(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 656 241**

(51) Int. Cl.:

H02K 21/16 (2006.01)
H02K 1/27 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.02.2007** **PCT/JP2007/053141**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **28.08.2008** **WO08102439**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2007** **E 07714641 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2017** **EP 2113993**

(54) Título: **Motor síncrono de imanes permanentes y compresor incluido**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.02.2018

(73) Titular/es:

MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (100.0%)
7-3, MARUNOUCHI 2-CHOME
CHIYODA-KU, TOKYO 100-8310, JP

(72) Inventor/es:

YOSHINO, HAYATO;
TAKITA, YOSHIO;
YABE, KOJI;
ISHIGAKI, TAKASHI y
MASUMOTO, KOJI

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 656 241 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

Motor síncrono de imanes permanentes y compresor incluido

Campo técnico

La presente invención se refiere a un motor síncrono de imanes permanentes, que está montado generalmente en un compresor hermético, etc.

Antecedentes de la técnica

Un rotor con imanes permanentes incrustados ha sido propuesto para reducir el rizado del par en un rotor con imanes permanentes incrustados donde la fase de una corriente es difícil de controlar (Véase el Documento de Patente 1, por ejemplo). El rotor con imanes permanentes incrustados tiene imanes permanentes incrustados en un núcleo del rotor aproximadamente cilíndrico en una dirección longitudinal. El rotor con imanes permanentes incrustados tiene una pluralidad de hendiduras alargadas desde las inmediaciones de cada imán permanente en el lado de la circunferencia exterior del núcleo del rotor a unas inmediaciones de la superficie exterior del rotor.

Un motor de imanes permanentes también ha sido propuesto en busca de lograr un motor de imanes permanentes altamente eficiente con bajo ruido y baja vibración. El motor de imanes permanentes está diseñado para reducir el flujo de reacción de armadura y también para mejorar la distribución de flujo magnético de un núcleo en una circunferencia exterior (Véase el Documento de Patente 2, por ejemplo). El motor de imanes permanentes se caracteriza por incluir ranuras de sujeción de imán permanente, que están formadas en un núcleo del rotor en partes que corresponden a los respectivos lados de un polígono aproximadamente regular cuyo centro está en el centro axial del núcleo del rotor, imanes permanentes incrustados en las respectivas ranuras de sujeción de imán permanente; y cuatro o más hendiduras alargadas radialmente, que están formadas en el núcleo en el lado de la circunferencia exterior de las ranuras de sujeción de imán permanente, y están separadas unas de otras a lo largo de cada una de las ranuras de sujeción de imán permanente. El motor de imanes permanentes también se caracteriza por que los pasos de las ranuras en las partes extremas (cerca de la circunferencia exterior del núcleo del rotor) en la dirección radial se hacen aproximadamente iguales, y los pasos de las hendiduras en las partes interiores en la dirección radial se hacen variados de modo que un paso en una parte cerca del centro del imán permanente es el más largo, y los pasos luego disminuyen con la distancia desde el centro a los extremos.

Documento de Patente 1: JP11-187597A

Documento de Patente 2: JP2005-94968A

Descripción de la invención

Problemas a ser resueltos por la invención

El rotor con imanes permanentes incrustados del Documento de Patente 1, no obstante, plantea los siguientes problemas. La fuerza electromotriz en los devanados del estator contiene una forma de onda con una gran cantidad de componentes armónicos. Esto puede causar un aumento de la vibración y del ruido. Además, un aumento de la pérdida de hierro puede dar como resultado ineficiencia.

El motor de imanes permanentes del Documento de Patente 2 también plantea los siguientes problemas. Aunque se disminuye la cantidad de componentes armónicos contenidos en la fuerza electromotriz en los devanados del estator, la forma complicada de las hendiduras aumenta los costes del proceso. Además, el motor de imanes permanentes no logra el uso eficaz del flujo magnético de los imanes permanentes en sus partes extremas. Esto también puede dar como resultado ineficiencia.

El documento JP 2005 245148 describe un compresor hermético con un motor síncrono de imanes permanentes, donde el estator está formado por capas de placas magnéticas de acero.

La presente invención está dirigida a resolver los problemas mencionados anteriormente. Es un objeto proporcionar un motor síncrono de imanes permanentes y un compresor hermético que son altamente eficientes con baja vibración y bajo ruido.

Medios para resolver los problemas

Los problemas mencionados anteriormente se resuelven mediante el motor según la reivindicación 1 y el compresor según la reivindicación 8.

Un motor síncrono de imanes permanentes según esta invención, que incluye un estator y un rotor, se caracteriza de la siguiente manera.

El estator incluye un núcleo del estator y devanados del estator. El núcleo del estator está formado por capas de placas magnéticas de acero e incluye dientes de polo magnético que están formados cada uno entre ranuras adyacentes. Los devanados del estator se proporcionan en las ranuras del núcleo del estator.

El rotor está situado en el lado de la circunferencia interior de los dientes de polo magnético del estator mediante un entrehierro. El rotor incluye un núcleo del rotor que está formado por capas de capas magnéticas de acero; una pluralidad de agujeros de retención de imán formados en el núcleo del rotor a lo largo de una circunferencia exterior del núcleo del rotor; imanes permanentes insertados en los agujeros de retención de imán; y una pluralidad de hendiduras formadas en el núcleo del rotor sobre un lado de la circunferencia exterior de los agujeros de retención de imán. Las hendiduras son alargadas desde las inmediaciones de los imanes permanentes a las inmediaciones de la circunferencia exterior del núcleo del rotor.

Entre las hendiduras, las hendiduras en las inmediaciones de un centro del polo magnético del núcleo del rotor están orientadas en una dirección hacia un punto en una línea del centro del polo magnético mediante un imán permanente converge fuera del núcleo del rotor, mientras que las hendiduras en las inmediaciones de una parte del borde del polo del núcleo del rotor están orientas en otras dirección que es diferente de la dirección de las hendiduras formadas en las inmediaciones del centro del polo magnético del núcleo del rotor.

