

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-19496
(P2015-19496A)

(43) 公開日 平成27年1月29日(2015.1.29)

(51) Int. Cl.		F I	テーマコード (参考)		
HO2K	1/08	(2006.01)	HO2K 1/08	5H601	
HO2K	1/14	(2006.01)	HO2K 1/14	C	5H619
HO2K	1/24	(2006.01)	HO2K 1/24	B	5H621
HO2K	19/10	(2006.01)	HO2K 19/10	Z	5H622
HO2K	21/14	(2006.01)	HO2K 21/14	M	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-144729 (P2013-144729)
(22) 出願日 平成25年7月10日 (2013.7.10)

(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(74) 代理人 100108855
弁理士 蔵田 昌俊
(74) 代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘
(74) 代理人 100088683
弁理士 中村 誠
(74) 代理人 100103034
弁理士 野河 信久
(74) 代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
(74) 代理人 100153051
弁理士 河野 直樹

最終頁に続く

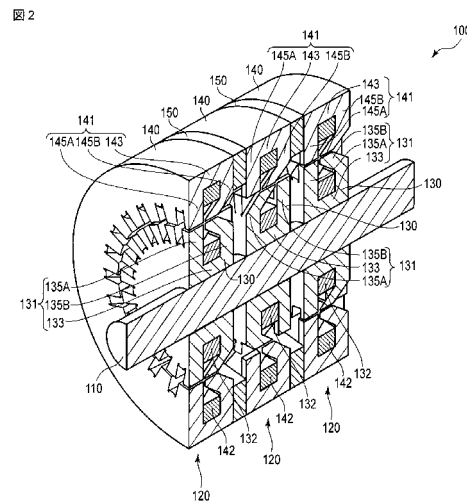
(54) 【発明の名称】 横方向磁束型回転電機及び車輛

(57) 【要約】

【課題】 高いトルクを発生する横方向磁束型回転電機を提供する。

【解決手段】 一実施形態に係る横方向磁束型回転電機は、回転子及び固定子を具備する。回転子は、第1の巻線と第1の強磁性体とを備える。固定子は、第2の巻線と第2の強磁性体と、を備える。前記第1の強磁性体は、第1の環状部と、前記第1の環状部から前記固定子に向かって延びる複数の第1の磁極及び複数の第2の磁極と、を備える。第1の磁極と該第1の磁極に対向する第2の磁極の一方は、先端が前記固定子と前記回転子との対向面の中央部に対向するように形成されている。前記第2の強磁性体は、第2の環状部と、前記第2の環状部から前記回転子に向かって延びる複数の第3の磁極及び複数の第4の磁極と、を備える。第3の磁極と該第3の磁極に対向する第4の磁極との一方は、先端が前記対向面の中央部に対向するように形成されている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転軸周りに回転可能な回転子であって、回転方向に巻かれた第 1 の巻線と、前記第 1 の巻線を取り囲む第 1 の強磁性体と、を備える回転子と、

前記回転子に対向して設けられた固定子であって、前記回転方向に巻かれた第 2 の巻線と、前記第 2 の巻線を取り囲む第 2 の強磁性体と、を備える固定子と、

を具備し、

前記第 1 の強磁性体は、第 1 の環状部と、前記第 1 の環状部の一端部から前記固定子に向かって延びる複数の第 1 の磁極と、前記第 1 の環状部の他端部から前記固定子に向かって延びる複数の第 2 の磁極と、を備え、第 1 の磁極と該第 1 の磁極に対向する第 2 の磁極の一方は、先端が前記固定子と前記回転子との対向面の中央部に対向するように形成され、

10

前記第 2 の強磁性体は、第 2 の環状部と、前記第 2 の環状部の一端部から前記回転子に向かって延びる複数の第 3 の磁極と、前記第 2 の環状部の他端部から前記回転子に向かって延びる複数の第 4 の磁極と、を備え、第 3 の磁極と該第 3 の磁極に対向する第 4 の磁極との一方は、先端が前記対向面の中央部に対向するように形成されている、横方向磁束型回転電機。

【請求項 2】

回転軸周りに回転可能な回転子であって、第 1 の強磁性体と、第 2 の強磁性体と、前記第 1 の強磁性体と前記第 2 の強磁性体を結合する第 1 の非磁性体と、を備える回転子と、

20

回転方向に巻かれた第 1 の巻線と、

前記第 1 の巻線が取り付けられた第 3 の強磁性体と、

前記回転子に対向して設けられた固定子であって、前記回転方向に巻かれた第 2 の巻線と、前記第 2 の巻線を取り囲む第 4 の強磁性体と、を備える固定子と、

前記第 3 の強磁性体を前記固定子に固定する第 2 の非磁性体と、

を具備し、

前記第 1 の巻線は、前記第 1 の強磁性体、前記第 1 の非磁性体、及び前記第 3 の強磁性体に囲まれる空間に配置され、

前記第 1 の強磁性体は、第 1 の環状部と、前記第 1 の環状部の一端部から前記固定子に向かって延びる複数の第 1 の磁極と、を備え、前記第 2 の強磁性体は、前記固定子に向かって延びる複数の第 2 の磁極を備え、第 1 の磁極と該第 1 の磁極に対向する第 2 の磁極の一方は、先端が前記固定子と前記回転子との対向面の中央部に対向するように形成され、

30

前記第 4 の強磁性体は、第 2 の環状部と、前記第 2 の環状部の一端部から前記回転子に向かって延びる複数の第 3 の磁極と、前記第 2 の環状部の他端部から前記回転子に向かって延びる複数の第 4 の磁極と、を備え、第 3 の磁極と該第 3 の磁極に対向する第 4 の磁極との一方は、先端が前記対向面の中央部に対向するように形成されている、横方向磁束型回転電機。

【請求項 3】

回転軸周りに回転可能な回転子であって、磁界を発生する環状の磁界発生部と、前記磁界発生部の一端部から前記固定子に向かって延びる複数の第 1 の磁極と、前記磁界発生部の他端部から前記固定子に向かって延びる複数の第 2 の磁極と、を備える回転子と、

