



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 277 614**

51 Int. Cl.:
H02K 21/22 (2006.01)
H02K 19/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02707198 .4**
86 Fecha de presentación : **28.03.2002**
87 Número de publicación de la solicitud: **1376832**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **02.01.2004**

54 Título: **Máquina eléctrica rotativa dotada de bobina de control de campo.**

30 Prioridad: **28.03.2001 JP 2001-92765**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.07.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.07.2007

73 Titular/es: **Mitsuba Corporation**
2681, Hirosawacho 1-chome
Kiryu-shi, Gunma 376-8555, JP

72 Inventor/es: **Yoda, Takeshi;**
Kimura, Yumiko y
Uchiyama, Hidekazu

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 277 614 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Máquina eléctrica rotativa dotada de bobina de control de campo.

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a una máquina eléctrica rotativa que utiliza imanes permanentes para crear un campo magnético, y en particular a una máquina eléctrica rotativa utilizada como motor de arranque/generador que puede ser utilizada como motor de arranque para poner en marcha un motor de combustión interna y como generador una vez que dicho motor de combustión ha sido puesto en marcha.

Antecedentes de la invención

Un motor de para vehículos está dotado, de manera típica, de un motor de arranque para poner en marcha el motor y un generador para generar electricidad una vez que el motor ha sido puesto en marcha, y los accesorios del motor pueden estar hechos de forma compacta y con peso ligero si dichas dos piezas son combinadas en una sola unidad. Basándose en dicho punto de vista, se han realizado numerosas propuestas para utilizar un motor eléctrico también como generador. Dicho arrancador/generador es, de forma no exclusiva, apropiado para ser utilizado en pequeñas motocicletas, y típicamente consiste en una máquina eléctrica rotativa que hace uso de imanes permanentes para crear un campo magnético.

En dicho arrancador/generador, es necesario generar un campo magnético tan intenso como sea posible para una determinada condición (tamaño, peso, etc.) con la finalidad de hacer máximo el par de fuerzas como motor de arranque para poner en marcha el motor, pero al mismo tiempo un campo magnético intenso resulta en una generación excesiva de electricidad cuando es utilizado como generador. Por lo tanto, el solicitante ha propuesto anteriormente en la Publicación de Patente japonesa abierta a inspección pública N° 07-59314 proporcionar una bobina de control de campo y controlar la intensidad del campo magnético que atraviesa los polos magnéticos. El campo magnético producido por la bobina de control de campo cancela parcialmente el campo magnético generado por el imán permanente, y controla la generación de electricidad cuando es utilizado como generador.

En el documento EP-A-1 071 193 se da a conocer una máquina eléctrica rotativa de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. De manera más específica, el documento EP-A-1 071 193 da a conocer una máquina eléctrica rotativa, que comprende un estátor que incluye una serie de dientes, cada uno de ellos con una bobina enrollada en el mismo, un rotor que incluye polos magnéticos permanentes y polos de hierro dispuestos concéntricamente y de forma alternada, y una bobina de control de campo para generar un flujo magnético que se superponga al campo magnético que los polos magnéticos y polos de hierro suministran a los dientes.

En vistas de los problemas existentes en la técnica, un objetivo primario de la presente invención es dar a conocer una máquina eléctrica rotativa que utilice imanes permanentes para generar un campo magnético que esté adaptada para modificar de forma sencilla las propiedades del mismo, y que por lo tanto pueda ser adaptada a distintas aplicaciones substancialmente sin reemplazar las piezas componentes de la misma.

Un segundo objetivo de la presente invención es dar a conocer una máquina eléctrica rotativa mejorada del tipo mencionado anteriormente dotada de una bobina de control de campo que permita la modificación de dichas propiedades dentro de un amplio rango.

Un tercer objetivo de la presente invención es dar a conocer una máquina eléctrica rotativa mejorada que sea apropiada para ser utilizada como un generador que pueda cambiar la máxima capacidad del mismo de manera favorable.

Un cuarto objetivo de la presente invención es dar a conocer una máquina eléctrica rotativa que sea apropiada para ser utilizada como arrancador/generador para un motor de combustión interna.

Para lograr dichos objetivos, la máquina eléctrica rotativa de la presente invención está caracterizada por las características definidas en la parte caracterizante de la reivindicación 1.

De acuerdo con la presente invención, dichos objetivos son alcanzados mediante la disposición de componentes de flujo magnético de distintas intensidades, superpuestas a componentes de flujo magnético que son proporcionadas por los polos magnéticos y polos de hierro a los dientes, respectivamente, diferenciando las resistencias magnéticas para trayectorias magnéticas que son formadas por la bobina de control de campo para atravesar los polos magnéticos y polos de hierro, respectivamente, siendo diferenciadas dichas resistencias magnéticas proporcionando distintas separaciones de aire o entrehierros en las trayectorias magnéticas correspondientes.

De acuerdo con la presente invención, dichos objetivos pueden ser logrados por una máquina eléctrica rotativa, que comprende un arrancador o motor de arranque que incluye una serie de dientes, cada uno de ellos con una bobina enrollada en el mismo, un rotor que incluye polos magnéticos permanentes y polos de hierro dispuestos concéntricamente y de forma alternada, y una bobina de control de campo para generar flujo magnético que se superpone al campo magnético que los polos magnéticos y polos de hierro suministran a los dientes, caracterizada porque: la bobina

de control de campo está adaptada para superponer componentes de flujo magnético de distintas intensidades sobre componentes de flujo magnético que son suministradas por los polos magnéticos y polos de hierro a los dientes.

Por lo tanto, el rango de control posible para la bobina de control de campo puede expandirse para una determinada corriente de suministro sacando ventaja de la saturación del flujo magnético. Por lo tanto, se da a conocer una máquina eléctrica rotativa altamente apropiada como arrancador/generador para un motor de combustión interna. Las componentes de flujo magnético de distintas intensidades pueden superponerse a las componentes de campo magnético que los polos magnéticos y los polos de hierro suministran a los dientes utilizando cualquiera de una variedad de métodos posibles. Por ejemplo, mediante la disposición apropiada de resistencias magnéticas dentro del circuito magnético, las intensidades de dichas componentes de flujo magnético pueden ser diferenciadas. Una resistencia magnética puede variarse seleccionando el material que es interpuesto en el circuito magnético, modificando el entrehierro, o cambiando el tamaño de la trayectoria magnética tal como el espesor y/o la anchura de la parte de culata que define la trayectoria magnética.

En particular, en el caso de un arrancador/generador para un motor de combustión interna, haciendo que el entrehierro correspondiente a los polos magnéticos sea mayor que el correspondiente a los polos de hierro, el par de fuerzas como motor de arranque puede hacerse máximo, al mismo tiempo que el rendimiento como generador puede ser controlado de forma efectiva. De acuerdo con una realización preferente, cada imán permanente es colocado en un rebaje definido en una superficie circunferencial interna de la culata, y cada polo de hierro es definido por una parte de la culata localizada entre un par adyacente de imanes permanentes, estando dotada una superficie circunferencial interior de cada imán permanente de una altura diferente de la de dicha parte de la culata (por ejemplo con una altura menor que la de dicha parte de la culata), por lo cual las componentes de flujo magnético de distintas intensidades son superpuestas a las componentes de flujo magnético que son suministradas a los dientes por los polos magnéticos y los polos de hierro, de manera respectiva.