El motor síncrono de imanes permanentes se caracteriza además por que el estator puede usar un método de enrollado concentrado mediante el cual, los devanados del estator están enrollados directamente alrededor del diente de polo magnético.

El motor síncrono de imanes permanentes se caracteriza además por que en las hendiduras en las inmediaciones del centro del polo magnético del núcleo del rotor, se pueden formar dentro de una anchura del diente del polo magnético en un lado que se enfrenta al entrehierro y opuesto al núcleo del rotor.

El motor síncrono de imanes permanentes se caracteriza además por que el núcleo del estator puede ser un conjunto de núcleos separados, cada uno de los cuales puede incluir uno de los dientes de polo magnético.

El motor síncrono de imanes permanentes se caracteriza además por que una distancia entre las hendiduras que están formadas en las inmediaciones de las partes del borde del polo del núcleo del rotor y situadas en ambos extremos de un agujero de retención de imán en la dirección circunferencial, puede ser mayor que una anchura del diente de polo magnético en un lado que enfrenta el entrehierro. La distancia se puede medir desde las esquinas de las hendiduras en un lado que enfrenta un agujero de retención de imán, y en lados que enfrentan las partes del borde del polo respectivas del núcleo del rotor.

El motor síncrono de imanes permanentes se caracteriza además por que una anchura en una dirección radial de un un puente estrecho exterior en la parte del borde del polo es mayor que una anchura en la dirección radial de otro puente estrecho exterior. El puente estrecho exterior en la parte del borde del polo puede ser una parte del núcleo en el lado de la circunferencia exterior de un agujero de retención de imán en las inmediaciones de la parte del borde del polo del rotor, y el otro puente estrecho exterior puede ser una parte del núcleo en el lado de la circunferencia exterior de una de las hendiduras formadas en las inmediaciones de la parte del borde del polo.

El motor síncrono de imanes permanentes se caracteriza además por que una suma de la anchura en la dirección radial del otro puente estrecho exterior y una anchura en la dirección radial de un puente estrecho interior puede ser mayor que la anchura en la dirección radial de un puente estrecho exterior en la parte del borde del polo. El puente estrecho interior puede ser una parte del núcleo entre una de las hendiduras formadas en las inmediaciones de la parte del borde del polo y el agujero de recuperación de imán.

Un compresor hermético según esta invención está caracterizado por incluir el motor síncrono de imanes permanentes mencionado anteriormente.

Efectos

Un motor síncrono de imanes permanentes según la presente invención, configurado de esta manera, puede lograr un uso eficaz del flujo magnético de los imanes permanentes. Esto puede dar como resultado lograr un motor síncrono de imanes permanentes altamente eficiente. El motor síncrono de imanes permanentes altamente eficiente puede lograr además una baja vibración y un bajo ruido controlando los niveles de vibración y de ruido generados por un motor.

Mejor modo para implementar la invención

Realización 1.

La Fig. 1 hasta la Fig. 3 describen una primera realización. La Fig. 1 muestra una sección transversal horizontal de un motor 100 síncrono de imanes permanentes. La Fig. 2 muestra un diagrama que ilustra una parte de un rotor 40 del motor 100 síncrono de imanes permanentes. La Fig. 3 muestra un diagrama que ilustra una parte de un estator 30 y una parte del rotor 40 del motor 100 síncrono de imanes permanentes.

Con referencia a la Fig. 1, el motor 100 síncrono de imanes permanentes incluye el estator 30 y el rotor 40. El estator 30 incluye un núcleo 1 del estator y devanados 4 del estator. El núcleo 1 del estator está formado para incluir nueve ranuras 3 que se extienden axialmente a lo largo de la circunferencia interior del estator 30. El núcleo 1 del estator está formado por capas de placas magnéticas de acero, siendo cada una de un espesor de aproximadamente 0,1 a 1,0 mm. Nueve dientes 2 de polo magnético están formados cada uno entre ranuras 3 adyacentes. Cada diente 2 de polo magnético sobresale desde el lado de la circunferencia exterior al lado de la circunferencia interior en una forma en que los lados opuestos son casi paralelos. El diente de polo magnético está formado como un arco circular que se extiende a lo largo de la dirección de la circunferencia en ambos lados de la circunferencia interior y la circunferencia exterior.

El núcleo 1 del estator es un conjunto de nueve partes separadas, cada una correspondiente a un único diente 2 de polo magnético.

Los devanados 4 de estator se enrollan usando un método de enrollado concentrado, enrollando por ello los devanados directamente alrededor de los dientes 2 de polo magnético separados con un número predeterminado de vueltas. Los devanados 4 de estator pueden estar compuestos por hilos de cobre o de aluminio, por ejemplo. El número de vueltas de hilo, el diámetro de un hilo de cobre, etc. de los devanados 4 del estator se pueden determinar según los requisitos para el motor 100 síncrono de imanes permanentes acerca del par deseado, el número deseado de rotaciones, el voltaje deseado a ser aplicado a un motor, el tamaño deseado del área de sección transversal de la ranura 3 y similares.

Después de que los devanados 4 del estator se enrollan alrededor de los dientes 2 de polo magnético separados, los dientes 2 de polo magnético separados se procesan mediante soldadura, ajuste por presión, etc. Esto puede dar como resultado una terminación del estator 30 cuya sección transversal es circular. En el proceso de ajuste por presión, los dientes 2 de polo magnético separados necesitan ser conformados de una forma corrugada en las conexiones entre sí.

En el lado de la circunferencia interior del estator 30 está el rotor 40 colocado a través de un entrehierro de aproximadamente 0,1 a 2,0 mm. El rotor 40 incluye un núcleo 5 del rotor e imanes permanentes 7. El núcleo 5 del rotor, como el núcleo 1 del estator, está formado por capas de placas magnéticas de acero, siendo cada una de un espesor de aproximadamente 0,1 a 1,0 mm.

