único o una pluralidad de devanados (40) incluyen un devanado de transporte de corriente (40E) a través
del que una corriente eléctrica pasa en un estado en el que el recorrido magnético de estator es cambiado al
segundo estado por el mecanismo de cambio de resistencia magnética (30, 50),
35 **caracterizada** porque
una región de la región de disposición de devanado (A) que va desde un extremo de lado de porción de yugo de
estator (Aout) del devanado de transporte de corriente (40E) a un extremo lateral de rotor (Ain) de la región de
40 disposición de devanado (A) está dividida en una posición intermedia de la porción dentada (30) en una dirección
desde una porción de extremo de lado de rotor hacia una porción de extremo lateral opuesto de dicha porción
dentada (30) a una primera región (A1) dispuesta en un lado de rotor y una segunda región (A2) dispuesta en un
lado de porción de yugo de estator, y
45 donde un factor espacio del devanado de transporte de corriente definido por una relación de un área en sección
transversal de devanado total real del devanado de transporte de corriente (40E) existente en la primera región (A1)
a una zona en sección transversal de la primera región (A1) se pone de manera que sea relativamente menor que
un factor espacio del devanado de transporte de corriente definido por una relación de un área en sección
transversal de devanado total real del devanado de transporte de corriente (40E) existente en la segunda región (A2)
50 a una zona en sección transversal de la segunda región (A2).

2. La máquina rotativa eléctrica según la reivindicación 1, donde la pluralidad de porciones dentadas divididas (31, 32) se obtiene dividiendo la porción dentada (30) en una dirección radial del eje de rotación (1),

- 55 donde al menos una de las porciones dentadas divididas (32) entre la pluralidad de porciones dentadas divididas
(31, 32) constituye una porción dentada dividida móvil (32) relativamente móvil en una dirección circunferencial del
eje de rotación (1) con respecto a la otra porción dentada dividida (31), y
donde la porción dentada dividida móvil (32) es móvil en la dirección circunferencial de modo que la resistencia
60 magnética del recorrido magnético de estator cambie entre el primer estado y el segundo estado.

3. La máquina rotativa eléctrica según la reivindicación 1 o 2,

- 65 donde la región de la región de disposición de devanado (A) que va desde un extremo de lado de porción de yugo
de estator del devanado de transporte de corriente (40E) a un extremo lateral de rotor de la región de disposición de
devanado (A) está dividida en una posición intermedia de la porción dentada (30) en la dirección radial del rotor (2)

en la primera región (A1) dispuesta en el lado de rotor y la segunda región (A2) dispuesta en el lado de porción de yugo de estator.

5 4. La máquina rotativa eléctrica según la reivindicación 3, donde el rotor (2) incluye un cuerpo principal de rotor columnar (10) y el imán permanente (M) dispuesto en una porción de borde periférico exterior del cuerpo principal de rotor (10), donde el estator (3) incluye un primera porción cilíndrica de estator (3A) que tiene la primera porción dentada (31), una segunda porción de estator cilíndrica (3B) dispuesta fuera de la primera porción de estator (3A), y el único o una pluralidad de devanados (40) dispuestos en la región de disposición de devanado (A) formada alrededor de la porción dentada (30) de manera que ocupe al menos una parte de la región de disposición de devanado (A), y

10 donde la segunda porción de estator (3B) es relativamente móvil en una dirección circunferencial de ambas porciones de estator (3A, 3B) con respecto a la primera porción de estator (3A).

15 5. La máquina rotativa eléctrica según la reivindicación 3 o 4, donde el rotor (2) incluye una pluralidad de imanes permanentes (M) en una porción de borde periférico exterior del cuerpo principal de rotor (10) a lo largo de una dirección circunferencial a ciertos intervalos de manera embebida, siendo preferiblemente la pluralidad de imanes permanentes (M) imanes permanentes de neodimio.

20 6. La máquina rotativa eléctrica según la reivindicación 1,

donde el rotor (102) incluye un cuerpo principal de rotor en forma de chapa circular rotativo alrededor de un eje de rotación (101) y el imán permanente (M) dispuesto en una superficie del cuerpo principal de rotor, y

25 donde el estator (103) está dispuesto de manera que mire al cuerpo principal de rotor en una dirección axial del eje de rotación (101).

30 7. La máquina rotativa eléctrica según la reivindicación 6, donde el rotor (102) incluye una pluralidad de imanes permanentes (M) en una superficie del cuerpo principal de rotor a lo largo de una dirección circunferencial a ciertos intervalos de manera expuesta hacia fuera, siendo preferiblemente la pluralidad de imanes permanentes (M) imanes permanentes de neodimio.

35 8. La máquina rotativa eléctrica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde la primera porción dentada (31) incluye una porción de cuerpo y un par de porciones sobresalientes laterales (31a) que se extienden desde ambos lados circunferenciales de una porción de extremo de lado de rotor de la porción de cuerpo en una dirección circunferencial.

9. La máquina rotativa eléctrica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8,

40 donde, en un estado en el que la porción dentada dividida móvil (32) está dispuesta en la primera posición, la resistencia magnética de un recorrido que se extiende desde una porción de extremo de lado de rotor de una del par de porciones dentadas adyacentes (30) a una porción de extremo de lado de rotor de la otra del par de porciones dentadas adyacentes (30) mediante la porción de yugo de estator (50) se pone de manera que sea menor que la resistencia magnética entre un par de porciones sobresalientes laterales adyacentes (31a) del par de porciones dentadas adyacentes (30), y

45 donde, en un estado en el que la porción dentada dividida móvil (32) está dispuesta en la segunda posición, la resistencia magnética del recorrido que se extiende desde la porción de extremo de lado de rotor de la una del par adyacente de porciones dentadas (30) a la porción de extremo de lado de rotor de la otra del par de porciones dentadas adyacentes (30) mediante la porción de yugo de estator (50) se pone de manera que sea mayor que la resistencia magnética entre el par de porciones sobresalientes laterales adyacentes (31a) del par de porciones dentadas adyacentes (30).

50 10. La máquina rotativa eléctrica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9,

55 donde el extremo lateral de rotor del devanado de transporte de corriente (40E) está dispuesto en una posición lejos del extremo lateral de rotor (Ain) de la región de disposición de devanado (A) hacia el lado de estator una distancia predeterminada (L), y

60 donde no se forma ningún devanado en una región de lado de rotor en la región de disposición de devanado (A).