La máquina eléctrica rotativa de la presente invención puede ser aplicada a máquinas eléctricas rotativas de rotor externo y máquinas eléctricas rotativas de rotor interno, y puede ser aplicada a motores eléctricos normales, generadores y arrancadores de motor además de aplicarse a arrancadores/generadores.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención será descrita a continuación haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista en sección vertical que muestra un arrancador/generador (primera realización) de acuerdo con la presente invención;

La figura 2 es una vista en sección parcial tomada a lo largo de la línea II-II de la figura 1;

La figura 3 es un diagrama de un circuito magnético que incluye un imán permanente y una bobina de control de campo sirviendo como fuentes de flujo magnético;

La figura 4 es un gráfico que muestra la distribución de flujo magnético efectivo entre polos de hierro y polos magnéticos;

La figura 5 es una vista en sección vertical que muestra otra máquina eléctrica rotativa (segunda realización) de acuerdo con la presente invención;

La figura 6 es una vista en sección vertical que muestra aun otra máquina eléctrica rotativa (tercera realización) de acuerdo con la presente invención;

La figura 7 es una vista en sección vertical que muestra aún otra máquina eléctrica rotativa (cuarta realización) de acuerdo con la presente invención; y

La figura 8 es una vista en sección vertical que muestra aún otra máquina eléctrica rotativa (quinta realización) de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferentes

La figura 1 es una vista en sección lateral de un arrancador/generador (1) de acuerdo con la presente invención. Dicho arrancador/generador (1) consiste en una máquina eléctrica rotativa con rotor exterior, y, por ejemplo, comprende un estátor (3) acoplado de forma fija a una pared extrema de un motor de combustión interna (E) para una pequeña motocicleta mediante una abrazadera (2), y un rotor (5) acoplado de forma fija al cigüeñal (4) del motor (E). El arrancador/generador (1) es utilizado como arrancador de motor cuando se pone en marcha el motor, y además como generador para suministrar electricidad a una batería, no mostrada en los dibujos, y otras cargas una vez que el motor ha sido puesto en marcha.

El estátor (3) está dotado de un núcleo (6) acoplado de forma fija a la abrazadera (2), y el núcleo (6) está a la vez dotado de una cantidad predeterminada de dientes de núcleo (6a) que sobresalen radialmente hacia fuera del mismo.

ES 2 277 614 T3

Una bobina de estator (7) está enrollada alrededor de cada diente del núcleo (6a). El rotor (5) comprende un elemento central o buje (8) acoplado de forma fija y coaxial con el cigüeñal (4), y una culata con forma de copa (9) acoplada coaxialmente con el extremo saliente con dirección axial (extremo izquierdo en los dibujos) del elemento central (8). Una cantidad predeterminada de imanes permanentes (10) están acoplados a la superficie circunferencial interna de la culata (9), circunferencialmente con intervalos iguales.

En este arrancador/generador (1), una bobina de control de campo (11) rodeando al elemento central (8) está acoplada de forma fija a la abrazadera (2), y la bobina de control de campo (11) y el estator (3) son recibidos dentro de la culata (9). Suministrando una corriente eléctrica a la bobina de control de campo (11), se genera un flujo magnético que atraviesa el elemento central (8), el núcleo (6) (dientes del núcleo (6a)) y la culata (9).

Este arrancador/generador (1) está adaptado para funcionar como motor sin escobillas, y se dispone un imán permanente sensor, no mostrado en los dibujos, en el elemento central (8), mientras que se dispone un dispositivo de efecto Hall, no mostrado en los dibujos, en la parte correspondiente de la abrazadera (2) para controlar el motor sin escobillas de un modo conocido *per se*.

En este arrancador/generador (1), tal como se muestra en la figura 2, los imanes permanentes (10) están dispuestos en la superficie circunferencial interior de la culata (9) adoptando una relación espacial separada con el mismo polo orientado radialmente hacia el interior. Los polos magnéticos (10a) definidos por las superficies internas de los imanes permanentes (10) y los polos de hierro (9a), que sirven como polos magnéticos de control y que quedan definidos por las partes de la culata (9) posicionadas entre imanes permanentes adyacentes (10), se oponen al estator (3) de manera alternada. Cada polo de hierro (9a) puede estar formado por una parte de la culata (9) que sobresale radialmente hacia dentro o por un elemento independiente que está acoplado de forma fija a la culata (9).

De este modo, el flujo magnético generado por el imán permanente (10) fluye desde el diente (6a) al polo magnético (10a) tal como queda indicado por la flecha H_1 en la figura 3, y forma, por un lado, un bucle cerrado a través de la culata (9), el polo de hierro (9a), el diente (6a), el núcleo (6), el diente (6a) y el polo magnético (10a), tal como queda indicado por la flecha H_2 y, por otro lado, un bucle cerrado a través de la culata (9), el elemento central (8), el núcleo (6), el diente (6a) y el polo magnético (10a) tal como queda indicado por la flecha H_3 . Suministrando una corriente eléctrica a la bobina de control de campo (11), se genera un flujo magnético que atraviesa el elemento central (8), la culata (9) y el núcleo (6) (diente (6a)), y dicho flujo magnético comprende las componentes de flujo magnético H_4 y H_5 que atraviesan el polo magnético (10a) y el polo de hierro (9a), respectivamente. Tal como será descrito posteriormente en el presente documento, suministrando una corriente eléctrica a la bobina de control de campo (11) y produciendo componentes de flujo magnético que se superponen a las componentes de flujo magnético generadas por los imanes permanentes (10), el campo magnético puede ser controlado del modo deseado.

Esta realización se describe en mayor detalle haciendo referencia a las figuras 3 y 4. Cuando no se suministra corriente a la bobina de control de campo (11), la componente de flujo magnético H_1 fluye desde el diente (6a) hasta el polo magnético (10a), y la componente de flujo magnético H_2 fluye desde el polo de hierro (9a) hasta el diente (6a). Por lo tanto, la circulación completa del flujo magnético del campo magnético es dada por $(H_1 + H_2)$. Cuando se aplica una corriente eléctrica de una determinada polaridad a la bobina de control de campo (11) para utilizar la máquina eléctrica rotativa como un arrancador de motor o un motor eléctrico, una componente del flujo magnético ($H_1 - H_4$) fluye desde el diente (6a) hacia el polo magnético (10a), y una componente de flujo magnético ($H_2 + H_5$) fluye desde el polo de hierro (9a) hasta el diente (6a). Por lo tanto, la circulación completa del flujo magnético del campo magnético viene dada por $(H_1 + H_2 - H_4 + H_5)$. Cuando se suministra una corriente eléctrica con polaridad opuesta (se ha seleccionado una corriente eléctrica con la misma amplitud y polaridad opuesta para simplificar la discusión) a la bobina de control de campo (11) para utilizar la máquina eléctrica rotativa como un generador, una componente de flujo magnético ($H_1 + H_4$) fluye desde el diente (6a) hasta el polo magnético (10a) y una componente de flujo magnético ($H_2 - H_5$) fluye desde el polo de hierro (9a) hasta el diente (6a). Sin embargo, desde una consideración práctica de diseño, el tamaño del núcleo es minimizado para el flujo magnético requerido, de modo que es típico que el circuito magnético incluyendo el núcleo se sature al nivel de flujo magnético de H_1 . Por lo tanto, en realidad, la componente de flujo magnético que fluye desde el diente (6a) hasta el polo magnético (10a) es H_1 en lugar de $(H_1 + H_4)$. En consecuencia, la circulación completa del flujo magnético del campo magnético viene dada por $(H_1 + H_2 - H_5)$.