40

前記回転子に対向して設けられた固定子であって、回転方向に巻かれた巻線と、前記巻線を取り囲む強磁性体と、を備える固定子と、

を具備し、

第 1 の磁極と該第 1 の磁極に対向する第 2 の磁極との一方は、先端が前記固定子と前記回転子との対向面の中央部に対向するように形成され、

前記強磁性体は、環状部と、前記環状部の一端部から前記回転子に向かって延びる複数の第 3 の磁極と、前記環状部の他端部から前記回転子に向かって延びる複数の第 4 の磁極と、を備え、第 3 の磁極と該第 3 の磁極に対向する第 4 の磁極との一方は、先端が前記対向面の中央部に対向するように形成されている、横方向磁束型回転電機。

50

【請求項 4】

回転軸周りに回転可能な回転子であって、回転方向に巻かれた巻線と、前記巻線を取り囲む強磁性体と、を備え、前記強磁性体は、環状部と、前記環状部の一端部から前記固定子に向かって延びる複数の第 1 の磁極と、前記環状部の他端部から前記固定子に向かって延びる複数の第 2 の磁極と、を備える、回転子と、

前記回転子に対向して設けられた固定子であって、磁界を発生する環状の磁界発生部と、前記磁界発生部の一端部から前記固定子に向かって延びる複数の第 3 の磁極と、前記磁界発生部の他端部から前記固定子に向かって延びる複数の第 4 の磁極と、を備える固定子と、

を具備し、

第 1 の磁極と該第 1 の磁極に対向する第 2 の磁極との一方は、先端が前記固定子と前記回転子との対向面の中央部に対向するように形成され、

第 3 の磁極と該第 3 の磁極に対向する第 4 の磁極との一方は、先端が前記対向面の中央部に対向するように形成されている、横方向磁束型回転電機。

【請求項 5】

前記回転子の前記回転軸周りの回転角度を検出して検出信号を生成する検出部と、

前記第 1 の巻線及び第 2 の巻線に電流を供給する駆動回路部と、

前記検出信号に基づいて前記駆動回路部を制御する回転制御部と、

をさらに具備する請求項 1 又は 2 に記載の横方向磁束型回転電機。

【請求項 6】

前記回転子の前記回転軸周りの回転角度を検出して検出信号を生成する検出部と、

前記巻線に電流を供給する駆動回路部と、

前記検出信号に基づいて前記駆動回路部を制御する回転制御部と、

をさらに具備する請求項 3 又は 4 に記載の横方向磁束型回転電機。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の横方向磁束型回転電機を具備する車輛。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、横方向磁束型回転電機及びこれを用いた車輛に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の横方向磁束型回転電機では、固定子は回転子と同軸に巻かれた円環状コイルと円環状コイルを取り囲み円周上に配置された U 字型鉄心とで形成され、回転子は固定子の磁極に対向するように配置された永久磁石及び鉄心で形成される。この構造は広く知られている。

【0003】

固定子と回転子との回転方向における相対関係が異なる組み合わせは複数あり、それらの固定子の円環状コイルに多相交流を供給することによってトルクが発生する。この構造では、一般的に多極磁界を発生することが容易であり、高いトルクを得ることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 4709846 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来の横方向磁束型回転電機では、隣り合う U 字型鉄心の間に空隙があるため、磁界が漏れやすい構造となっている。高トルク化を図るためには、このような磁界の漏れを低減する必要がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

本発明が解決しようとする課題は、高いトルクを発生する横方向磁束型回転電機、及びこれを用いた車輛を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

一実施形態に係る横方向磁束型回転電機は、回転軸周りに回転可能な回転子及び、前記回転子に対向して設けられた固定子を具備する。回転子は、回転方向に巻かれた第1の巻線と、前記第1の巻線を取り囲む第1の強磁性体と、を備える。固定子は、前記回転方向に巻かれた第2の巻線と、前記第2の巻線を取り囲む第2の強磁性体と、を備える。前記第1の強磁性体は、第1の環状部と、前記第1の環状部の一端部から前記固定子に向かって延びる複数の第1の磁極と、前記第1の環状部の他端部から前記固定子に向かって延びる複数の第2の磁極と、を備える。第1の磁極と該第1の磁極に対向する第2の磁極の一方は、先端が前記固定子と前記回転子との対向面の中央部に対向するように形成されている。前記第2の強磁性体は、第2の環状部と、前記第2の環状部の一端部から前記回転子に向かって延びる複数の第3の磁極と、前記第2の環状部の他端部から前記回転子に向かって延びる複数の第4の磁極と、を備える。第3の磁極と該第3の磁極に対向する第4の磁極との一方は、先端が前記対向面の中央部に対向するように形成されている。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図1】第1の実施形態に係る回転電機を概略的に示す斜視図。

20

【図2】図1に示した回転子及び固定子の概略構成を示す断面斜視図。

【図3】図2の断面と極ピッチ分だけ異なる断面において、図1に示した回転子及び固定子の概略構成を示す断面斜視図。

【図4】(a)及び(b)は図1の回転電機の部分断面図。

【図5】(a)及び(b)は図1の回転電機の部分断面図。

【図6】第2の実施形態に係る回転電機を概略的に示す斜視図。

【図7】図6に示した回転子及び固定子の概略構成を示す断面斜視図。

【図8】図7の断面と極ピッチ分だけ異なる断面において、図6に示した回転子及び固定子の概略構成を示す断面斜視図。

【図9】(a)及び(b)は図6の回転電機の部分断面図。

30

【図10】(a)及び(b)は図6の回転電機の部分断面図。

【図11】第3の実施形態に係る回転電機を概略的に示す斜視図。

【図12】図11に示した回転子及び固定子の概略構成を示す断面斜視図。

【図13】図12の断面と極ピッチ分だけ異なる断面において、図11に示した回転子及び固定子の概略構成を示す断面斜視図。

【図14】(a)及び(b)は図11の回転電機の部分断面図。

【図15】(a)及び(b)は図11の回転電機の部分断面図。

【図16】第4の実施形態に係る回転電機を概略的に示す斜視図。

【図17】図16に示した回転子及び固定子の概略構成を示す断面斜視図。

【図18】図17の断面と極ピッチ分だけ異なる断面において、図16に示した回転子及び固定子の概略構成を示す断面斜視図。

40

【図19】(a)及び(b)は図16の回転電機の部分断面図。

【図20】(a)及び(b)は図16の回転電機の部分断面図。

【図21】第5の実施形態に係る回転電機駆動系を概略的に示すブロック図。

【図22】図21に示した駆動回路部の構成例を示すブロック図。

【図23】図22に示した電機子巻線に流れる電流の一例を示すグラフ。

【図24】図22に示した電機子巻線に流れる電流の他の例を示すグラフ。

【図25】第6の実施形態に係る車輛の一例を概略的に示すブロック図。

【図26】第6の実施形態に係る車輛の他の例を概略的に示すブロック図。

【図27】第6の実施形態に係る車輛のさらに他の例を概略的に示すブロック図。

50

【図 28】第 6 の実施形態に係る車輛のさらにまた他の例を概略的に示すブロック図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を参照しながら実施形態を説明する。なお、以下の実施形態では、同一の番号を付した部分については同様の動作を行うものとして、重ねての説明を省略する。