El núcleo 5 del rotor incluye seis agujeros 8 de retención de imán situados en posiciones correspondientes a los respectivos lados de un hexágono regular aproximado que se centra en el centro del eje del núcleo 5 del rotor. Seis piezas de los imanes permanentes 7 están incrustadas en los agujeros 8 de retención de imán de tal manera que los Polos Norte magnéticos y los Polos Sur magnéticos se disponen alternativamente a lo largo de la dirección de la circunferencia. Los imanes permanentes 7 son imanes de tierras raras, que pueden consistir principalmente en neodimio, hierro y boro.

En el lado de la circunferencia exterior del agujero 8 de retención de imán en el núcleo 5 del rotor están las hendiduras 6 alargadas radialmente separadas una de otra a lo largo del agujero 8 de retención de imán. La Fig. 1 muestra un ejemplo de siete hendiduras 6 previstas para cada polo de los imanes permanentes 7 (uno de los agujeros 8 de retención de imán).

El centro del agujero 8 de retención de imán (el imán permanente 7) se define como un “centro del polo magnético del rotor”. Una parte de borde entre agujeros 8 de retención de imán adyacentes (los imanes permanentes 7) se define como una “parte del borde del polo del rotor”.

La Fig. 2 muestra una parte del rotor 40 del motor 100 síncrono de imanes permanentes para un polo. Con referencia a la Fig. 2, se proporcionan siete hendiduras 6, las hendiduras 61-67, para un polo donde una hendidura 64 está colocada en el centro del polo magnético del rotor.

Las siete hendiduras 61-67 están colocadas simétricamente con respecto al centro del polo magnético del rotor con la hendidura 64 en el centro del polo magnético del rotor. Las siete hendiduras 61-67 están separadas unas de otras en este orden desde un extremo del agujero 8 de retención de imán.

Las hendiduras 62-66, cinco hendiduras de las siete hendiduras, colocadas en o cerca del centro del polo magnético del rotor, están orientadas en la dirección donde el flujo magnético generado por el imán permanente 7 casi converge con el exterior del rotor 40 de modo que el flujo magnético converge en el centro del polo magnético del rotor. Es preferible que las líneas centrales de las cinco hendiduras 62-66 converjan en un punto X exterior del rotor 40 como se muestra en la Fig. 2. No obstante, se pueden obtener propiedades equivalentes incluso cuando estas líneas centrales casi convergen en el punto X también. El punto X es preferible que se sitúe dentro de la circunferencia exterior del núcleo 1 del estator.

Las hendiduras 61 y 67, dos hendiduras colocadas en las inmediaciones de las partes del borde del polo, están orientadas en una dirección diferente de la dirección de las otras cinco hendiduras, 62-66, colocadas en o cerca del centro del polo magnético del rotor. Las dos hendiduras, 61 y 67, en las inmediaciones de las partes del borde del

polo, pueden estar orientadas en una dirección perpendicular con respecto al imán permanente 7 (el agujero 8 de retención de imán), por ejemplo.

El núcleo 1 del estator tiene nueve polos magnéticos (ranuras) mientras que el rotor tiene seis polos. Por esta razón, la anchura del imán permanente 7 se hace mayor que la anchura del polo magnético del diente 2 de polo magnético del estator 30. No obstante, las cinco hendiduras 62-66 colocadas en o cerca del centro del polo magnético del rotor están orientadas en la dirección donde el flujo magnético generado por el imán permanente 7 casi converge con el exterior del rotor 40. Esto permite que el estator 30 basado en el método de devanado concentrado haga uso eficaz del flujo magnético de los imanes permanentes 7.

Las hendiduras 61 y 67, colocadas en las inmediaciones de las partes del borde del polo, están orientadas perpendiculares al imán permanente 7. Las hendiduras 61 y 67, en las inmediaciones de las partes del borde del polo pueden estar orientadas en la dirección donde converge el flujo magnético, de la misma manera que la de las hendiduras 62-66 colocadas en o cerca del centro del polo magnético del rotor. Esto también puede ayudar a lograr un uso eficaz del flujo del imán. En este caso, no obstante, la inclinación de las hendiduras 61, 67 a partir de a la orientación del flujo magnético del imán permanente 7 llega a ser grande. Esto puede causar el bloqueo del flujo magnético del imán permanente 7 en los extremos en las partes del borde del polo del rotor. De esta manera, las hendiduras 61 y 67, colocadas en las inmediaciones de las partes del borde del polo del rotor, pueden estar orientadas en la dirección diferente de la dirección de la orientación de las otras hendiduras 62-66 colocadas en o cerca del centro del polo magnético del rotor (por ejemplo, las hendiduras 61 y 67 pueden estar orientadas perpendiculares al imán permanente 7). Esto puede ayudar a lograr un uso eficaz del flujo magnético de los imanes permanentes 7 no solamente en la parte central sino también en los bordes.

El uso eficaz del flujo magnético del imán permanente 7 puede lograrse como sigue: cuando la cantidad de corriente eléctrica aplicada a los devanados 4 del estator es constante, entonces el par generado por el motor 100 síncrono de imanes permanentes puede llegar a ser grande; y cuando el par es constante, entonces la corriente eléctrica aplicada a los devanados 4 del estator puede llegar a ser pequeña en cantidad. Esto puede reducir la pérdida de cobre y dar como resultado proporcionar el motor 100 síncrono de imanes permanentes que es altamente eficiente.

Cuando tanto el par como la corriente eléctrica son constantes, entonces el volumen del imán permanente 7 puede llegar a ser pequeño. Esto puede dar como resultado proporcionar el motor 100 síncrono de imanes permanentes a bajo coste.