	Circulación del flujo magnético del campo
Motor	$H_1 + H_2 - H_4 + H_5$
Sin corriente eléctrica para la bobina de campo	$H_1 + H_2$
Generador	$H_1 + H_2 - H_5$

Por lo tanto, la diferencia en la circulación del flujo magnético del campo obtenido invirtiendo la polaridad de la bobina de campo viene dada por $(-H_4 + 2H_5)$. En este caso, la corriente eléctrica tiene la misma amplitud y sólo se ha invertido la polaridad cuando se selecciona el uso de la máquina eléctrica rotativa como motor de arranque o

generador en el presente ejemplo, pero la amplitud y polaridad de la corriente eléctrica puede ser seleccionada de forma individual y libre.

En esta realización, tal como se muestra en la figura 2, el imán permanente (10) está dispuesto en una parte rebajada de la superficie circunferencial interior de la culata (9) opuesta al diente (6a), y la separación (Dm) definida entre el diente (6a) y la superficie circunferencial interior del imán permanente (10) es mayor que la separación (Df) definida entre el diente (6a) y el polo de hierro (9a). Por lo tanto, la resistencia magnética (Rm) entre el imán permanente (10) y el diente (6a) es mayor que la resistencia magnética (Rf) entre el polo de hierro (9a) y el diente (6a). Por otro lado, la separación (Ds) definida entre el núcleo (6) y el elemento central (8) es común para el polo magnético (10a) y el polo de hierro (9a), y por lo tanto da lugar a la misma resistencia magnética (Rs) para los dos polos (9a) y (10a). En particular, debido a la diferencia existente entre las resistencias magnéticas (Rm) y (Rf) tal como ha sido mencionado anteriormente, H_5 es substancialmente mayor que H_4 . Este hecho hace que la diferencia en la circulación del flujo magnético sea consecuentemente mayor.

En consecuencia, suministrando una corriente eléctrica que tenga una determinada polaridad y amplitud a la bobina de control de campo (11), la circulación del flujo magnético del campo puede hacerse máxima para asegurar un rendimiento apropiado como motor eléctrico, y suministrando una corriente eléctrica con polaridad opuesta a la bobina de control de campo magnético (11), la circulación del flujo magnético del campo puede minimizarse para controlar el rendimiento como generador. Por lo tanto, cuando esta máquina eléctrica rotativa es utilizada como arrancador/generador, es posible obtener un rendimiento apropiado como arrancador y un rendimiento controlado de forma apropiada como generador mediante la selección apropiada de la polaridad y amplitud de la corriente eléctrica que es suministrada a la bobina de control de campo (11).

Cuando la máquina eléctrica rotativa es utilizada como motor eléctrico, su propiedad puede variarse a lo largo de un amplio rango seleccionando de forma apropiada la polaridad y amplitud de la corriente eléctrica que es suministrada a la bobina de control de campo (11). Por lo tanto, puede obtenerse un motor eléctrico compacto y económico que tiene un gran par de fuerzas sin aumentar indebidamente el tamaño de los imanes permanentes. En particular, modificando el suministro de corriente eléctrica a la bobina de control de campo (11) la máquina eléctrica rotativa puede ser adaptada a un amplio rango de aplicaciones. Del mismo modo, cuando la máquina eléctrica rotativa es utilizada como generador, gracias a que sus propiedades pueden ser controladas dentro de un amplio rango, la dependencia de un circuito regulador puede minimizarse o la necesidad de un circuito regulador puede ser totalmente eliminada. En particular, cuando es utilizada como generador para un motor de combustión interna, el ruido y las propiedades de economía de combustible de motor pueden ser mejorados. Además, la máquina eléctrica rotativa puede ser adaptada de manera sencilla a cambios en las especificaciones requeridas sin cambiar el diseño básico. Además, cuando es utilizada como motor de arranque de un motor de combustión interna, el mismo motor de arranque puede ser adaptado de manera sencilla a motores de combustión con distintas características.

La figura 5 muestra una segunda realización de la presente invención, que es aplicada a un generador utilizando una culata ligeramente distinta. En la figura 5, las partes correspondientes a las de la realización anterior son designadas con números de referencia similares, omitiendo la descripción de dichas partes. El generador está dotado de una segunda culata (12) acoplada de forma fija a la abrazadera extrema (2) del motor o un elemento similar, además de la primera culata (11) que es similar a la descrita en la realización anterior que es dispuesta en el lado del rotor (5). La segunda culata (12) que está dispuesta coaxialmente con relación al rotor (5) tiene forma de cilindro con extremo inferior cerrado, y un elemento central o buje (12a) se extiende central e integralmente desde la segunda culata (12). Dicho elemento central (12a) se extiende a lo largo de la línea central del rotor (5), y está conectado a la circunferencia interior central del núcleo del estátor (6), de modo que el elemento central (12a) y el núcleo del estátor (6) están conectados magnéticamente uno con el otro.

El diámetro interior del elemento central fijo (12a) recibe un extremo libre del elemento central (8) del rotor (5), y queda definida una separación entre la superficie circunferencial interior del elemento central fijo (12a) y la superficie circunferencial exterior del elemento central (8) del rotor (5) para aislar magnéticamente entre sí estas dos partes. Una separación adicional queda definida entre el extremo libre del elemento central fijo (12a) y la parte inferior de la primera culata (9) para aislarlos magnéticamente entre sí. Por lo tanto, al flujo magnético de la bobina de control de campo (11) se le impide fluir hacia el elemento central (8) del rotor (5) y la parte inferior de la primera culata (9). La parte inferior de la segunda culata (12) está acoplada de forma fija a la abrazadera extrema (2) mediante pernos.

La segunda culata (12) está dotada de una parte cilíndrica exterior (12b) que rodea la parte cilíndrica exterior de la primera culata (9) desde el lado opuesto de la primera culata (9) o desde el lado derecho del dibujo. Una separación de aire queda definida entre la superficie circunferencial exterior de la parte cilíndrica exterior de la primera culata (9) y la parte cilíndrica exterior (12b) de la segunda culata (12) de modo que la parte cilíndrica de la primera culata (9), junto con los polos magnéticos (10a) y polos de hierro (9a), son recibidos entre la parte cilíndrica (12b) de la segunda culata (12) y el núcleo del estátor (6). En otras palabras, con el elemento central (8) del rotor (5) recibido centralmente en el elemento central fijo (12a) de la segunda culata (12), el rotor (5) es accionado por el cigüeñal o elemento similar, mientras que los polos magnéticos (10a) y polos de hierro (9a) giran alrededor del estátor.

Una bobina de control de campo (11) se dispone en un lado del núcleo del estátor (6) orientado en dirección opuesta a la primera culata (9), interpuesta entre el núcleo del estátor (6) y la parte inferior (12a) de la segunda culata (12). La bobina de control de campo (11) está enrollada alrededor del elemento central fijo (12a), y la intensidad y polaridad

de la corriente eléctrica que es aplicada a la bobina de control de campo (11) pueden controlarse de manera apropiada mediante un circuito de control no mostrado en el dibujo. De acuerdo con este generador, a diferencia de la realización mostrada en las figuras 1 y 2, no se necesita cableado para atravesar el núcleo del estátor (6) para alcanzar la bobina de control de campo (11), y en consecuencia la estructura de cableado puede ser simplificada en comparación con la técnica anterior.