【0010】

(第 1 の実施形態)

図 1 は、第 1 の実施形態に係る横方向磁束型の回転電機 100 を概略的に示す斜視図である。回転電機 100 は、図 1 に示すように、回転軸 110、及び回転軸 110 を回転駆動する複数の(図 1 では 3 つの)駆動要素 120 を備える。これらの駆動要素 120 は、回転軸 110 が延伸する方向である軸方向に配置されている。駆動要素 120 の各々は回転子 130 及び固定子 140 を含む。回転電機 100 は、駆動要素 120 を収容する円筒形状の筐体(図示せず)をさらに備え、回転軸 110 は、筐体に設けられている 1 対の軸受けによって回転自在に支持されている。

10

【0011】

図 2 は、回転子 130 及び固定子 140 の概略構造を示す断面斜視図である。図 2 では、回転軸 110 を通り且つこの回転軸 110 に平行な仮想面に沿う回転電機 100 の断面が示されている。以下では、断面とは、回転軸 110 を通り且つ回転軸 110 に平行な仮想平面での断面、すなわち、回転子 130 の回転方向に垂直な方向に沿った断面を指す。図 2 に示すように、回転子 130 は、回転軸 110 に取り付けられ、回転軸 110 を介して互いに連結されている。回転子 130 は、回転軸 110 周りに回転可能である。固定子 140 間には非磁性の連結部材 150 が設けられ、これら連結部材 150 を介して固定子 140 は互いに連結されている。固定子 140 は筐体に固定されている。各駆動要素 120 では、回転子 130 及び固定子 140 は、軸方向に垂直な方向である径方向に、空隙を介して対向している。本実施形態では、回転子 130 は固定子 140 の内側に位置している。

20

【0012】

回転子 130 は、回転方向に巻かれた巻線(界磁巻線もしくは電機子巻線とも称する。)132 と、巻線 132 を取り囲む強磁性体 131 と、を備える。強磁性体 131 は、回転軸 110 に結合される環状部 133 と、環状部 133 の一端部から固定子 140 に向かって延びる複数の磁極 135 A と、環状部 133 の他端部から固定子 140 に向かって延びる複数の磁極 135 B と、を含む。複数の磁極 135 A は軸方向に巻線 132 を介して複数の磁極 135 B にそれぞれ対向している。本実施形態の回転電機 100 には、回転子 130 に固定されている巻線 132 に電源を供給するために、回転しながら電気接点を有することができるスリップリング(図示せず)が設けられている。

30

【0013】

ある磁極 135 A は軸方向に対向している磁極 135 B と対を成す。磁極 135 A 及び対を成す磁極 135 B の一方は直線的に径方向に延び、他方は先端が回転子 130 と固定子 140 との対向面の中央部に対向するように曲がっている。具体的には、曲がっている方の磁極は、環状部 133 から直線的に径方向に延びる第 1 部分と、第 1 部分の先端から対向面の中央部に向かって直線的に延びる第 2 部分と、を含む。なお、曲がっている方の磁極は、図 2 に示すように所定の角度で折れ曲がった形状に形成される例に限らず、他の形状(例えば、滑らかに湾曲した形状)に形成されていてもよい。

40

【0014】

回転子 130 では、直線状の磁極と曲がった磁極が周方向に交互に配置されている。すなわち、磁極 135 A が直線状の磁極であり且つ磁極 135 B が曲がった磁極である第 1 の磁極形状パターンと、磁極 135 A が曲がった磁極であり且つ磁極 135 B が直線状の磁極である第 2 の磁極形状パターンとが、周方向に交互に繰り返されている。図 2 に示す断面から極ピッチ分だけ傾いた断面を図 3 に示す。図 2 及び図 3 に示すように、ある断面において強磁性体 131 が第 1 の磁極形状パターンを示す場合、極ピッチ分だけ異なる断

50

面では、強磁性体 1 3 1 は第 2 の磁極形状パターンを示す。また、ある断面において強磁性体 1 3 1 が第 2 の磁極形状パターンを示す場合、極ピッチ分だけ異なる断面では、強磁性体 1 3 1 は第 1 の磁極形状パターンを示す。

【 0 0 1 5 】

一方、固定子 1 4 0 は、回転方向に巻かれた巻線（電機子巻線もしくは界磁巻線とも称する。）1 4 2 と、巻線 1 4 2 を取り囲む強磁性体 1 4 1 と、を備える。強磁性体 1 4 1 は、環状部 1 4 3 と、環状部 1 4 3 の一端部から回転子 1 3 0 に向かって延びる複数の磁極 1 4 5 A と、環状部 1 4 3 の他端部から回転子 1 3 0 に向かって延びる複数の磁極 1 4 5 B と、を含む。複数の磁極 1 4 5 A は軸方向に巻線 1 3 2 を介して複数の磁極 1 4 5 B にそれぞれ対向している。

10

【 0 0 1 6 】

ある磁極 1 4 5 A は軸方向に対向している磁極 1 4 5 B と対を成す。磁極 1 4 5 A 及び対を成す磁極 1 4 5 B の一方は直線的に径方向に延び、他方は先端が回転子 1 3 0 と固定子 1 4 0 との対向面の中央部に対向するように曲がっている。具体的には、曲がっている方の磁極は、環状部 1 4 3 から直線的に径方向に延びる第 1 部分と、第 1 部分の先端から対向面の中央部に向かって直線的に延びる第 2 部分と、を含む。なお、曲がっている方の磁極は、図 2 に示すように所定の角度で折れ曲がった形状に形成される例に限らず、他の形状（例えば、滑らかに湾曲した形状）に形成されていてもよい。