La Fig. 3 muestra una sección transversal de un motor síncrono de imanes permanentes ilustrando una parte del núcleo 1 del estator solamente para uno de los nueve dientes 2 de polo magnético y una parte del núcleo 5 del rotor solamente para uno de los seis polos. Con referencia a la Fig. 3, una A denota el tamaño de la anchura del diente 2 de polo magnético en el lado del entrehierro que se enfrenta al núcleo 5 del rotor. Una B denota una distancia entre la hendidura 62 y la hendidura 66. Las hendiduras 62 y 66 son las más alejadas del centro del polo magnético del rotor de las seis hendiduras 62-66 orientadas en la dirección donde converge el flujo magnético. (La medición de la distancia se tomará desde las esquinas de las hendiduras 62 y 66 en el lado de las partes del borde del polo respectivas del rotor.) Las hendiduras están formadas para satisfacer A>B.

Cuando A>B, entonces el flujo magnético del imán permanente 7 puede converger eficazmente en el diente 2 de polo magnético. Esto puede dar como resultado lograr un motor síncrono de imanes permanentes altamente eficiente.

Una C denota una distancia entre la hendidura 61 y la hendidura 67 colocadas en las inmediaciones de las partes del borde del polo respectivas del rotor. La distancia está realmente entre las esquinas de las hendiduras 61 y 67 que se enfrentan al agujero 8 de retención de imán y las partes del borde del polo respectivas del rotor. Cuando C>A> B, entonces el flujo magnético del imán permanente 7 se puede usar eficazmente en las partes extremas. Otra ventaja es que la forma de onda del voltaje inducido a los devanados 4 del estator (en lo sucesivo denominada “fuerza electromotriz”) se puede aproximar a una onda sinusoidal.

La forma de onda de la fuerza electromotriz se determina casi por las formas y posiciones del núcleo 1 del estator, los imanes permanentes 7, los agujeros 8 de retención de imán y las hendiduras 6. Las formas de las hendiduras 61 y 67 en las inmediaciones de las partes del borde del polo respectivas del rotor tienen especialmente una gran influencia sobre la forma de onda de la fuerza electromotriz.

Cuando la forma de onda de la fuerza electromotriz se aproxima a una onda sinusoidal, es decir, se reducen los componentes armónicos de la fuerza electromotriz, entonces se pueden controlar los niveles de vibración y de ruido causados por el motor 100 síncrono de imanes permanentes en operación. Otra ventaja es evitar el deterioro de la eficiencia causado por un aumento en la pérdida de hierro. Cuando C>A, entonces el flujo magnético en las partes del borde del polo del rotor puede tener un cambio suave. Esto puede servir para hacer que la forma de onda de la fuerza electromotriz se aproxime a una onda sinusoidal. Como resultado, el motor 100 síncrono de imanes permanentes puede lograr una baja vibración y un bajo ruido. Cuando el tamaño de C se hace menor que la anchura horizontal del imán permanente 7, entonces se puede obtener un efecto mejorado.

Con esta realización, el estator 30 tiene nueve piezas de los dientes 2 de polo magnético y el rotor 40 tiene seis polos magnéticos, como se ha descrito. No obstante, también se puede obtener un efecto similar con otra combinación del estator 30 que tiene 12 piezas de los dientes 2 de polo magnético y el rotor 40 que tiene ocho polos magnéticos, por ejemplo. Incluso una combinación del estator 30 que tiene 18 piezas de los dientes 2 de polo magnético y el rotor 40 que tiene 12 polos magnéticos puede lograr un efecto similar.

Con referencia a las hendiduras 6, hay siete de ellas en la descripción, pero se puede obtener un efecto similar de hecho con cuatro o más de ellas.

Realización 2.

La Fig. 4 muestra un diagrama que describe una segunda realización, que ilustra una parte del núcleo 5 del rotor del motor 100 síncrono de imanes permanentes.

Con referencia a la Fig. 4, un puente 9 estrecho exterior denota una parte del núcleo en el lado de la circunferencia exterior de la hendidura 67 en las inmediaciones de la parte del borde del polo. Un puente 11 estrecho interior denota una parte del núcleo entre la hendidura 67 y el agujero 8 de retención de imán. Un puente estrecho exterior en la parte 10 del borde del polo denota una parte del núcleo adyacente al agujero 8 de retención de imán en las inmediaciones de la parte del borde del polo en el lado de la circunferencia exterior.

Según esta realización, se puede satisfacer D1<D2 donde el D1 denota el tamaño de la anchura (un tamaño en la dirección radial) del puente 9 estrecho exterior y el D2 denota el tamaño de la anchura (un tamaño en la dirección radial) del puente estrecho exterior en una parte 10 del borde del polo. Según la primera realización, con el fin de aproximar la forma de onda de la fuerza electromotriz a una onda sinusoidal, la forma de las hendiduras 67 en las inmediaciones de la parte del borde del polo del rotor puede ser un factor clave, como se ha descrito. La forma y el tamaño del puente estrecho exterior en una parte 10 del borde del polo, como la forma de la hendidura 67, también son factores clave para hacer que la forma de onda de la fuerza electromotriz se aproxime a una onda sinusoidal.

Cuando D2≤D1, la fuerza electromotriz llega a ser grande en valor. Hay una tendencia, no obstante, de que la forma de onda de la fuerza electromotriz incluya distorsión con componentes armónicos. La forma de onda de la fuerza electromotriz puede ser capaz de aproximarse a una onda sinusoidal cuando D2>D1. No obstante, cuando el tamaño del D2 es demasiado grande, el flujo magnético del imán permanente 7 puede filtrarse al puente estrecho exterior en la parte 10 del borde del polo de un polo adyacente. Esto puede dar como resultado la reducción del valor de voltaje de la fuerza electromotriz, y deteriorar por ello la eficiencia del motor síncrono de imanes permanentes. Es preferible, por lo tanto, ajustar el tamaño del D2 aproximadamente a 1,2 a 3 veces el tamaño de D1. También es deseable ajustar el tamaño de D1 aproximadamente a 1 a 2 veces el espesor (aproximadamente 0,1 a 1 mm) de una de las placas magnéticas de acero que forman el núcleo 5 del rotor.