65 11. La máquina rotativa eléctrica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, donde un elemento de fijación de devanado (F) para fijar el devanado (40) está dispuesto entre el extremo lateral de rotor del devanado de transporte de corriente (40E) y el extremo lateral de rotor (Ain) de la región de disposición de devanado (A).

12. La máquina rotativa eléctrica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, donde el único o una pluralidad de

devanados (40) están dispuestos de tal manera que el único o una pluralidad de devanados (40) estén situados excéntricamente hacia el lado de porción de yugo de estator.

- 5 13. La máquina rotativa eléctrica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, donde el único o una pluralidad de devanados (40) están formados de modo que el número de vueltas aumente en la región de disposición de devanado (A) desde el extremo lateral de rotor hacia el extremo de lado de porción de yugo de estator.
14. Un vehículo (V) equipado con la máquina rotativa eléctrica (R) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.
- 10 15. Un dispositivo eléctrico (E) equipado con la máquina rotativa eléctrica (R) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

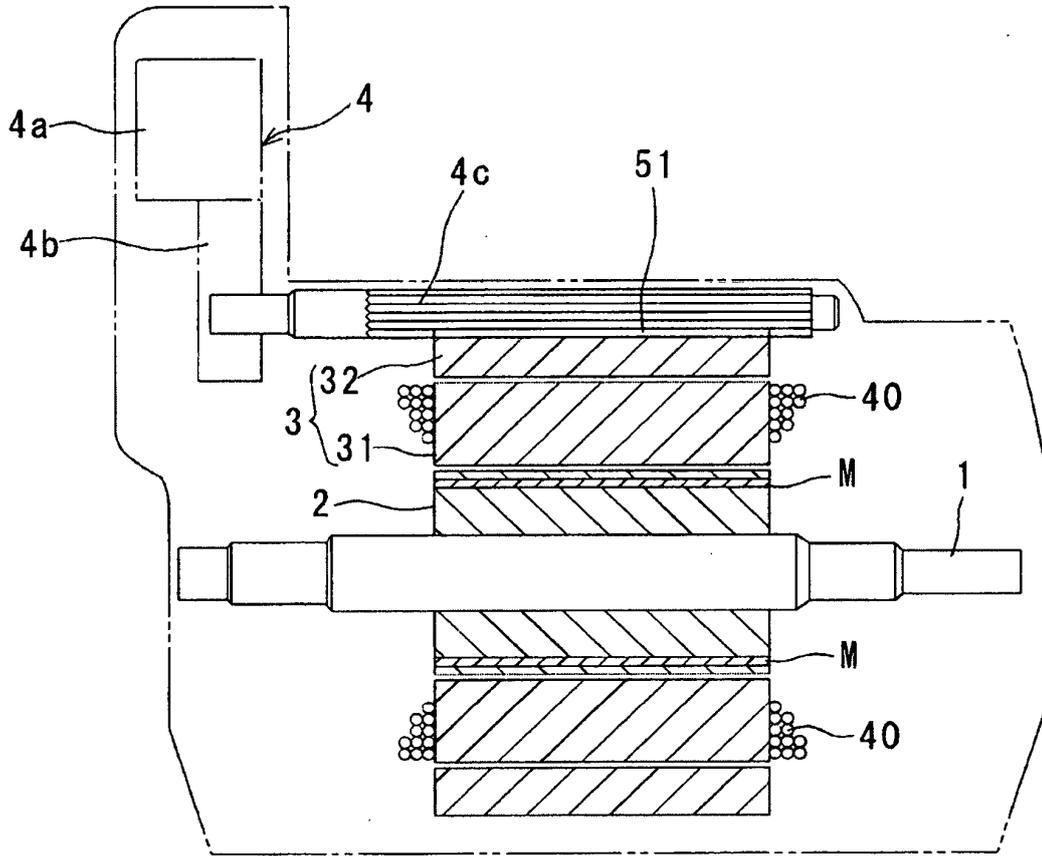


FIG. 1

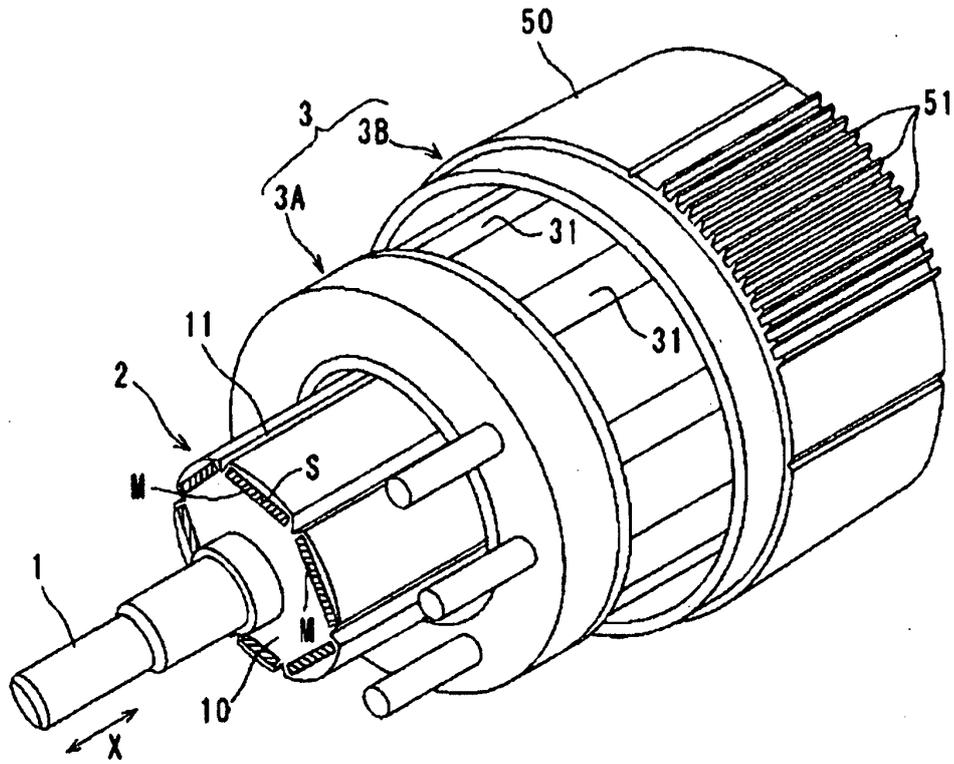


FIG. 2

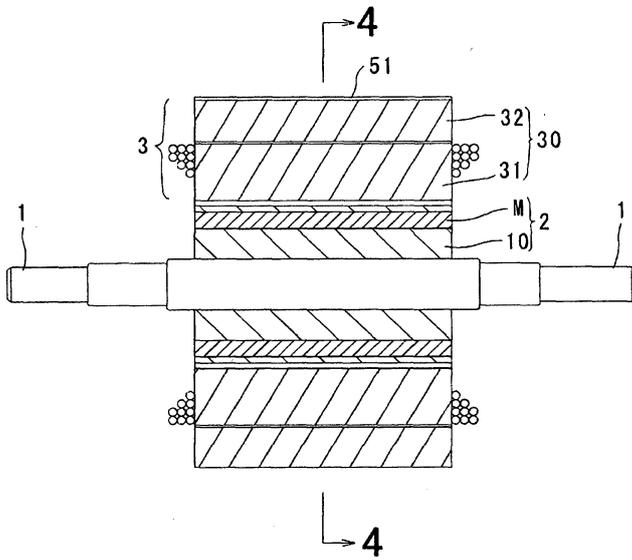


FIG. 3

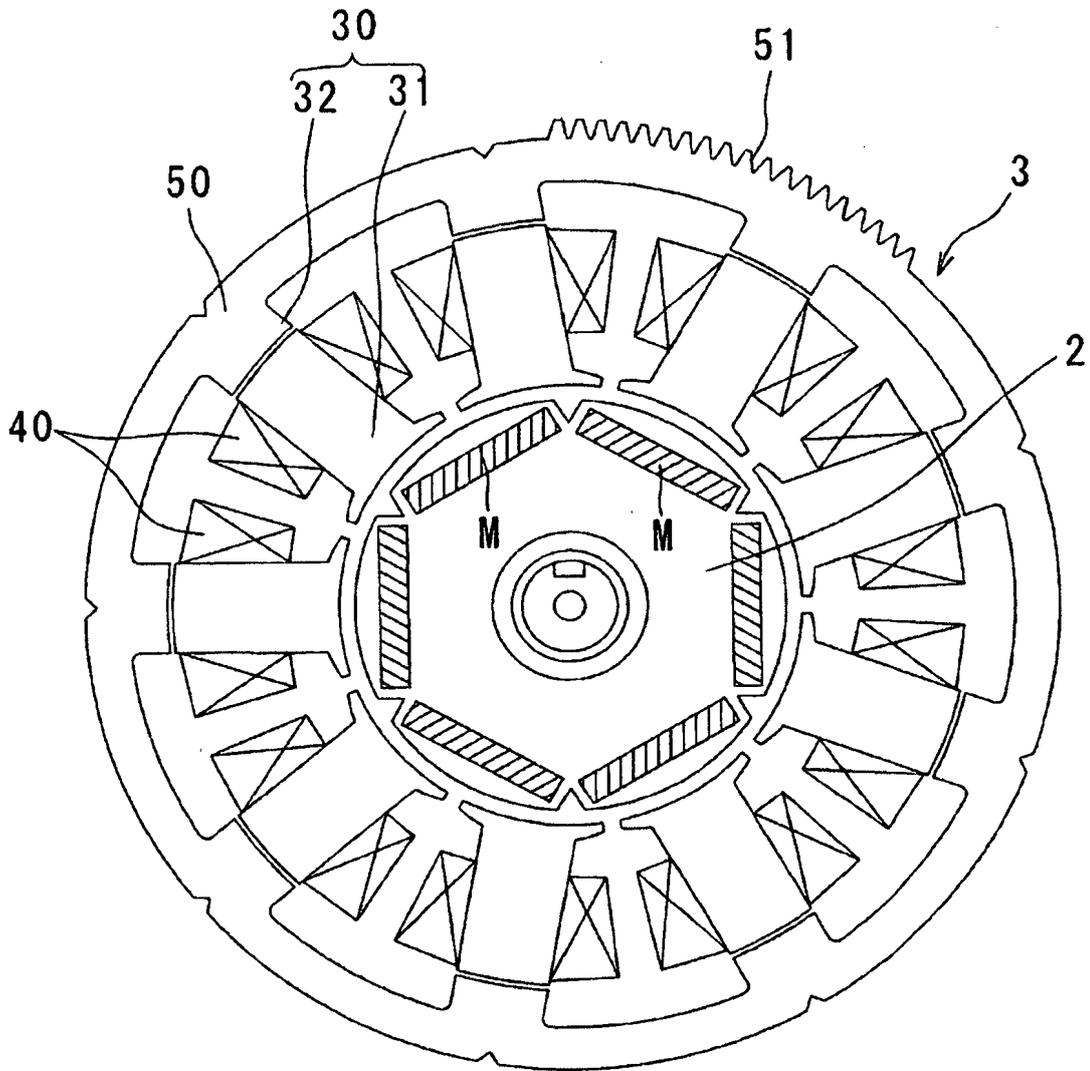


FIG. 4A