【 0 0 1 7 】

固定子 1 4 0 では、直線状の磁極と曲がった磁極が周方向に交互に配置されている。すなわち、磁極 1 4 5 A が直線状の磁極であり且つ磁極 1 4 5 B が曲がった磁極である第 3 の磁極形状パターンと、磁極 1 4 5 A が曲がった磁極であり且つ磁極 1 4 5 B が直線状の磁極である第 4 の磁極形状パターンとが、周方向に交互に繰り返されている。図 2 及び図 3 に示すように、ある断面において強磁性体 1 4 1 が第 3 の磁極形状パターンを示す場合、極ピッチ分だけ異なる断面では、強磁性体 1 4 1 は第 4 の磁極形状パターンを示す。また、ある断面において強磁性体 1 4 1 が第 4 の磁極形状パターンを示す場合、極ピッチ分だけ異なる断面では、強磁性体 1 4 1 は第 3 の磁極形状パターンを示す。

20

【 0 0 1 8 】

各駆動要素 1 2 0 では、巻線 1 3 2 及び 1 4 2 に電流を供給することによりトルクが発生する。トルクが発生するメカニズムは後述する。発生したトルクによって回転子 1 3 0 が回転され、それにより回転軸 1 1 0 が回転される。本実施形態では、3 つの駆動要素 1 2 0 は、回転方向の相対的な位相が異なる。そのため、これらの駆動要素 1 2 0 の巻線 1 3 2 及び 1 4 2 に供給する電流の割合を調整することで、トルクを制御することができる。

30

なお、駆動要素 1 2 0 は、図 1 に示すような 3 つ設けられる例に限らず、1 つ、2 つ、又は 4 つ以上設けられていてもよい。

【 0 0 1 9 】

次に、図 4 (a) 及び (b) 並びに図 5 (a) 及び (b) を参照して各駆動要素 1 2 0 がトルクを発生するメカニズムについて説明する。

ある回転角度では、図 4 (a) に示すような回転子 1 3 0 の曲がった磁極 1 3 5 B と固定子 1 4 0 の曲がった磁極 1 4 5 A が対向する部分と、図 4 (b) に示すような回転子 1 3 0 の曲がった磁極 1 3 5 A と固定子 1 4 0 の曲がった磁極 1 4 5 B が対向する部分と、が隣り合って存在する。他の回転角度では、図 5 (a) に示すように、回転子 1 3 0 の曲がった磁極 1 3 5 A と固定子 1 4 0 の曲がった磁極 1 4 5 A が対向し、且つ、回転子 1 3 0 の直線状の磁極 1 3 5 B と固定子 1 4 0 の直線状の磁極 1 4 5 B が対向する。図 5 (a) に示す部分と隣り合う部分では、図 5 (b) に示すように、回転子 1 3 0 の直線状の磁極 1 3 5 A と固定子 1 4 0 の直線状の磁極 1 4 5 A が対向し、且つ、回転子 1 3 0 の曲がった磁極 1 3 5 B と固定子 1 4 0 の曲がった磁極 1 4 5 B が対向する。

40

【 0 0 2 0 】

図 4 (a) 及び (b) に示す部分では、回転子 1 3 0 の巻線 1 3 2 に電流 4 0 1 を流す

50

ことによって磁気回路402が形成され、矢印403で示される向きに磁束が流れる。この磁束は回転子130の環状部133及び固定子140の環状部143において周方向(図4(a)及び(b)では紙面に垂直な方向に対応する。)にも流れ、それにより、図4(a)及び(b)に示す2つの部分にわたって磁気回路402が形成される。磁気回路402は励磁した巻線132に鎖交するように形成される。具体的には、巻線132を励磁すると、環状部133、磁極135B、空隙411、磁極145A、環状部143、磁極145B、空隙412、磁極135A、環状部133の経路で磁束が流れる。固定子140の巻線142を励磁する場合にも、磁気回路402と同様の経路を磁束が流れる。巻線132の励磁によって発生する磁束と巻線142の励磁によって発生する磁束とが相互作用し、その結果、トルクが発生する。

10

【0021】

図5(a)に示す部分では、回転子130の巻線132に電流501を流すことによって磁気回路502が形成される。磁気回路502では、磁束は矢印503で示される向きに流れる。この場合、磁束は、回転子130の環状部133及び固定子140の環状部143において周方向(図5(a)では紙面に垂直な方向に対応する。)には流れず、励磁した巻線132に鎖交するように、断面内で閉じた磁気回路502が形成される。具体的には、巻線132を励磁すると、環状部133、磁極135B、空隙511、磁極145B、環状部143、磁極145A、空隙512、磁極135A、環状部133の経路で磁束が流れる。固定子140の巻線142を励磁する場合にも、磁気回路502と同様の経路を磁束が流れる。巻線132の励磁によって発生する磁束と巻線142の励磁によって発生する磁束とが相互作用し、その結果、トルクが発生する。

20

【0022】

図5(b)に示す部分では、回転子130の巻線132に電流501を流すことによって磁気回路504が形成される。磁気回路504では、磁束は矢印505で示される向きに流れる。この場合、磁束は、回転子130の環状部133及び固定子140の環状部143において周方向(図5(b)では紙面に垂直な方向に対応する。)には流れず、励磁した巻線132に鎖交するように、断面内で閉じた磁気回路504が形成される。具体的には、巻線132を励磁すると、環状部133、磁極135B、空隙513、磁極145B、環状部143、磁極145A、空隙514、磁極135A、環状部133の経路で磁束が流れる。固定子140の巻線142を励磁する場合にも、磁気回路504と同様の経路を磁束が流れる。巻線132の励磁によって発生する磁束と巻線142の励磁によって発生する磁束とが相互作用し、その結果、トルクが発生する。