De acuerdo con el generador de la presente realización, el flujo magnético generado por la bobina de control de campo (11) fluye desde la parte cilíndrica (12b) de la segunda culata (12) hasta la parte cilíndrica de la primera culata (9) a través de un entrehierro, mientras que el elemento central (8) del rotor (5) queda magnéticamente aislado del elemento central (12a) de la segunda culata (12) a través de una separación, de modo que el flujo magnético generado por la bobina de control de campo (11) no pase a través de la parte inferior de la primera culata (9). En otras palabras, el circuito magnético (para el cual la bobina de control de campo (11) sirve como fuente magnética) que estaba formado convencionalmente por la primera culata (9), en este caso está formado por la segunda culata (12). Por lo tanto, la parte inferior de la primera culata (9) y el elemento central (8) del rotor (5) quedan relevados de dicho rol, y el espesor de la primera culata (9) y las dimensiones del elemento central (8) del rotor (5) pueden reducirse de manera que el peso y la masa inercial del rotor (5) puedan hacerse comparables a las del motor convencional, no basado en el sistema de campo híbrido.

En consecuencia, el sistema de campo híbrido puede ser aplicado a generadores que hayan sido considerados inapropiados debido a las limitaciones asociadas con la masa inercial, y aún dichos generadores, pueden ser adaptados para el control de propiedades del mismo utilizando una bobina de control de campo (11) y polos de hierros (6a). Además, gracias a que la primera culata (9) y el elemento central (8) del rotor (5) pueden ser de tamaño reducido, el perfil global del producto puede ser minimizado.

Adicionalmente, debido a que la primera culata (9) y el elemento central (8) del rotor (5) no son utilizados como trayectoria magnética para la bobina de control de campo (11), estos componentes pueden consistir en componentes para generadores más convencionales, que no están basados en el sistema de campo híbrido. En otras palabras, la máquina eléctrica rotativa convencional puede ser utilizada simplemente disponiendo una combinación de imanes permanentes y polos de hierro, en lugar de disponer imanes permanentes a lo largo de toda la circunferencia interior de la primera culata (9). Por lo tanto, la primera culata (9) y el elemento central (8) del rotor no requieren un diseño especial para ajustarse a la bobina de control de campo (11), y el costo de producción puede minimizarse gracias a las partes componentes e instalaciones de fabricación existentes que pueden ser utilizadas sin realizar modificaciones.

También en esta realización, el imán permanente (10) está dispuesto en una parte rebajada de la superficie circunferencial interior de la culata (9) opuesta al diente (6a), y la separación (Dm) definida entre el diente (6a) y la superficie circunferencial interior (polo magnético (10a)) del imán permanente (10) es mayor que la separación (Df) definida entre el diente (6a) y el polo magnético (9a). Por lo tanto, la resistencia magnética (Rm) entre el imán permanente (10) y el diente (6a) es mayor que la resistencia magnética (Rf) entre el polo de hierro (9a) y el diente (6a). En consecuencia, este generador proporciona ventajas similares a las alcanzadas por la realización descrita anteriormente.

La figura 6 muestra una tercera realización de la presente invención que es aplicada a un motor sin escobillas. En la figura 6, las partes correspondientes a las partes de la realización anterior son designadas con iguales números de referencia, sin repetir la descripción de dichas partes. Este motor sin escobillas está dotado de una estructura similar a la del generador de la segunda realización mostrada en la figura 5, pero la segunda culata (12) sirve como alojamiento del motor además de servir como abrazadera extrema.

De acuerdo con este motor, el rotor (5) está acoplado de forma fija a un eje motriz (4), y está alojado de forma rotativa en una abrazadera frontal (13) hecha de material no magnético, tal como aluminio, y una abrazadera extrema (12) que sirve también como una segunda culata. La abrazadera frontal (13) y la abrazadera extrema (12) están acopladas una a la otra a través de medios de sujeción, no mostrados en el dibujo, con partes cilíndricas (12a) y (13a) extendiéndose desde dichas dos partes y haciendo tope una contra la otra. La abrazadera frontal (13) está dotada de un cojinete (16), y la abrazadera extrema (12) está dotada de un cojinete (18) que es retenido por un soporte de cojinete (17) hecho de material no magnético. El eje motriz (4) está soportado de manera rotativa por los cojinetes (16) y (18). Este motor también permite utilizar sin modificación las instalaciones de fabricación y las partes componentes del motor eléctrico convencional, tal como el rotor (5) y la abrazadera frontal (13). De este modo, el motor eléctrico es ensamblado como una sola unidad integral.

También en esta realización, el imán permanente (10) es dispuesto en una parte rebajada de la superficie circunferencial interior de la culata (9) en oposición al diente (6a), y la separación (Dm) definida entre el diente (6a) y la superficie circunferencial interior (polo magnético (10a)) del imán permanente (10) es mayor que la separación (Df) definida entre el diente (6a) y el polo de hierro (9a). Por lo tanto, la resistencia magnética (Rm) entre el imán permanente (10) y el diente (6a) es mayor que la resistencia magnética (Rf) entre el polo de hierro (9a) y el diente (6a). En consecuencia, este generador proporciona ventajas similares a las que son logradas mediante las realizaciones descritas anteriormente. A pesar de que este motor eléctrico está basado en el sistema de campo híbrido, el peso y la masa inercial pueden ser controlados hasta los niveles del motor eléctrico convencional, y el motor eléctrico cuyas propiedades pueden ser controladas según se desee puede ser utilizado del mismo modo que un motor eléctrico más convencional. Debe hacerse notar que esta estructura puede ser aplicada a generadores eléctricos.

La figura 7 muestra una cuarta realización de la presente invención que es aplicada a un generador utilizando una culata ligeramente diferente. En la figura 7, las partes correspondientes a las de las realizaciones descritas anteriormente son designadas con números de referencia similares, omitiendo la descripción repetida de dichas partes. Tal como muestra la figura 7, este generador consiste en un estátor (5) y un rotor (3). En este caso, el rotor (5) sirve como un elemento de campo, y el estátor (3) sirve como un armazón. Este generador está basado en el sistema de campo híbrido, y comprende una bobina de control de campo (11), y polos de hierro (6a) que sirven como polos magnéticos de control de manera similar a las realizaciones descritas anteriormente.

El rotor (5) comprende un elemento central (8) que recibe el cigüeñal (4) de un motor, por ejemplo, de manera fija, y una primera culata (9) acoplada de forma fija a la superficie exterior del elemento central (8) del rotor. El elemento central (8) del rotor (5) está hecho de material magnético, tal como hierro, y tiene forma cilíndrica. Dicho elemento central (8) del rotor recibe al cigüeñal (4) sujetándolo de forma rotativa. El extremo izquierdo del elemento central (8) del rotor está dotado de una parte de reborde radial que está dotada de una ranura de conexión anular para acoplarse de manera fija con la primera culata (9).