Cuando el motor 100 síncrono de imanes permanentes funciona a una alta velocidad de por encima de 7.000 revoluciones por minuto (rpm), puede ocurrir lo siguiente: si el tamaño del D2 es demasiado pequeño para tal operación de alta velocidad, la tensión se puede concentrar en el puente estrecho exterior en la parte 10 del borde del polo debido a las fuerzas centrífugas a rotación de alta velocidad; y entonces en el peor de los casos, el puente estrecho exterior en la parte 10 del borde del polo se puede frenar o se puede dañar.

Con esta realización, haciendo el tamaño del D2 mayor que el tamaño de D1, se puede aumentar la resistencia contra las fuerzas centrífugas. Por lo tanto, el motor 100 síncrono de imanes permanentes puede lograr una alta fiabilidad. Otra ventaja es lograr el motor 100 síncrono de imanes permanentes con baja vibración y bajo ruido debido a componentes armónicos reducidos en la fuerza electromotriz.

Un D3 denota el tamaño de la anchura del puente 11 estrecho interior, en el cual se satisface D2<D1+D3. El flujo magnético del imán permanente 7 incluye una parte que fluye al diente 2 de polo magnético del estator 30 a ser usado como par y una parte del flujo de fuga que fluye en la dirección de los imanes permanentes 7 adyacentes. El flujo de fuga pasa a través del puente estrecho exterior en una parte 10 del borde del polo, y de esta manera el tamaño del D2 es muy importante.

El flujo magnético del imán permanente 7 en una parte más próxima al centro del polo magnético del rotor que la hendidura 67 pasa a través del puente 9 estrecho exterior (el tamaño D1 de la anchura) y el puente 11 estrecho interior (el tamaño D3 de la anchura), y luego se filtra al imán permanente 7 adyacente a través del puente estrecho exterior en la parte 10 del borde del polo (el tamaño D2 de la anchura).

Aquí, debido a que D2<D1+D3, el flujo de fuga del imán permanente 7 a través del D1 y del D3 se puede controlar en el D2. Esto puede ayudar a lograr el uso eficaz del flujo magnético del imán permanente 7. Como resultado, el motor 100 síncrono de imanes permanentes puede alcanzar una alta eficiencia.

Realización 3.

La Fig. 5 muestra un diagrama que describe una tercera realización, que ilustra una sección transversal vertical de un compresor 20 rotativo (un ejemplo de un compresor hermético). Con referencia a la Fig. 5, un alojamiento 22

hermético del compresor 20 rotativo contiene una unidad 21 de motor y una unidad 23 de compresor. Para la unidad 21 de motor, se puede usar el motor 100 síncrono de imanes permanentes descrito en la primera realización o en la segunda realización.

Un tubo 24 de succión está conectado a un evaporador de un circuito de refrigeración (no mostrado en la figura) para conducir un refrigerante a la unidad 23 de compresor.

Un tubo 25 de descarga está conectado a un condensador del circuito de refrigeración para enviar un refrigerante a alta presión desde el contendor 22 hermético al circuito de refrigeración.

Cuando el motor 100 síncrono de imanes permanentes descrito en la primera realización o la segunda realización está montado en el compresor 20 rotativo, el compresor 20 rotativo entonces llega a ser altamente eficiente debido a que el motor 100 síncrono de imanes permanentes es altamente eficiente. Este compresor 20 rotativo altamente eficiente se puede usar en un acondicionador de aire o un frigorífico-congelador. Esto puede contribuir enormemente a los propósitos de conservación de energía.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 muestra un diagrama que describe una primera realización, que ilustra una sección transversal horizontal de un motor 100 síncrono de imanes permanentes.

La Fig. 2 muestra un diagrama que describe la primera realización, que ilustra una parte de un rotor 40 del motor 100 síncrono de imanes permanentes.

La Fig. 3 muestra un diagrama que describe la primera realización, que ilustra una parte de un estator 30 y una parte de un rotor 40 del motor 100 síncrono de imanes permanentes.

La Fig. 4 muestra un diagrama que describe una segunda realización, que ilustra una parte de un núcleo 5 del rotor del motor 100 síncrono de imanes permanentes.

La Fig. 5 muestra un diagrama que describe una tercera realización, que ilustra una sección transversal vertical de un compresor 20 rotativo.

Explicación de los números de referencia

1 núcleo del estator

2 dientes de polo magnético

3 ranura

4 devanado del estator

5 núcleo del rotor

6 hendidura

7 imán permanente

8 agujero de retención de imán

9 puente estrecho exterior

10 puente estrecho exterior en la parte del borde del polo

11 puente estrecho interior

20 compresor rotativo

21 unidad de motor

22 alojamiento hermético

23 unidad de compresión

24 tubo de succión

25 tubo de descarga

30 estator

40	rotor
61	hendidura
62	hendidura
63	hendidura
64	hendidura
65	hendidura
66	hendidura
67	hendidura
100	motor síncrono de imanes permanentes