30

【0023】

本実施形態では、回転子130に関して、磁極135Aが直線状の磁極であり且つ磁極135Bが曲がった磁極である第1の磁極形状パターンと、磁極135Aが曲がった磁極であり且つ磁極135Bが直線状の磁極である第2の磁極形状パターンと、が周方向に周期的に交互に繰り返されている。さらに、固定子140に関して、磁極145Aが直線状の磁極であり且つ磁極145Bが曲がった磁極である第3の磁極形状パターンと、磁極145Aが曲がった磁極であり且つ磁極145Bが直線状の磁極である第4の磁極形状パターンと、が周方向に周期的に交互に繰り返されている。これにより、巻線132及び142を励磁した場合には、回転電機100のいずれの断面においても、図4(a)及び(b)に示した磁気回路402、図5(a)に示した磁気回路502、及び図5(b)に示した磁気回路504のいずれかが形成される。

40

【0024】

具体的には、ある断面において、図5(a)に示すように、回転子130と固定子140との位置関係がそれらの対向面に対して対称となっている場合に、磁極135Aと磁極145Aが対向し且つ磁極135Bと磁極145Bが対向する。これにより、その断面内で閉じた磁気回路502が形成される。同様に、他の断面において、図5(b)に示すように、回転子130と固定子140との位置関係がそれらの対向面に対して対称となっている場合に、磁極135Aと磁極145Aが対向し且つ磁極135Bと磁極145Bが対

50

向する。これにより、その断面内で閉じた磁気回路 504 が形成される。さらに、閉じた磁気回路 502 及び 504 が発生しない断面では、図 4 (a) 及び (b) に示すように、屈曲した磁極 135 A と 145 B の組、屈曲した磁極 135 B と磁極 145 A の組、並びに、環状部 133 及び 143 を通じて磁気回路 402 が形成される。このように、本実施形態では、いずれの断面においても磁気回路が形成されるので、磁界の漏れを低減することができ、大きな磁極面積を確保することができる。その結果、高トルク化を実現することができる。

【0025】

さらに、本実施形態では、回転子 130 及び固定子 140 それぞれを一体成形することができるので、機械的強度を向上させることができる。また、回転子 130 及び固定子 140 それぞれに環状に巻かれた巻線 132 及び 142 を取り付け構造とすることで、組み立て工数を低減することができる。また、界磁巻線 (巻線 132 又は 142) を設けることにより、駆動速度に適した界磁磁界を制御する際に、永久磁石を用いた従来の回転電機とは異なり、電機子巻線 132 の負の直軸電流による銅損、その電流から発生する逆磁場による永久磁石の減磁がなく、可変速領域の広い駆動も可能になる。

10

【0026】

以上のように、第 1 の実施形態に係る回転電機 100 では、回転子 130 に設けられる磁極 135 A 及び 135 B の一方の先端部が回転子 130 と固定子 140 との対向面の中央側に曲がり、固定子 140 に設けられる磁極 145 A 及び 145 B の一方の先端部が回転子 130 と固定子 140 との対向面の中央側に曲がっている。これにより、巻線 132 及び 142 を励磁した場合には、いずれの断面においても磁気回路が形成される。その結果、高いトルクを発生することが可能になる。

20

【0027】

(第 2 の実施形態)

第 2 の実施形態に係る回転電機の基本的な構成は、第 1 の実施形態に係る回転電機と同様である。第 2 の実施形態は、電機子巻線が回転子から機械的に分離されている点が第 1 の実施形態と異なる。

図 6 は、第 2 の実施形態に係る回転電機 600 を概略的に示す斜視図であり、図 7 及び図 8 は、回転子 130 及び固定子 140 の概略構造を示す断面斜視図である。図 8 に示す断面は、図 7 に示す断面から極ピッチ分だけ傾いた断面である。さらに、図 9 (a) 及び (b) 並びに図 10 (a) 及び (b) は、回転電機 600 の部分断面図である。

30

【0028】

図 6 に示す回転電機 600 では、図 7 及び図 8 に示すように、回転子 130 は、環状の強磁性体 731、732、及びこれらの強磁性体 731、732 を機械的に結合する環状の非磁性体 733 を備える。強磁性体 731 は、環状部 133、及び環状部 133 から固定子 140 に向かって延びる複数の磁極 135 B を含む。強磁性体 732 は、固定子 140 に向かって延びる複数の磁極 135 A を含む。磁極 135 A は非磁性体 733 によって磁極 135 B に結合されている。

【0029】

強磁性体 731 及び 732 間には、強磁性体 734 と強磁性体 734 に取り付けられた巻線 132 とが介挿されている。より具体的には、強磁性体 734 は、強磁性体 732 と環状部 133 との間に配置され、巻線 132 は、強磁性体 731、非磁性体 733、強磁性体 734 により囲まれる空間に配置されている。強磁性体 734 及び巻線 132 は、回転中の回転子 130 に接触することがないように、回転軸 110 を中心とした環状に形成されている。強磁性体 734 は、非磁性の連結部材 601 及び連結部材 150 を介して固定子 140 に固定されている。本実施形態では、巻線 132 は回転子 130 から分離されているので、スリップリングを設ける必要がない。

40

【0030】

ある回転角度では、図 9 (a) に示すような曲がった磁極 135 B と曲がった磁極 145 A が対向する部分と、図 9 (b) に示すような曲がった磁極 135 A と曲がった磁極 1

50

45Bが対向する部分と、が隣り合って存在する。他の回転角度では、図10(a)に示すように、曲がった磁極135Aと曲がった磁極145Aが対向し、且つ、直線状の磁極135Bと直線状の磁極145Bが対向する。図10(a)に示す部分と隣り合う部分では、図10(b)に示すように、直線状の磁極135Aと直線状の磁極145Aが対向し、且つ、曲がった磁極135Bと曲がった磁極145Bが対向する。

【0031】

図9(a)及び(b)に示す部分では、巻線132に電流901を流すことによって磁気回路902が形成され、矢印903で示される向きに磁束が流れる。この磁束は回転子130の環状部133及び固定子140の環状部143において周方向(図9(a)及び(b)では紙面に垂直な方向に対応する。)にも流れ、それにより、図9(a)及び(b)に示す2つの部分にわたって磁気回路902が形成される。磁気回路902は励磁した巻線132に鎖交するように形成される。具体的には、巻線132を励磁すると、環状部133、磁極135B、空隙911、磁極145A、環状部143、磁極145B、空隙912、磁極135A、空隙913、強磁性体734、空隙914、環状部133の経路で磁束が流れる。巻線142を励磁する場合にも、磁気回路902と同様の経路を磁束が流れる。巻線132の励磁によって発生する磁束と巻線142の励磁によって発生する磁束とが相互作用し、その結果、トルクが発生する。