La primera culata (9) está hecha de material magnético, tal como hierro, y tiene forma de cilindro corto con extremo cerrado. La primera culata (9) y el elemento central (8) del rotor están dispuestos con una relación mutuamente axial. La abertura central de la parte inferior de la primera culata (9) está ajustada dentro de la ranura de conexión, pero pueden utilizarse otros medios para unir la primera culata (9) con el elemento central (8) del rotor. La superficie circunferencial interior de la parte cilíndrica exterior de la primera culata (9) está dotada de imanes permanentes (10) (polos magnéticos (10a)) y polos de hierro (9a) que sirven como polos magnéticos de control y formados por el material de la primera culata (9) a lo largo de la dirección circunferencial de forma alternada. Los polos magnéticos (10a) y polos de hierro (9a) forman conjuntamente el elemento de campo para el rotor (5). Resumiendo, esta realización también está basada en el sistema de campo híbrido, y el elemento de campo está conectado a una unidad de control. Además, de manera similar a la realización mostrada en la figura 2, el imán permanente (10) está dispuesto en una parte rebajada de la superficie circunferencial interior de la culata (9) en oposición al diente (6a), y la separación (Dm) definida entre el diente (6a) y la superficie circunferencial interior (polo magnético (10a)) del imán permanente (10) es mayor que la separación (Df) definida entre el diente (6a) y el polo de hierro (9a). Por lo tanto, la resistencia magnética (Rm) entre el imán permanente (10) y el diente (6a) es mayor que la resistencia magnética (Rf) entre el polo de hierro (9a) y el diente (6a). Por lo tanto, este generador proporciona ventajas similares a las logradas por las realizaciones descritas anteriormente.

El estátor (3) comprende un núcleo de estátor (elemento de núcleo) (6), una bobina de estátor (7) enrollada alrededor de cada diente del núcleo (6a), y una segunda culata (14) que está colocada en el extremo izquierdo del núcleo del estátor (6), tal como puede verse en el dibujo, y conectada magnéticamente con el núcleo del estátor (6). El núcleo del estátor (6) está formado laminando una cantidad de placas delgadas de material magnético, tal como el hierro. El núcleo del estátor (6) está dotado centralmente de una abertura para acoplarse magnéticamente con el elemento central (8) del rotor a través de un entrehierro. El núcleo del estátor (6) está acoplado a la abrazadera (2) como mínimo mediante tres pernos roscados.

La segunda culata (14) también está formada por laminación de una cantidad de placas delgadas de material magnético, tal como el hierro, y comprende un cuerpo principal que tiene un diámetro pequeño y está enfrentado al elemento central (8) a través de una separación de aire, y una parte de disco (15) que se extiende desde la placa más superior (la placa en el extremo izquierdo) que tiene una sección transversal con forma de "L". Existe una bobina de control de campo (11) enrollada alrededor de una parte de reborde o saliente definida por el cuerpo principal y la parte de disco (15) de la segunda culata (14) rodeando a la segunda culata (14). Por lo tanto, suministrando corriente eléctrica a dicha bobina, la bobina produce componentes de flujo magnético que se superponen al campo magnético producido por los imanes permanentes (10).

Un lado de la parte de disco (15) se extiende paralelo con la superficie interior de la parte inferior de la primera culata (9), y una separación plana queda definida entre el lado de la parte de disco (15) y la superficie interior de la parte inferior de la primera culata (9). La distancia de esta separación puede seleccionarse a discreción. Entonces, disponiendo apropiadamente el lado de la parte de disco (15) y la superficie interior de la parte inferior de la primera culata (9), el flujo magnético desde la parte de disco (15) de la segunda culata (14) hacia la parte inferior de la primera culata (9) puede fluir de manera uniforme por todas las partes del mismo.

También en esta realización, el imán permanente (10) está dispuesto en una parte rebajada de la superficie circunferencial interior de la culata (9) opuesta al diente (6a), y la separación (Dm) definida entre el diente (6a) y la superficie circunferencial interior (polo magnético (10a)) del imán permanente (10) es mayor que la separación (Df) definida entre el diente (6a) y el polo magnético (9a). Por lo tanto, la resistencia magnética (Rm) entre el imán permanente (10) y el diente (6a) es mayor que la resistencia magnética (Rf) entre el polo de hierro (9a) y el diente (6a). En consecuencia, este generador proporciona ventajas similares a las alcanzadas por la realización descrita anteriormente. Por lo tanto, este generador proporciona ventajas similares a las de las anteriores realizaciones.

La figura 8 muestra una cuarta realización de la presente invención que es aplicada a un generador que usa una culata ligeramente distinta. En la figura 8, las partes correspondientes a las de las realizaciones anteriores son designadas con números de referencia similares, omitiendo la descripción de dichas partes. Tal como se muestra en la figura 8, este generador está dotado de una segunda culata (14) similar a la de las realizaciones descritas previamente, y una

extensión (15a) es dispuesta de manera adicional a lo largo de la periferia exterior (extremo libre) de la parte de disco (15). Un lado de la extensión (15a) se extiende substancialmente paralelo a la superficie interior de la parte cilíndrica de la primera culata (9). Una separación apropiada queda definida entre el lado de la extensión (15a) y la superficie interior de la parte cilíndrica de la primera culata (9). Tal como puede apreciarse de forma evidente, la extensión (15a) contribuye al flujo de la componente de flujo magnético de la segunda culata (14) hacia la parte cilíndrica de la primera culata (9), y por lo tanto permite que el peso del elemento central (8) y de la primera culata (9) del rotor (5) sean minimizados sin reducir el flujo magnético efectivo.

Aplicación industrial

A pesar de que la presente invención ha sido descrita en términos de aplicaciones a generadores eléctricos y motores sin escobillas, la presente invención puede ser aplicada a un rango más amplio de máquinas eléctricas rotativas que hagan uso de imanes permanentes dispuestos en el lado del rotor, tal como arrancadores/generadores para motocicletas, generadores portátiles, varios dispositivos de servicio que utilizan motores de uso general tales como máquinas de pulverización sin baterías, motores de ventiladores con rotor exterior, entre otros. De hecho, las realizaciones anteriores son aplicables a todo tipo de máquinas eléctricas rotativas, y pueden incluir máquinas eléctricas con rotor exterior y rotor interior. Además, los tipos de máquinas eléctricas rotativas de la presente invención incluyen, de forma no exclusiva, motores eléctricos, generadores, motores de arranque y arrancadores/generadores que cumplen el doble propósito de ser motor de arranque y generador.

REIVINDICACIONES

1. Máquina eléctrica rotativa, que comprende:

un estátor (3), que incluye una serie de dientes (6a) cada uno de ellos dotado de una bobina (7) enrollada alrededor del mismo,

un rotor (5), que incluye polos magnéticos permanentes (10a) y polos de hierro (9a) dispuestos concéntricamente y de manera alternada, y

una bobina de control de campo (11) para generar un flujo magnético (H_4 , H_5) que se superpone a un campo magnético (H_1 , H_2 , H_3) que los polos magnéticos (10a) y los polos de hierro (9a) suministran a los dientes (6a),

caracterizada porque el flujo magnético (H_4 , H_5) generado por la bobina de control de campo (11) tiene componentes de flujo magnético (H_4 , H_5) de distintas intensidades superpuestas a las componentes de flujo magnético (H_1 , H_2 , H_3) que son suministradas por los polos magnéticos (10a) y los polos de hierro (9a) a los dientes (6a), respectivamente, y

porque las componentes de flujo magnético (H_4 , H_5) de distintas intensidades son generadas diferenciando resistencias magnéticas (R_m , R_f) para trayectorias magnéticas (H) que son formadas por la bobina de control de campo (11) para atravesar los polos magnéticos (10a) y polos de hierro (9a), respectivamente, y

porque las resistencias magnéticas (R_m , R_f) son diferenciadas disponiendo distintas separaciones de aire o entrehierros (D_m , D_f) en las correspondientes trayectorias magnéticas (H).