REIVINDICACIONES

1. Un motor (100) síncrono de imanes permanentes que comprende:

un estator (30); y

un rotor (40),

incluyendo el estator:

un núcleo (1) del estator que está formado por capas de placas magnéticas de acero, incluyendo el núcleo del estator dientes (2) de polo magnético, estando cada diente de polo magnético formado entre ranuras (3) adyacentes; y

devanados (4) del estator que se proporcionan en las ranuras del núcleo del estator,

el rotor, que está colocado en un lado de la circunferencia interior de los dientes de polo magnético del estator a través de un entrehierro, que incluye:

un núcleo (5) del rotor que está formado por capas de placas magnéticas de acero;

una pluralidad de agujeros (8) de retención de imán formados en el núcleo del rotor a lo largo de una circunferencia exterior del núcleo del rotor;

imanes (7) permanentes insertados en los agujeros de retención de imán; y

una pluralidad de hendiduras (6, 61-67) formadas en el núcleo del rotor en un lado de la circunferencia exterior de los agujeros de retención de imán, estando la pluralidad de hendiduras alargadas desde las inmediaciones de los imanes permanentes a las inmediaciones de la circunferencia exterior del núcleo del rotor,

caracterizado por que

entre la pluralidad de hendiduras, cinco o más hendiduras (62-66) formadas en las inmediaciones de un centro del polo magnético del núcleo del rotor están orientadas en una dirección hacia un punto en una línea del centro del polo magnético hacia fuera del núcleo del rotor, y las ranuras (61, 67) formadas en las inmediaciones de una parte del borde del polo del núcleo del rotor están orientadas en otra dirección que es diferente de la dirección de las hendiduras (62-66) formadas en las inmediaciones del centro del polo magnético del núcleo del rotor.

2. El motor síncrono de imanes permanentes según la reivindicación 1, en el que el estator (30) usa un método de enrollado concentrado mediante el cual, los devanados (4) del estator están enrollados directamente alrededor del diente (2) de polo magnético.

3. El motor síncrono de imanes permanentes según la reivindicación 2, en el que las hendiduras (62-66) en las inmediaciones del centro del polo magnético del núcleo (5) del rotor, están formadas dentro de una anchura del diente (2) del polo magnético en un lado que se enfrenta al entrehierro y opuesto al núcleo (5) del rotor.

4. El motor síncrono de imanes permanentes según la reivindicación 2, en el que el núcleo (1) del estator es un conjunto de núcleos separados, incluyendo cada núcleo uno de los dientes (2) de polo magnético.

5. El motor síncrono de imanes permanentes según la reivindicación 2, en el que una distancia (C) entre las hendiduras (61, 67) que están formadas en las inmediaciones de las partes del borde del polo del núcleo (5) del rotor y situadas en ambos extremos de un agujero (8) de retención de imán en la dirección circunferencial, es mayor que una anchura del diente (2) de polo magnético en un lado que enfrenta el entrehierro, siendo medida la distancia (C) desde las esquinas de las hendiduras (61, 67) en un lado que enfrenta un agujero (8) de retención de imán, y en lados que enfrentan las partes del borde del polo respectivas del núcleo del rotor.

6. El motor síncrono de imanes permanentes según la reivindicación 1, en el que una anchura (D2) en una dirección radial de un puente (10) estrecho exterior en la parte del borde del polo es mayor que una anchura (D1) en la dirección radial de otro puente (9) estrecho exterior, el puente (10) estrecho exterior en la parte del borde del polo que es una parte del núcleo (5) del rotor en el lado de la circunferencia exterior de un agujero (8) de retención de imán en las inmediaciones de la parte del borde del polo del rotor, y el otro puente (9) estrecho exterior que es una parte del núcleo (5) del rotor en el lado de la circunferencia exterior de una de las hendiduras (62-66) formadas en las inmediaciones de la parte del borde del polo.

7. El motor síncrono de imanes permanentes según la reivindicación 6, en donde una suma de la anchura (D1) en la dirección radial del otro puente (9) estrecho exterior y una anchura (D3) en la dirección radial de un puente (11) estrecho interior es mayor que la anchura (D2) en la dirección radial del puente (10) estrecho exterior en la parte del borde del polo, siendo el puente (11) estrecho interior una parte del núcleo (5) del rotor entre una de las hendiduras (61, 67) formadas en las inmediaciones de la parte del borde del polo y un agujero de retención de imán.

8. Un compresor (20) hermético, que comprende el motor síncrono de imanes permanentes según una cualquiera de las reivindicaciones 1, 6 y 7.

Fig. 1

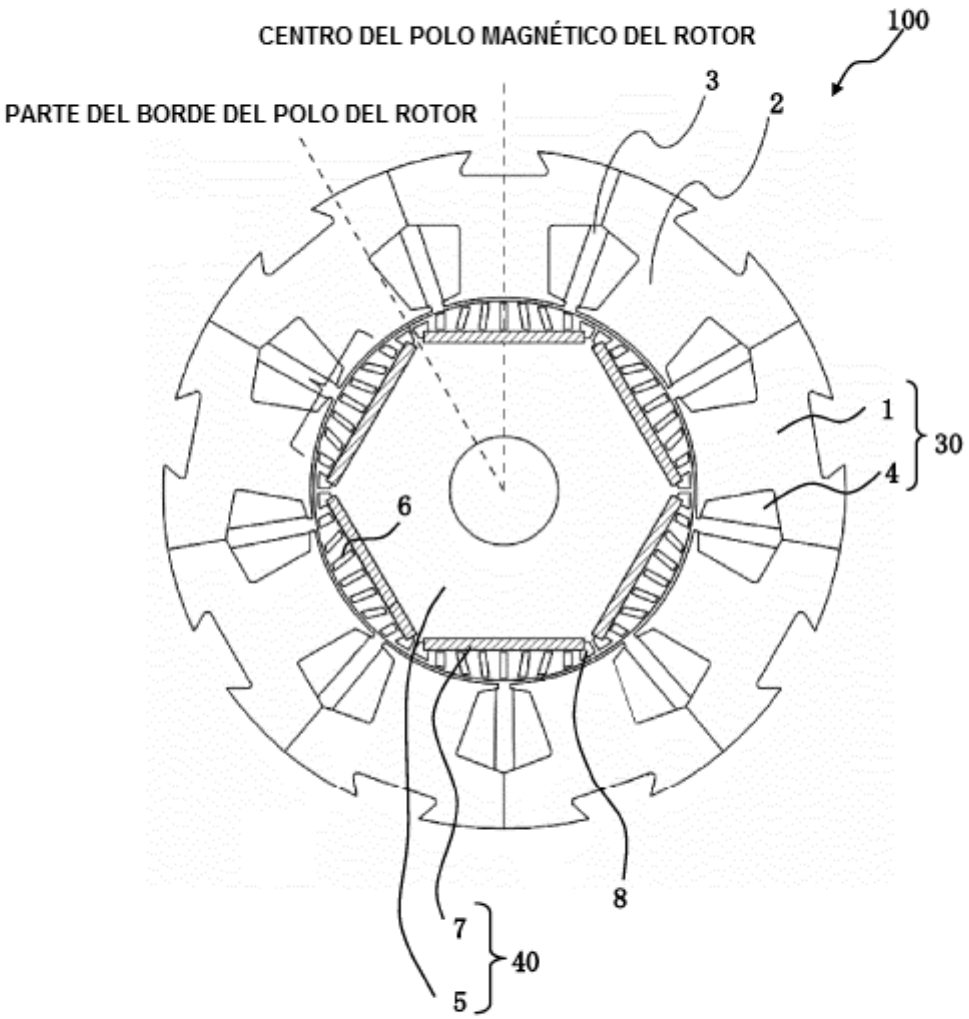
CENTRO DEL POLO MAGNÉTICO DEL ROTOR
100
3
2
PARTE DEL BORDE DEL POLO DEL ROTOR
1
30
4
6
8
7
40
5