10

【0032】

図10(a)に示す部分では、巻線132に電流1001を流すことによって磁気回路1002が形成される。磁気回路1002では、磁束は矢印1003で示される向きに流れる。この場合、磁束は、回転子130の環状部133及び固定子140の環状部143において周方向(図10(a)では紙面に垂直な方向に対応する。)には流れず、励磁した巻線132に鎖交するように、断面内で閉じた磁気回路1002が形成される。具体的には、巻線132を励磁すると、環状部133、磁極135B、空隙1011、磁極145B、環状部143、磁極145A、空隙1012、磁極135A、空隙1013、強磁性体734、空隙1014、環状部133の経路で磁束が流れる。巻線142を励磁する場合にも、磁気回路1002と同様の経路を磁束が流れる。巻線132の励磁によって発生する磁束と巻線142の励磁によって発生する磁束とが相互作用し、その結果、トルクが発生する。

20

【0033】

図10(b)に示す部分では、巻線132に電流1001を流すことによって磁気回路1004が形成される。磁気回路1004では、磁束は矢印1005で示される向きに流れる。この場合、磁束は、回転子130の環状部133及び固定子140の環状部143において周方向(図10(b)では紙面に垂直な方向に対応する。)には流れず、励磁した巻線132に鎖交するように、断面内で閉じた磁気回路1004が形成される。具体的には、巻線132を励磁すると、環状部133、磁極135B、空隙1015、磁極145B、環状部143、磁極145A、空隙1016、磁極135A、空隙1017、強磁性体734、空隙1018、環状部133の経路で磁束が流れる。巻線142を励磁する場合にも、磁気回路1004と同様の経路を磁束が流れる。巻線132の励磁によって発生する磁束と巻線142の励磁によって発生する磁束とが相互作用し、その結果、トルクが発生する。

30

40

【0034】

本実施形態では、巻線132及び142を励磁した場合には、回転電機600のいずれの断面においても、図9(a)及び(b)に示した磁気回路902、図10(a)に示した磁気回路1002、及び図10(b)に示した磁気回路1004のいずれかが形成される。その結果、高トルク化を実現することができる。

【0035】

第2実施形態に係る回転電機600は、第1実施形態と同様に高いトルクを発生することができる。さらに、巻線132への電源供給のためのスリップリングを設けなくとも、スリップリングの磨耗などの保守作業が不要となり、長期間回転動作の信頼性が向

50

上させることができる。また、スリップリングを設けない分、回転電機 600 を小型にすることができる。

【0036】

(第3の実施形態)

第3の実施形態に係る回転電機の基本的な構成は、第1の実施形態に係る回転電機と同様であるが、第3の実施形態は、回転子の構造が第1の実施形態と異なる。

図11は、第3の実施形態に係る回転電機1100を概略的に示す斜視図であり、図12及び図13は、回転子130及び固定子140の概略構造を示す断面斜視図である。図13に示す断面は、図12に示す断面から極ピッチ分だけ傾いた断面である。さらに、図14(a)及び(b)並びに図15(a)及び(b)は、回転電機1100の部分断面図である。

10

【0037】

図11に示される回転電機1100では、図12及び図13に示すように、回転子130は、環状の磁界発生部1231、磁界発生部1231の一端部から固定子140に向かって延びる複数の磁極1235Aと、磁界発生部1231の他端部から固定子140に向かって延びる複数の磁極1235Bと、を備える。磁界発生部1231は磁極1235A及び1235B間に介挿されている。複数の磁極1235Aは軸方向に複数の磁極1235Bにそれぞれ対向している。ある磁極1235Aは軸方向に対向している磁極1235Bと対を成す。磁極1235A及び対を成す磁極1235Bの一方は直線的に径方向に延び、他方は先端が回転子130と固定子140との対向面の中央部に対向するように曲がっている。磁界発生部1231は、例えば永久磁石であり、軸方向に磁束を発生する。磁界発生部1231で発生する磁束は界磁磁界として利用される。磁極1235A及び1235Bは強磁性体で形成される。第3の実施形態の回転子130は、第1の実施形態の回転子130において、環状部133の中央部に磁界発生部1231を設け、巻線132を除去したものに对应する。

20

【0038】

ある回転角度では、図14(a)に示すような回転子130の曲がった磁極1235Bと固定子140の曲がった磁極145Aが対向する部分と、図14(b)に示すような回転子130の曲がった磁極1235Aと固定子140の曲がった磁極145Bが対向する部分が隣り合って存在する。磁界発生部1231は、矢印1403に示される方向に磁界を発生し、それにより、磁気回路1402が形成される。磁気回路1402では、磁束は矢印1404で示される向きに流れる。具体的には、磁極1235B、空隙1411、磁極145A、環状部143、磁極145B、空隙1412、磁極1235A、磁界発生部1231、磁極1235Bの経路で磁束が流れる。磁気回路1402は、第1の実施形態のような巻線132の励磁により形成される磁気回路402(図4(a)及び(b))に相当する。第3の実施形態では、磁界発生部1231で発生する磁束と巻線142の励磁によって発生する磁束が相互作用し、その結果、トルクが発生する。

30

【0039】

他の回転角度では、図15(a)に示すように、回転子130の曲がった磁極1235Aと固定子140の曲がった磁極145Aが対向し、且つ、回転子130の直線状の磁極1235Bと固定子140の直線状の磁極145Bが対向する。図15(a)に示す部分と隣り合う部分では、図15(b)に示すように、直線状の磁極1235Aと直線状の磁極145Aが対向し、且つ、曲がった磁極1235Bと曲がった磁極145Bが対向する。

40

【0040】

図15(a)に示す部分では、磁界発生部1231は、矢印1503に示される方向に磁界を発生し、それにより、磁気回路1502が形成される。磁気回路1502では、磁束は矢印1504で示される向きに流れる。具体的には、磁極1235B、空隙1511、磁極145B、環状部143、磁極145A、空隙1512、磁極1235A、磁界発生部1231の経路で磁束が流れる。磁気回路1502は、第1の実施形態のような巻線

50

132の励磁により形成される磁気回路502(図5(a))に相当する。磁界発生部1231で発生する磁束と巻線142の励磁によって発生する磁束が相互作用し、その結果、トルクが発生する。