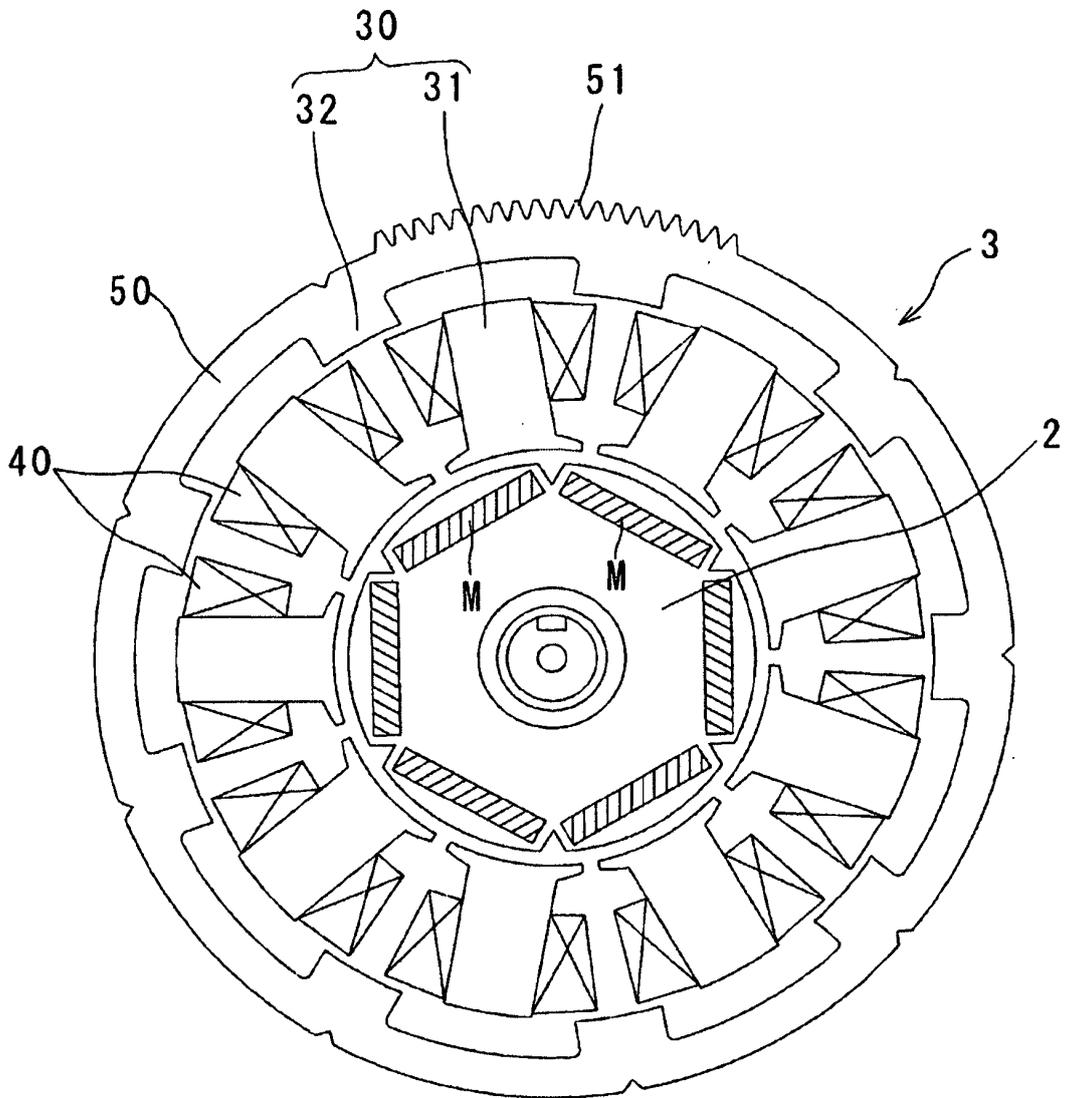


FIG. 4B

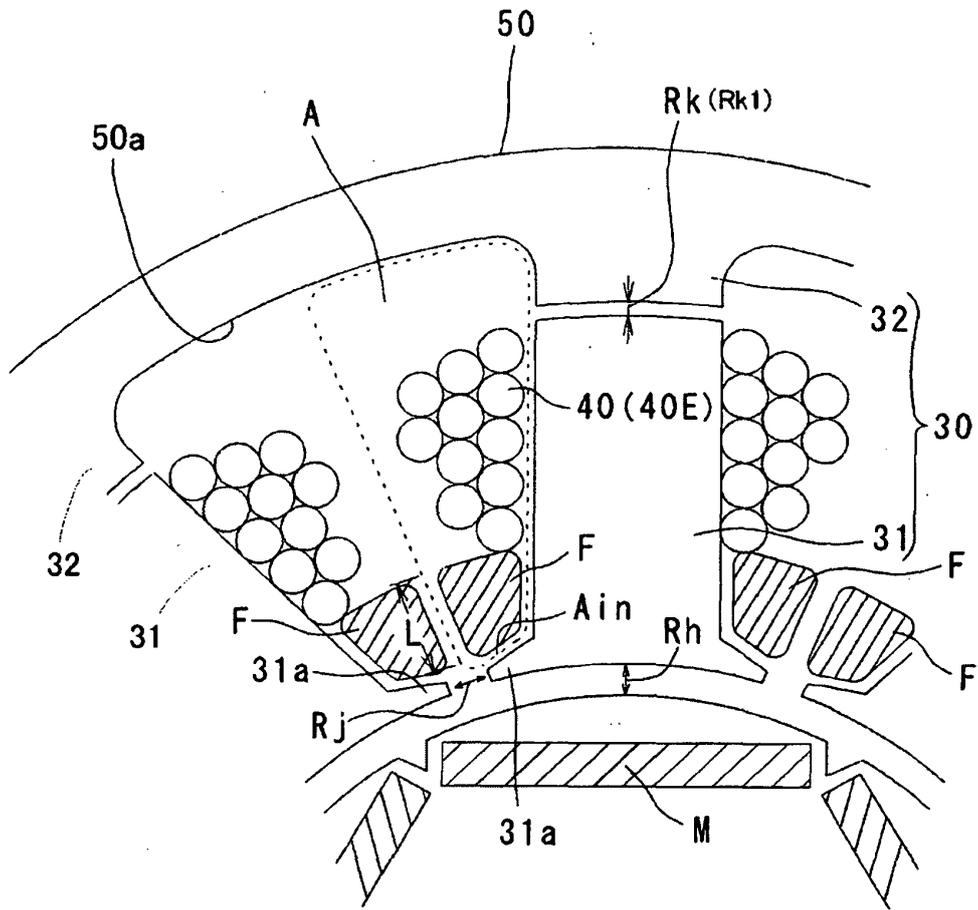


FIG. 5A

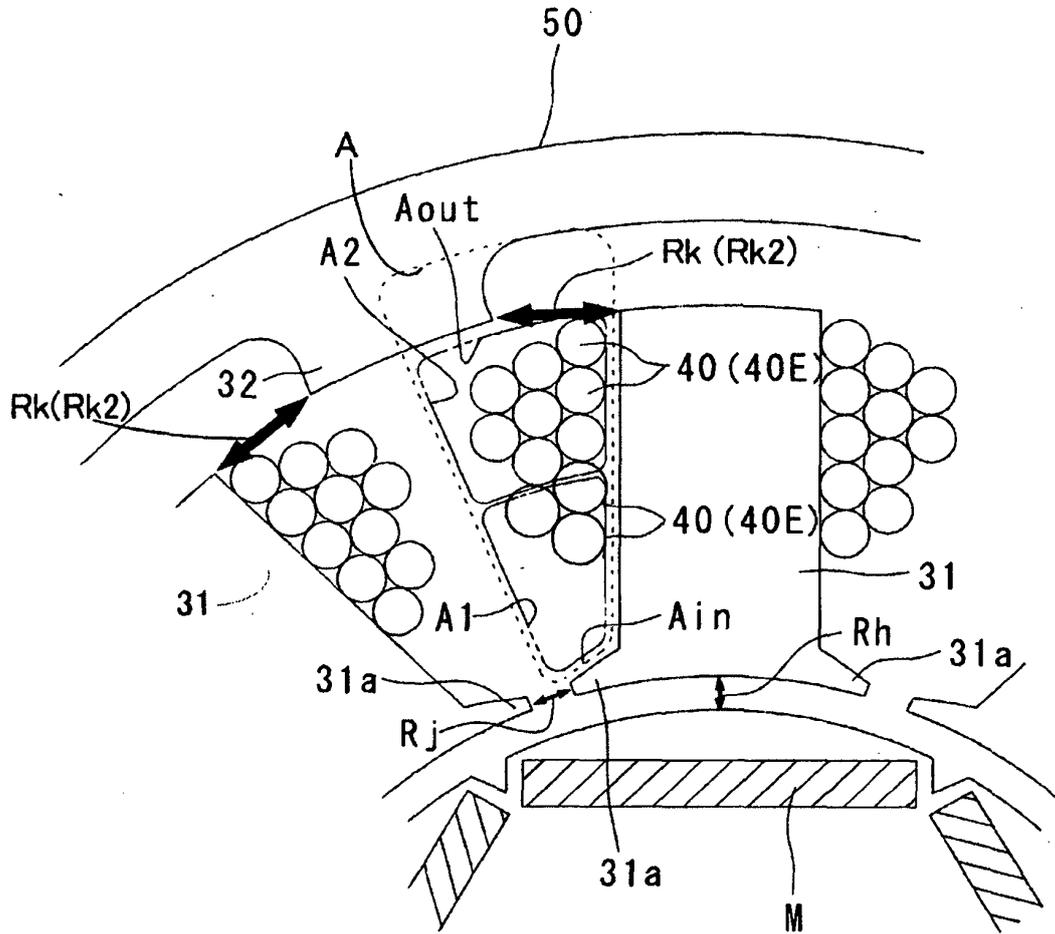


FIG. 5B

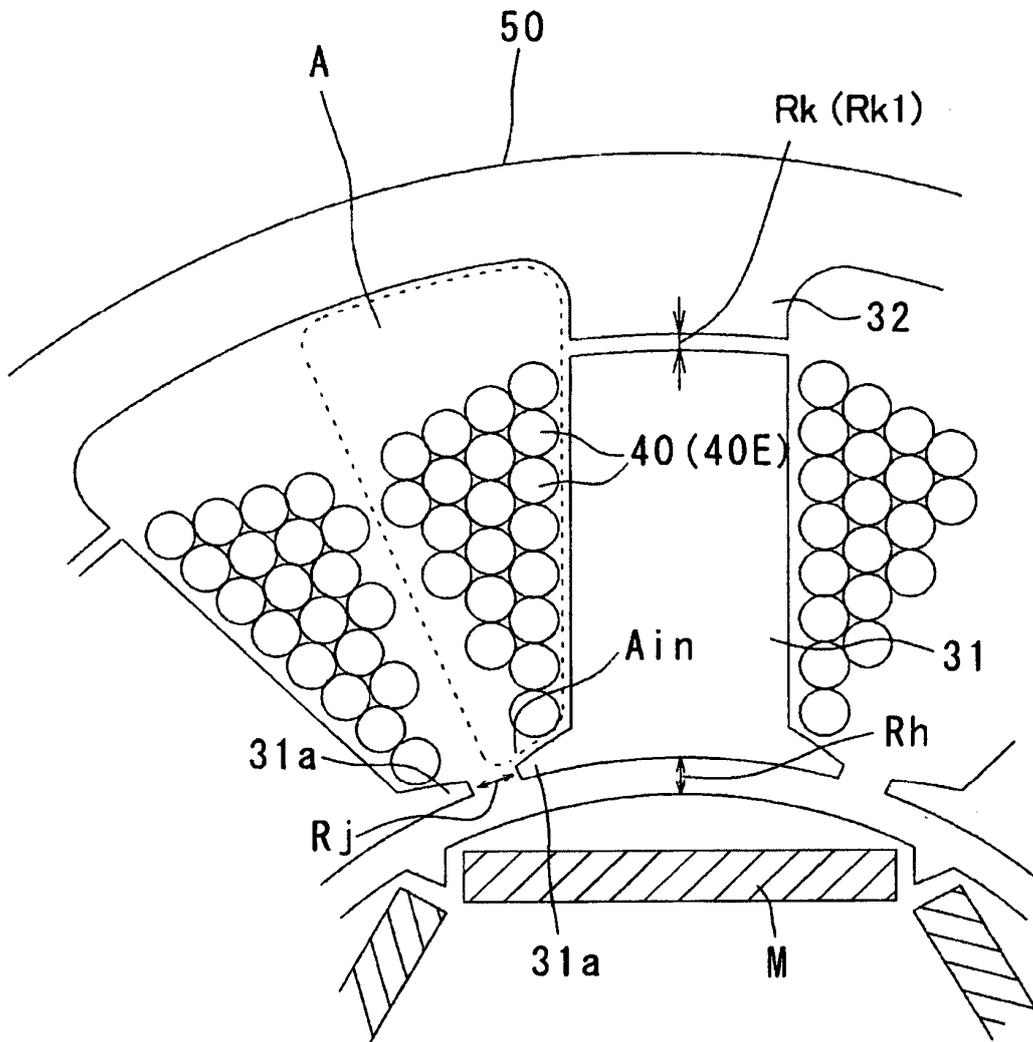


FIG. 6A

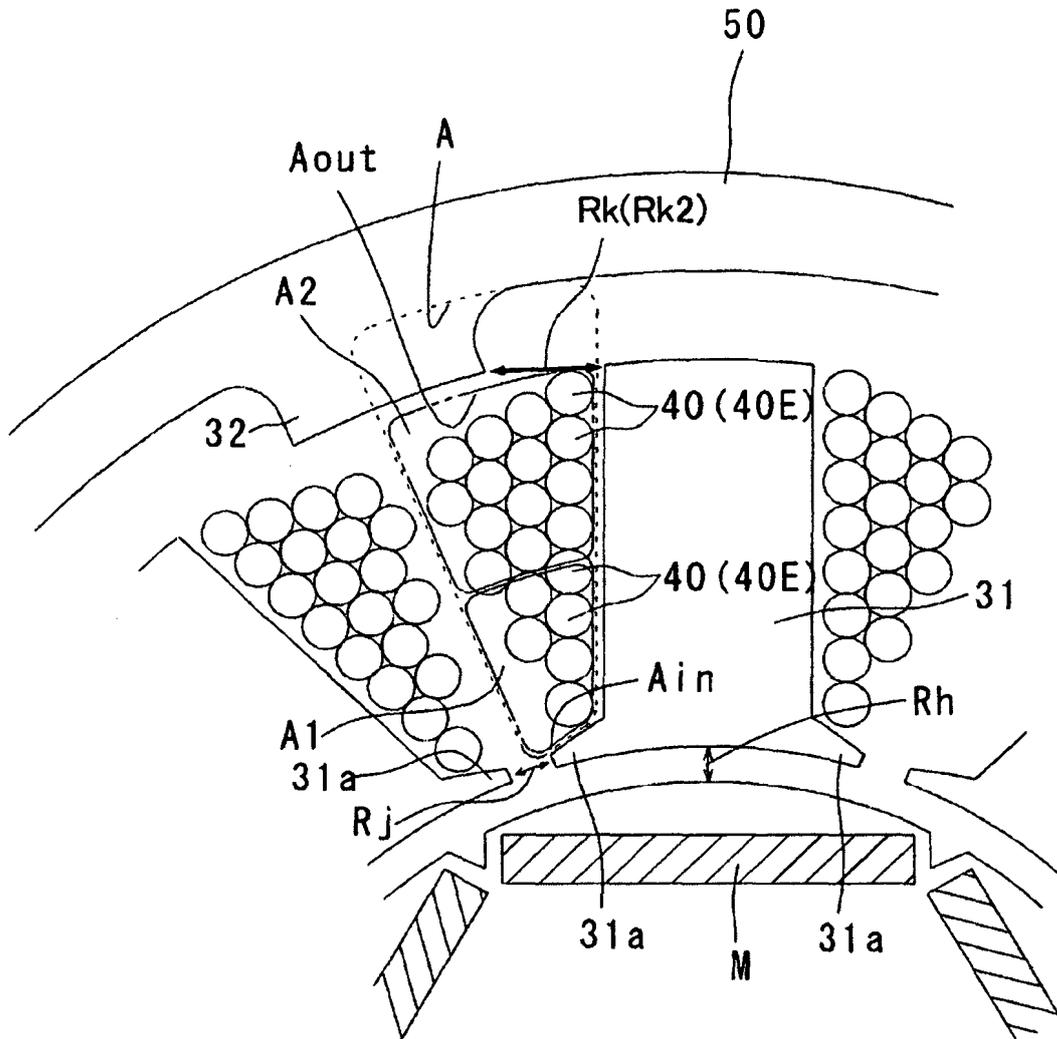


FIG. 6B

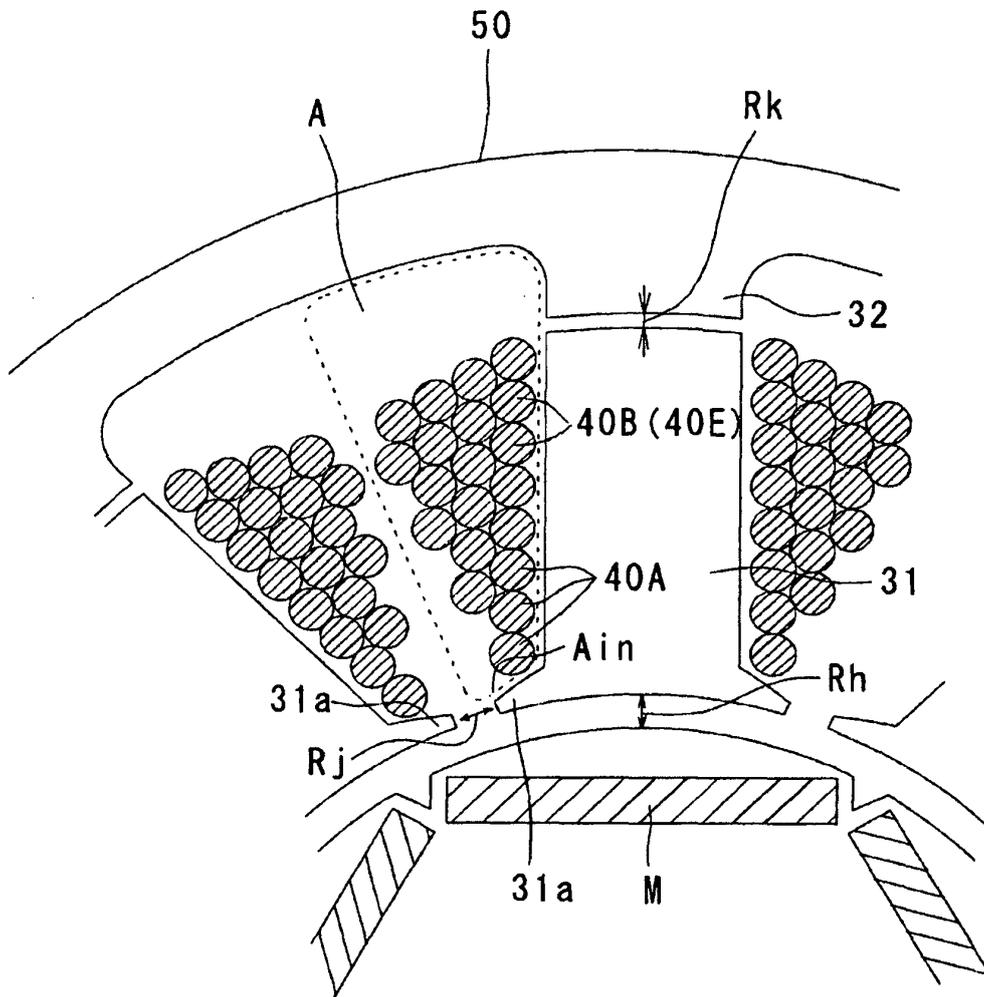