Fig. 2

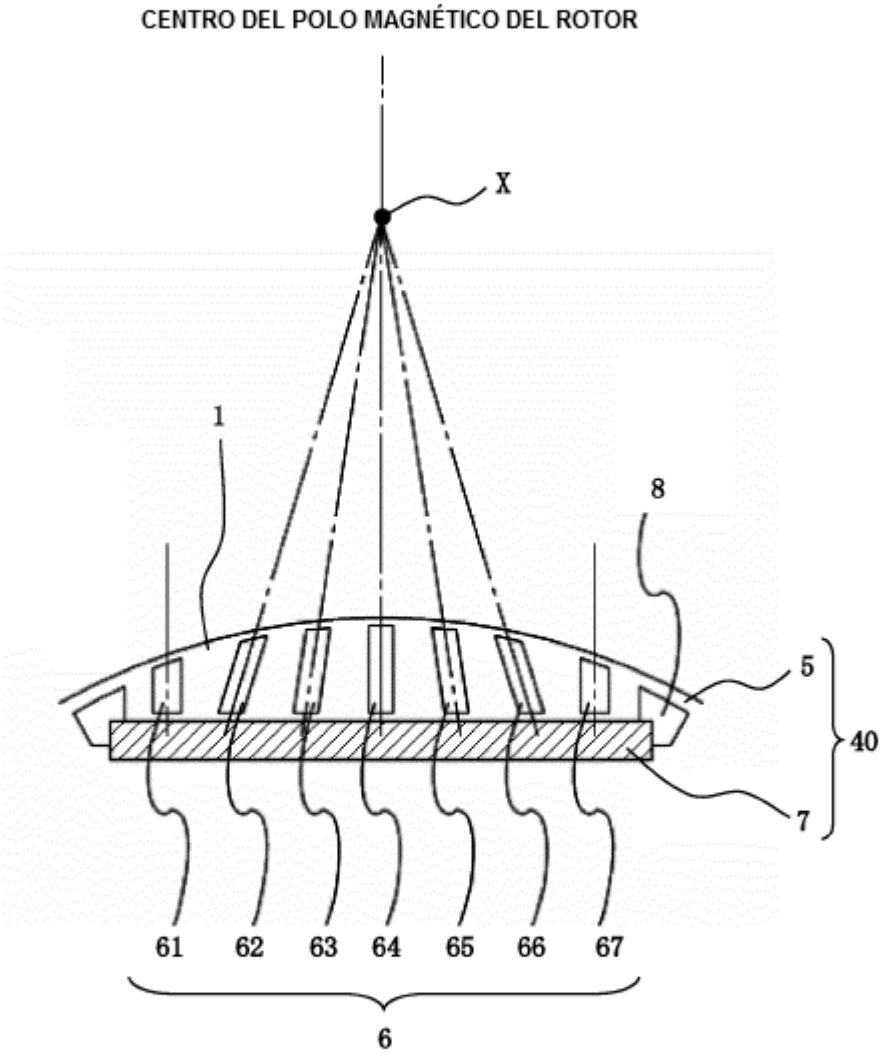
CENTRO DEL POLO MAGNÉTICO DEL ROTOR
X
1
8
5
40
7
61
62
63
64
65
66
67
6