【0041】

図15(b)に示す部分では、磁界発生部1231は、矢印1503に示される方向に磁界を発生し、それにより、磁気回路1505が形成される。磁気回路1505では、磁束は矢印1506で示される向きに流れる。具体的には、磁極1235B、空隙1513、磁極145B、環状部143、磁極145A、空隙1514、磁極1235A、磁界発生部1231の経路で磁束が流れる。磁気回路1505は、第1の実施形態のような巻線132の励磁により形成される磁気回路504(図5(b))に相当する。磁界発生部1231で発生する磁束と巻線142の励磁によって発生する磁束が相互作用し、その結果、トルクが発生する。

10

【0042】

本実施形態では、巻線142を励磁した場合には、回転電機1100のいずれの断面においても、図14(a)及び(b)に示した磁気回路1402、図15(a)に示した磁気回路1502、及び図15(b)に示した磁気回路1505のいずれかが形成される。その結果、高トルク化を実現することができる。

【0043】

第3の実施形態に係る回転電機1100は、第1の実施形態と同様に高いトルクを発生することができる。さらに、回転子130に磁界発生部1231を設けることにより、回転子130に取り付ける巻線及びこの巻線に電源供給するためのスリップリングを設けなくてよくなる。そのため、スリップリングの磨耗などの保守作業が不要となり、長期間回転動作の信頼性が向上させることができる。また、スリップリングを設けない分、回転電機1100を小型にすることができる。

20

【0044】

(第4の実施形態)

第4の実施形態に係る回転電機の基本的な構成は、第1の実施形態に係る回転電機と同様であるが、第4の実施形態は、固定子の構造が第1の実施形態と異なる。

図16は、第4の実施形態に係る回転電機1600を概略的に示す斜視図であり、図17及び図18は、回転子130及び固定子140の概略構造を示す断面斜視図である。図17に示す断面は、図18に示す断面から極ピッチ分だけ傾いた断面である。さらに、図19(a)及び(b)並びに図20(a)及び(b)は、回転電機1600の部分断面図である。

30

【0045】

図16に示される回転電機1600では、図17及び図18に示すように、固定子140は、環状の磁界発生部1641、磁界発生部1641の一端部から回転子130に向かって延びる複数の磁極1642Aと、磁界発生部1641の他端部から回転子130に向かって延びる複数の磁極1642Bと、を備える。磁界発生部1641は磁極1642A及び1642B間に介挿されている。複数の磁極1642Aは軸方向に複数の磁極1642Bにそれぞれ対向している。ある磁極1642Aは軸方向に対向している磁極1642Bと対を成す。磁極1642A及び対を成す磁極1642Bの一方は直線的に径方向に延び、他方は先端が回転子130と固定子140との対向面の中央部に対向するように曲がっている。磁界発生部1641は、例えば永久磁石であり、軸方向に磁束を発生する。磁界発生部1641で発生する磁束は界磁磁界として利用される。磁極1235A及び1235Bは強磁性体で形成される。第4の実施形態の固定子140は、第1の実施形態の固定子140において、環状部143の中央部に磁界発生部1641を設け、巻線142を除去したものに对应する。

40

【0046】

ある回転角度では、図19(a)に示すような回転子130の曲がった磁極135Bと固定子140の曲がった磁極1642Aが対向する部分と、図14(b)に示すような回

50

転子 130 の曲がった磁極 135 A と固定子 140 の曲がった磁極 1642 B が対向する部分が隣り合って存在する。磁界発生部 1641 は、矢印 1903 で示される方向に磁界を発生し、それにより、磁気回路 1902 が形成される。磁気回路 1902 では、磁束は矢印 1904 で示される向きに流れる。具体的には、磁界発生部 1641、磁極 1642 A、空隙 1911、磁極 135 B、環状部 133、磁極 135 A、空隙 1912、磁極 1642 B、磁界発生部 1641 の経路で磁束が流れる。磁気回路 1902 は、第 1 の実施形態のような巻線 142 の励磁により形成される磁気回路 402 (図 4 (a) 及び (b)) に相当する。第 3 の実施形態では、磁界発生部 1641 で発生する磁束と巻線 132 の励磁によって発生する磁束が相互作用し、その結果、トルクが発生する。

【0047】

他の回転角度では、図 20 (a) に示すように、回転子 130 の曲がった磁極 135 A と固定子 140 の曲がった磁極 1642 A が対向し、且つ、回転子 130 の直線状の磁極 135 B と固定子 140 の直線状の磁極 1642 B が対向する。図 20 (a) に示す部分と隣り合う部分では、図 20 (b) に示すように、直線状の磁極 135 A と直線状の磁極 1642 A が対向し、且つ、曲がった磁極 135 B と曲がった磁極 1642 B が対向する。

【0048】

図 20 (a) に示す部分では、磁界発生部 1641 は、矢印 2003 で示される方向に磁界を発生し、それにより、磁気回路 2002 が形成される。磁気回路 2002 では、磁束は矢印 2004 で示される向きに流れる。具体的には、磁極 1642 A、空隙 2011、磁極 135 A、環状部 133、磁極 135 B、空隙 2012、磁極 1642 B、磁界発生部 1641 の経路で磁束が流れる。磁気回路 2002 は、第 1 の実施形態のような巻線 142 の励磁により形成される磁気回路 502 (図 5 (a)) に相当する。磁界発生部 1641 で発生する磁束と巻線 132 の励磁によって発生する磁束が相互作用し、その結果、トルクが発生する。

【0049】

図 20 (b) に示す部分では、磁界発生部 1641 は、矢印 2003 で示される方向に磁界を発生し、それにより、磁気回路 2005 が形成される。磁気回路 2005 では、磁束は矢印 2006 で示される向きに流れる。具体的には、磁極 1642 A、空隙 2013、磁極 135 A、環状部 133、磁極 135 B、空隙 2014、磁極 1642 B、磁界発生部 1641 の経路で磁束が流れる。磁気回路 2005 は、第 1 の実施形態のような巻線 142 の励磁により形成される磁気回路 504 (図 5 (b)) に相当する。磁界発生部 1641 で発生する磁束と巻線 132 の励磁によって発生する磁束が相互作用し、その結果、トルクが発生する。