FIG. 7A

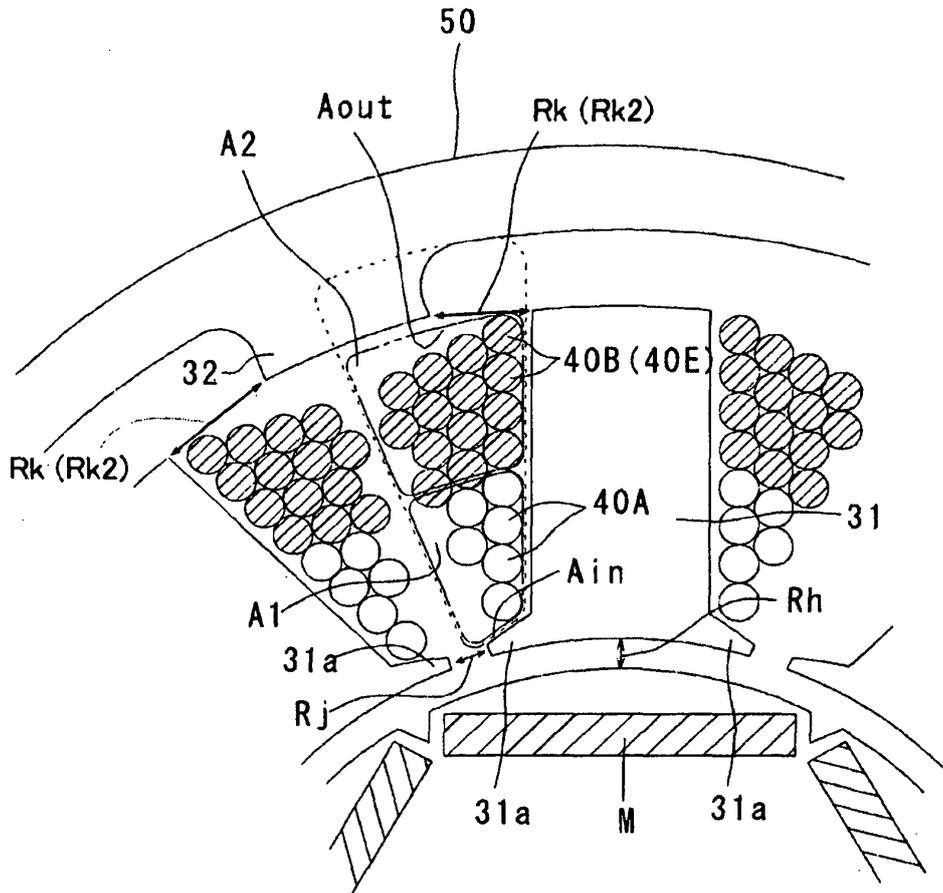


FIG. 7B

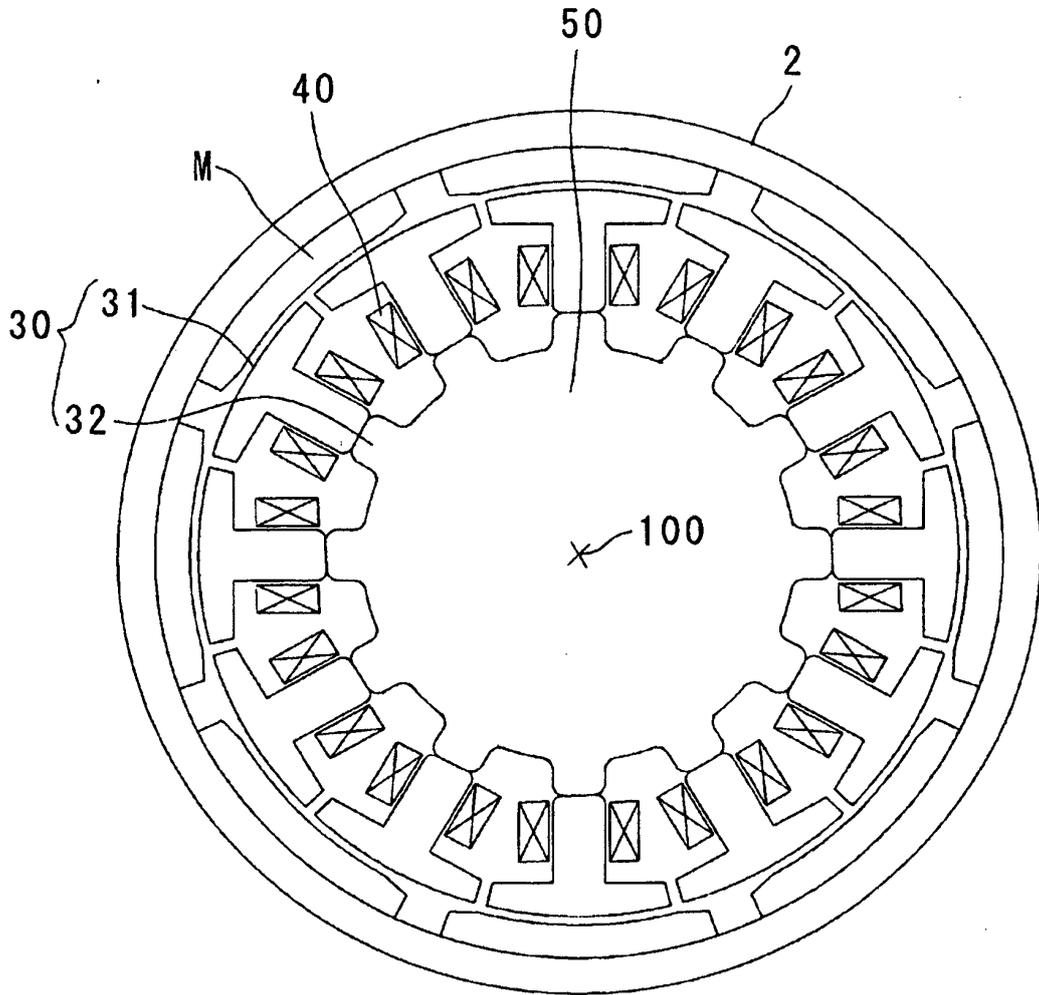


FIG. 8A

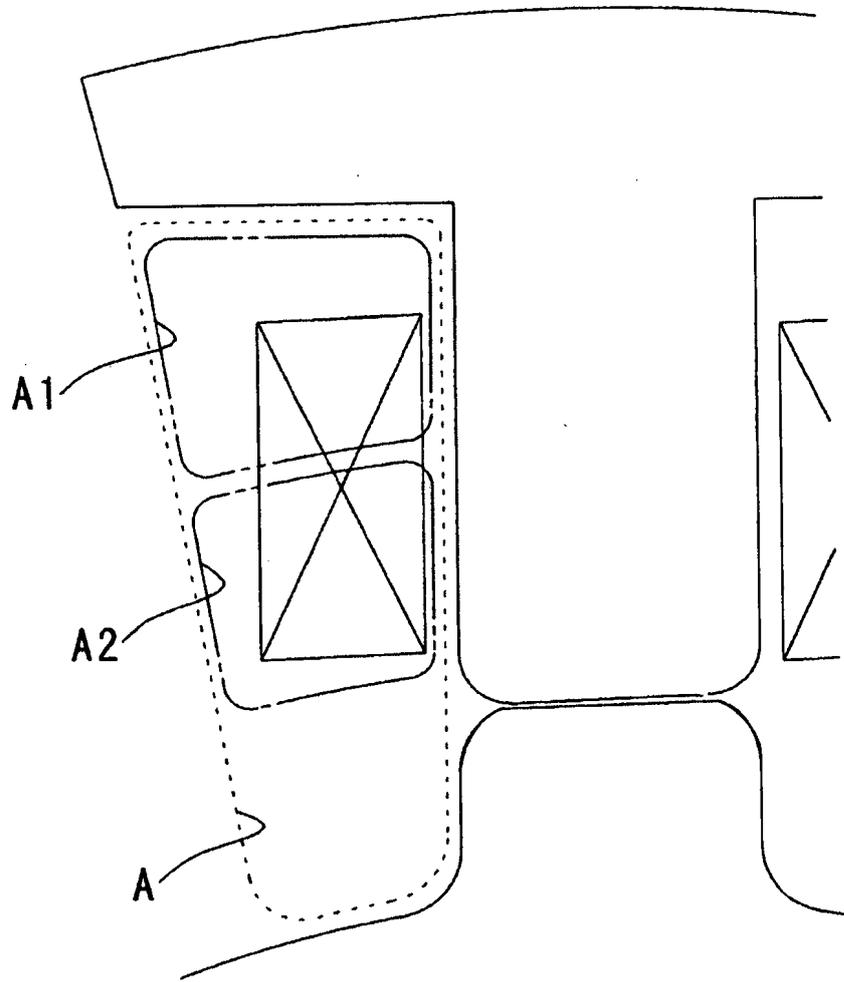


FIG. 8B

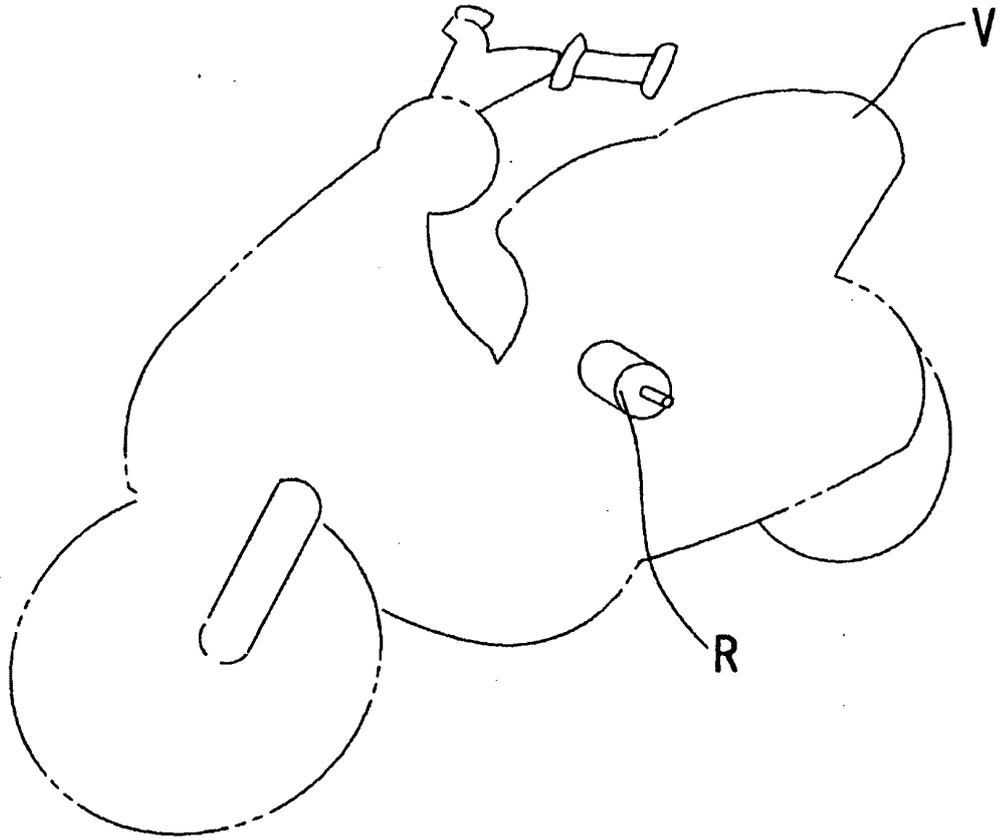


FIG. 10

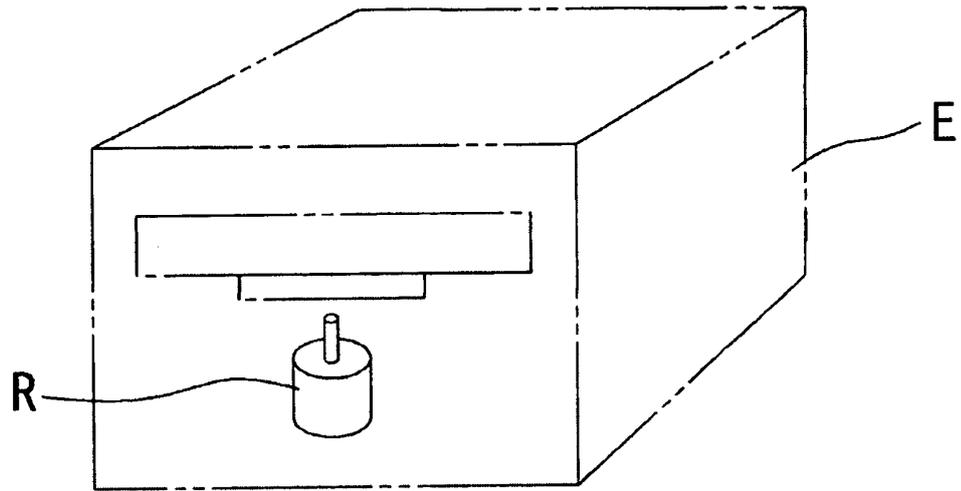


FIG. 11