2. Máquina eléctrica rotativa, según la reivindicación 1, **caracterizada** porque la separación de aire (D_m) para los polos magnéticos (10a) es mayor que la separación de aire (D_f) para los polos de hierro (9a).

3. Máquina eléctrica rotativa, según la reivindicación 1, **caracterizada** porque dicha máquina eléctrica rotativa consiste en una máquina rotativa con rotor externo, y dicho rotor (5) está dotado de un elemento central o buje central (8), y una culata (9) que tiene forma cilíndrica con extremo cerrado que está acoplada coaxialmente a dicho elemento central (8), estando formados dichos polos magnéticos (10a) y polos de hierro (9a) en una superficie circunferencial interior de la culata (9).

4. Máquina eléctrica rotativa, según la reivindicación 3, **caracterizada** porque cada imán permanente (10) está colocado en un rebaje definido en una superficie circunferencial interior de la culata (9), y cada polo de hierro (9a) está definido por una parte de la culata (9) posicionada entre un par de imanes permanentes adyacentes (10), estando dotada una superficie circunferencial interior de cada imán permanente (10) de una altura distinta de dicha parte de la culata (9), por lo que las componentes de flujo magnético (H_4 , H_5) de distintas intensidades son superpuestas a las componentes de flujo magnético (H_1 , H_2 , H_3) que son suministradas respectivamente por los polos magnéticos (10a) y los polos de hierro (9a) a los dientes (6a).

5. Máquina eléctrica rotativa, según la reivindicación 6, **caracterizada** porque la superficie circunferencial interior de cada imán permanente (10) es menor que dicha parte de la culata (9).

6. Máquina eléctrica rotativa, según la reivindicación 1, **caracterizada** porque dicha máquina eléctrica rotativa consiste en un motor eléctrico.

7. Máquina eléctrica rotativa, según la reivindicación 1, **caracterizada** porque dicha máquina eléctrica rotativa consiste en un generador eléctrico (9, 12).

8. Máquina eléctrica rotativa, según la reivindicación 1, **caracterizada** porque dicha máquina eléctrica rotativa consiste en un motor de arranque.

9. Máquina eléctrica rotativa, según la reivindicación 1, **caracterizada** porque dicha máquina eléctrica rotativa consiste en un arrancador/generador (1).