Fig. 3

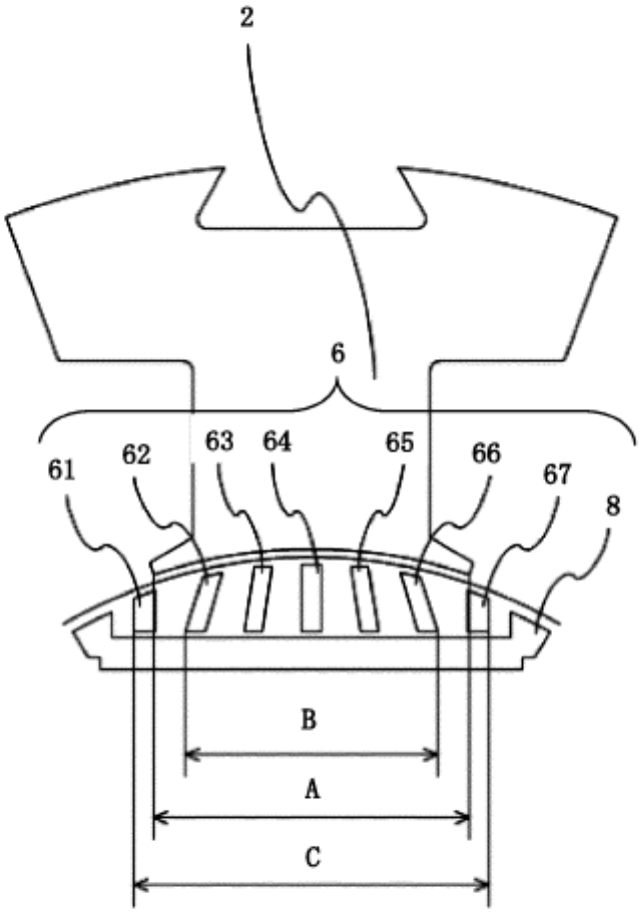

Fig. 4

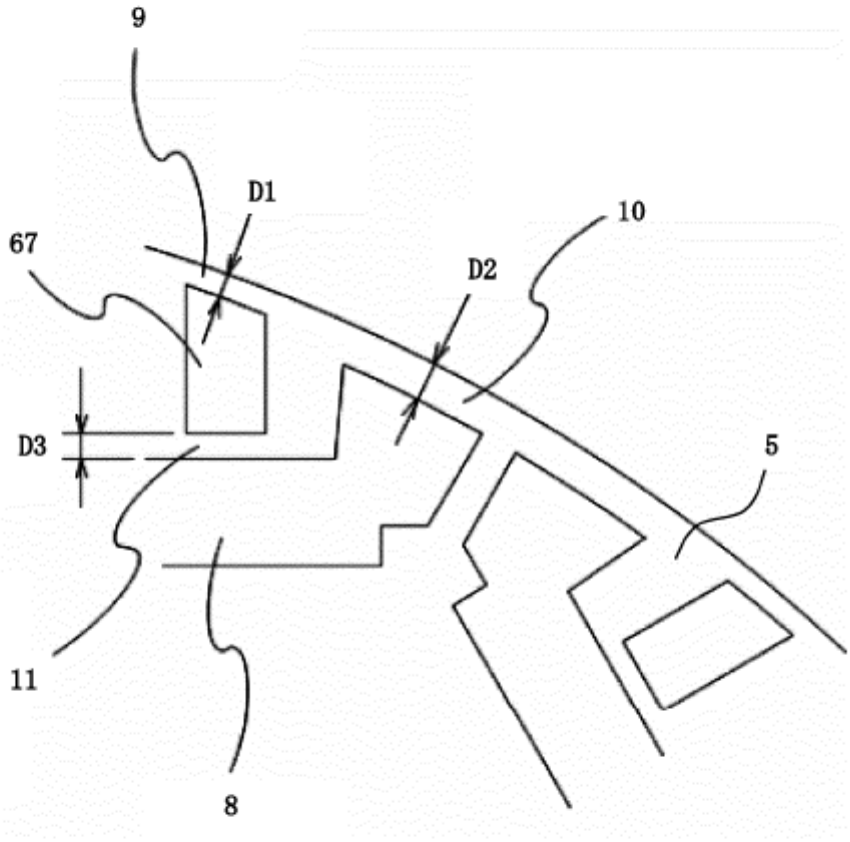
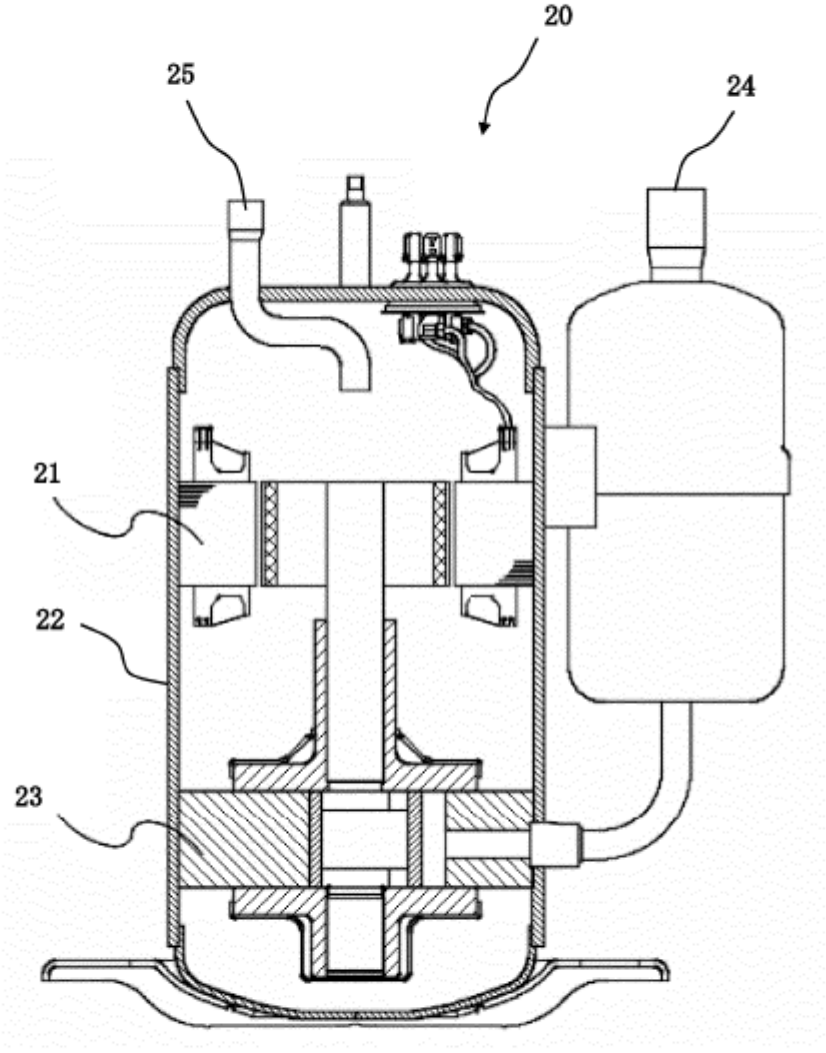
Fig. 5