Fig.2

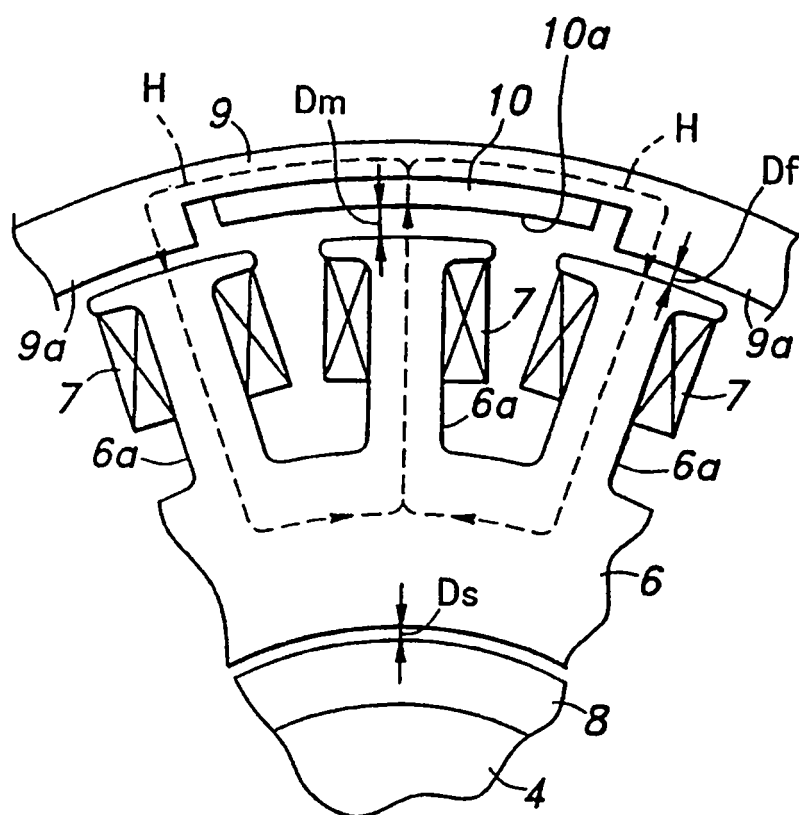


Fig.3

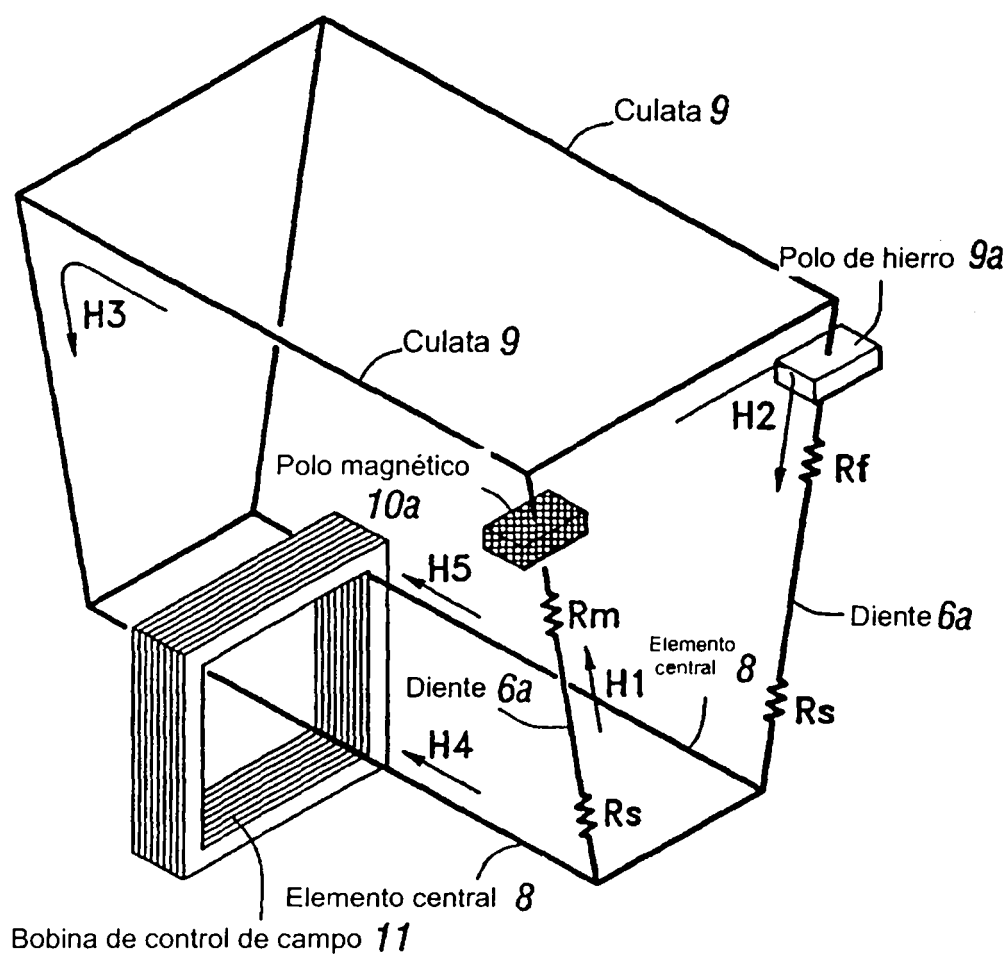


Fig.4

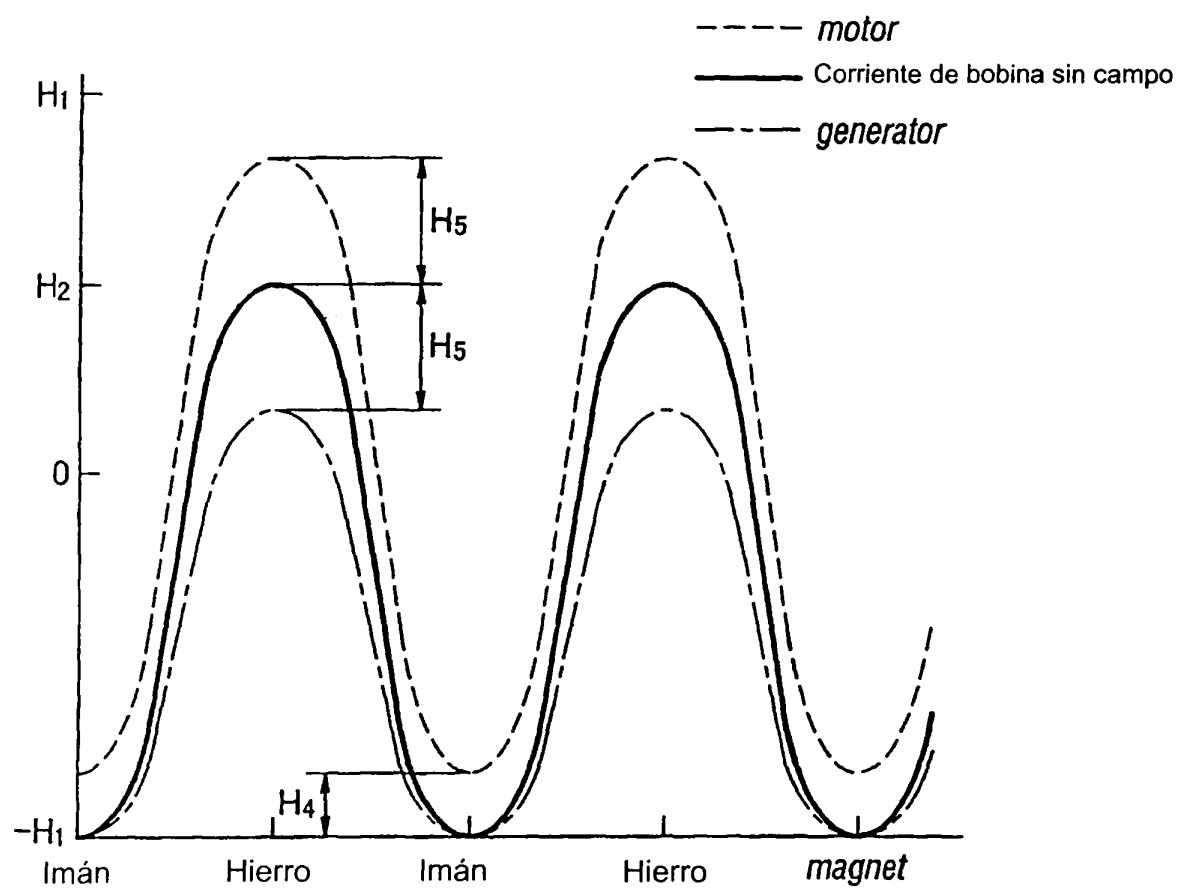


Fig.5

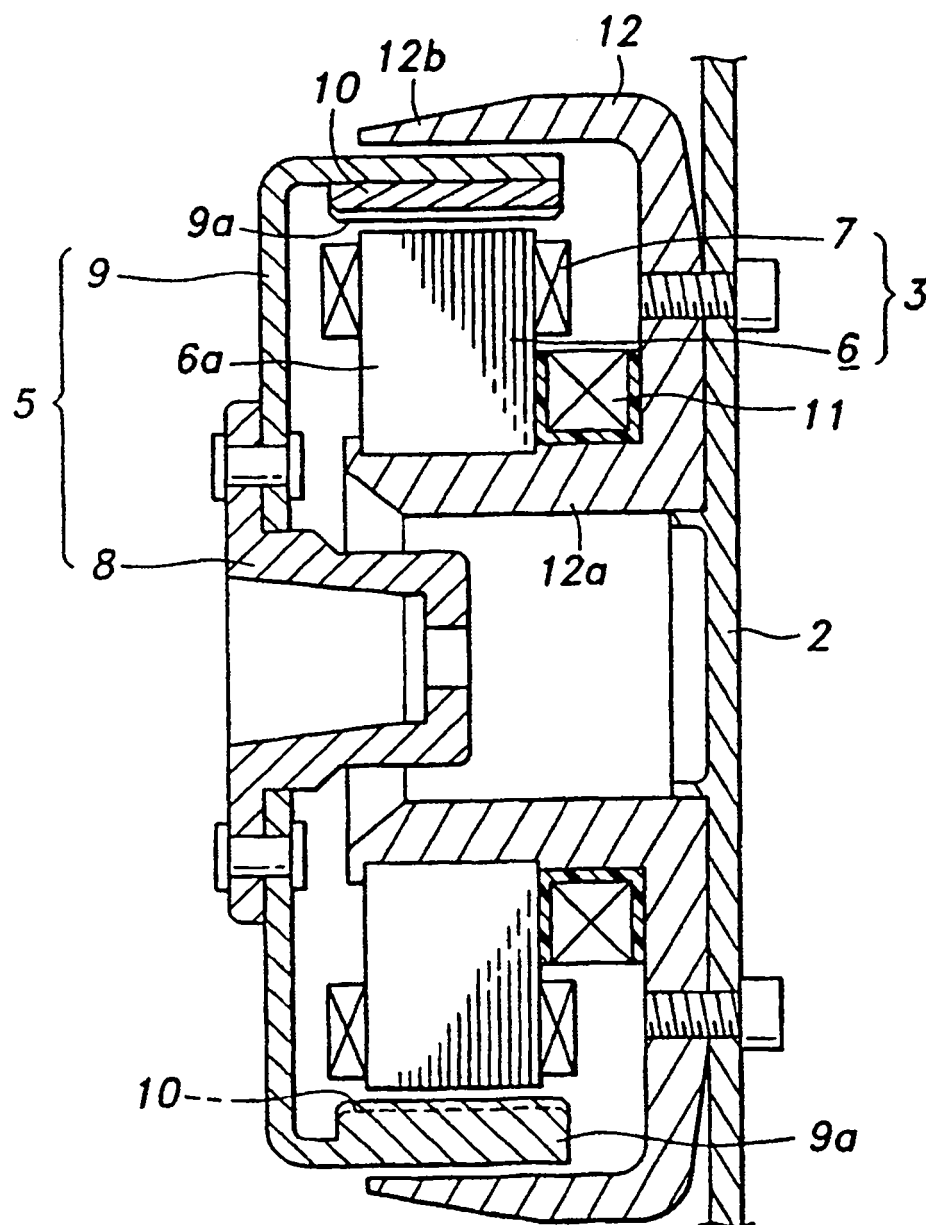


Fig.6

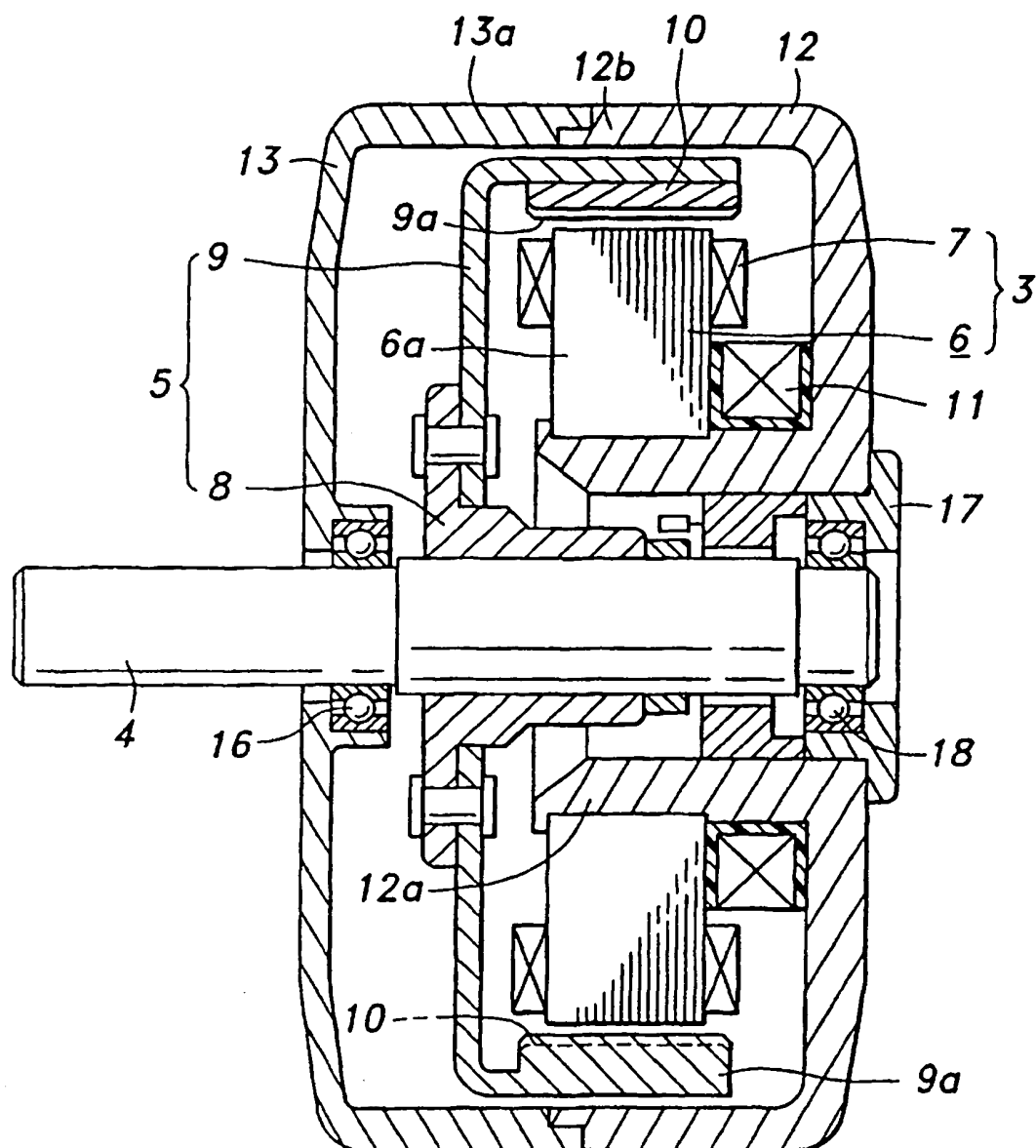


Fig.7

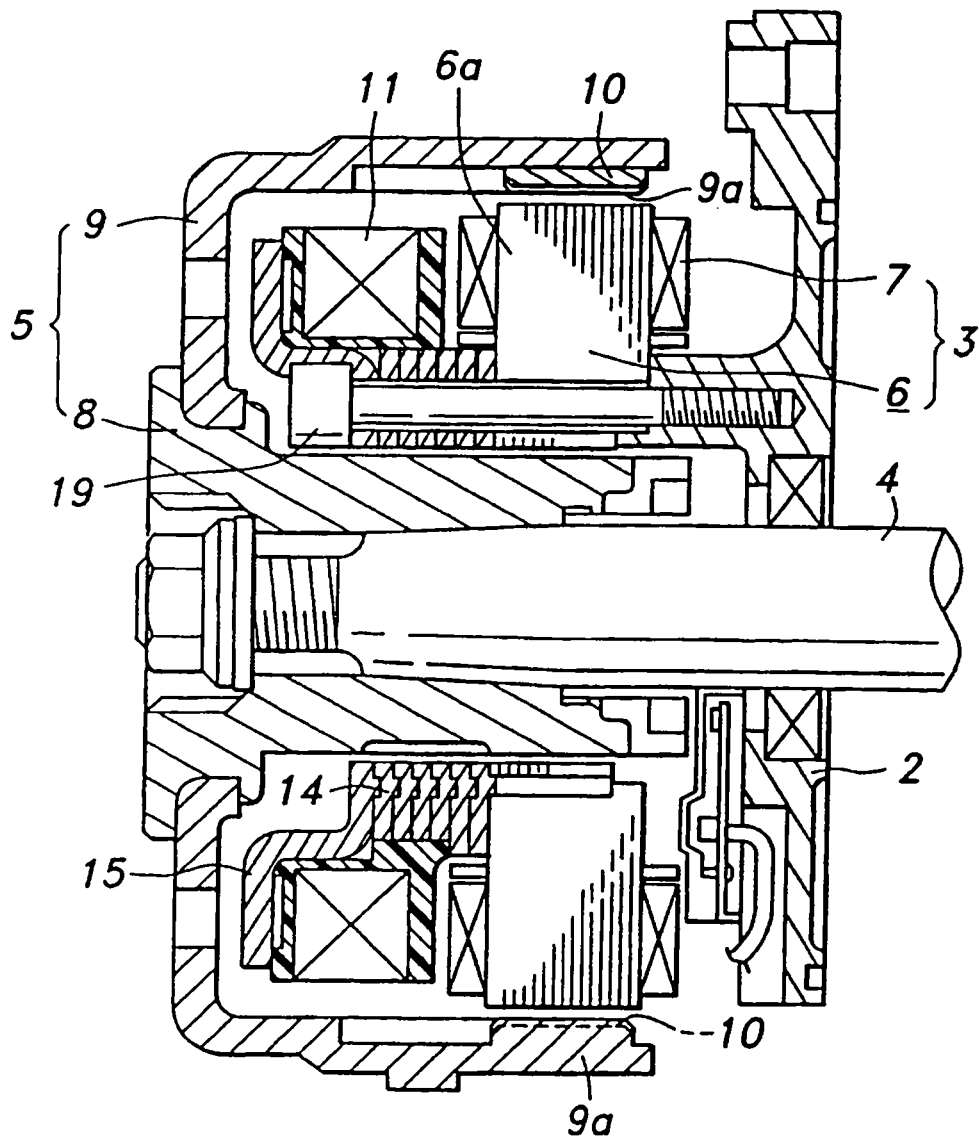


Fig.8