【0050】

本実施形態では、巻線 132 を励磁した場合には、回転電機 1600 のいずれの断面においても、図 19 (a) 及び (b) に示した磁気回路 1902、図 20 (a) に示した磁気回路 2002、及び図 20 (b) に示した磁気回路 2005 のいずれかが形成される。その結果、高トルク化を実現することができる。

【0051】

第 4 の実施形態に係る回転電機 1600 は、第 1 の実施形態と同様に高いトルクを発生することができる。さらに、固定子 140 に巻線を設けないので、固定子 140 の巻線への電源供給が不要となる。一般には、第 3 実施形態のように磁界発生部を回転子側に配置する方がスリップリングを不要とする点で好ましい。

【0052】

(第 5 の実施形態)

第 5 の実施形態では、回転電機を駆動するシステムについて説明する。

【0053】

図 21 は、第 5 の実施形態に係る回転電機駆動系 2100 を概略的に示している。回転電機駆動系 2100 は、図 21 に示すように、回転電機 2101、回転角度検出部 210

10

20

30

40

50

2、回転制御部 2103、及び駆動回路部 2104を備える。回転電機 2101は、第1から第4の実施形態のいずれかの実施形態に係る回転電機であり得る。

【0054】

回転角度検出部 2102は、回転電機 2101に含まれる回転子の回転軸周りの回転角度を検出する。一例では、回転角度検出部 2102は、回転電機 2101の回転軸に取り付けられた回転角度センサ 2105の出力信号から回転角度を検出する。他の例では、回転角度検出部 2102は、駆動回路部 2104により出力される電圧及び電流と、回転電機 2101の物理モデルと、を用いて回転角度を検出する。後者の検出方法をセンサレス推定と呼ぶ。

【0055】

回転制御部 2103は、回転角度検出部 2102から出力された回転角度情報（検出信号ともいう）に基づいて駆動回路部 2104を制御する。具体的には、回転制御部 2103は、回転角度情報と実装された回転制御アルゴリズムとに基づいて駆動回路部 2104に印加すべき電圧を決定し、この電圧を駆動回路部 2104に供給する。

【0056】

駆動回路部 2104は、回転制御部 2103からの電圧供給及び図示しない電源装置からの電源供給を受け、回転電機 2101の電機子巻線及び界磁巻線に電流を供給する。例えば、回転電機 2101が第1の実施形態で説明した回転電機 100（図1）である場合、電機子巻線は回転子 130の巻線 132に対応し、界磁巻線は固定子 140の巻線 142に対応する。電流の供給により回転電機 2101の回転子にトルクが加わり、回転電機 2101が駆動される。

【0057】

図22は、駆動回路部 2104の構成例を概略的に示している。図22に示される駆動回路部 2104は、スイッチング回路 2201、電力増幅回路 2202、及びゲートドライブ回路 2203を備える。スイッチング回路 2201は、例えばIGBT（insulated gate bipolar transistor）及びダイオードなどを含む複数のスイッチング部 2204を含む。スイッチング部 2204は各相の電機子巻線 2205にブリッジ接続されている。スイッチング部 2204は、ゲートドライブ回路 2203からのパルス信号により駆動される。さらに、各相の界磁巻線 2206には、電力増幅回路 2202から電源が供給される。図22では、回転電機 2101は三相の回転電機（すなわち、図1に示されるような回転子と固定子を含む駆動要素を3つ含む回転電機）であり、電機子巻線は三相結線を想定している。

【0058】

なお、回転電機 2101の相数が異なる場合にも、同様にその相数に対応したスイッチング回路 2201及び電力増幅回路 2202を適用できる。また、電機子巻線 2205に電力増幅回路 2202を適用し、界磁巻線 2206にスイッチング回路 2201を適用してもよい。

【0059】

図23は、三相結線をした電機子巻線 2205に流れる電流の一例を示す。図23では、スイッチング回路 2201を用いたPWM（pulse width modulation）制御を適用した場合、或いは、電力増幅回路 2202の出力を適用した場合における三相電流を示している。実際は三相電流にはノイズが含まれるが、図23には、位相が120度ずつ異なる基本波成分のみが示されている。この基本波の周波数に対応した速度で回転子は駆動される。

【0060】

図24は、三相結線をした電機子巻線 2205に流れる電流の他の例を示す。図24では、スイッチング回路 2201を用いたパルス制御を行い、それぞれ位相が120度異なる矩形波状の三相電流を供給している。

【0061】

第5の実施形態に係る回転電機駆動系 2100では、回転子の位置に対して適切な制御

10

20

30

40

50

系が組み立てられているので、安定な回転動作が可能になる。さらに、回転角度検出部 2 1 0 2 がセンサレス推定を行う場合、回転角度センサ 2 1 0 5 が不要となり、コストが抑えられる。また、回転電機 2 1 0 1 は相数を任意に設定でき、その相数に応じて、既存の同期モータの P W M 制御や、既存の P M (permanent magnet) 型又はハイブリッド型のステッピングモータと同様の制御を適用して駆動することが可能である。

【 0 0 6 2 】

(第 6 の実施形態)

第 6 の実施形態では、回転電機を備える車両について説明する。この回転電機は、第 1 から第 4 の実施形態のいずれかの実施形態で説明した回転電機であり得る。第 6 の実施形態に係る車両の例としては、二輪、三輪、又は四輪のハイブリッド自動車、二輪、三輪、又は四輪の電気自動車、電動アシスト自転車などが挙げられる。

10

【 0 0 6 3 】

ハイブリッドタイプの車両は、内燃機関と電池駆動の回転電機とを組み合わせることで走行動力源とする。電気自動車は、電池駆動の回転電機を走行原動力とする。車両の駆動力には、その走行条件に応じ、広範囲な回転数及びトルクの動力源が必要となる。一般的に内燃機関は理想的なエネルギー効率を示すトルク及び回転数が限られているため、それ以外の走行条件ではエネルギー効率が低下する。ハイブリッドタイプの車両は、内燃機関を最適条件で稼働させて発電するとともに、高効率な回転電機で車輪を駆動することによって、或いは、内燃機関と回転電機の動力を合わせて車輪を駆動することによって、車両全体のエネルギー効率を向上できる。また、減速時に車両が持つ運動エネルギーを電力として回生することによって、通常の内燃機関単独走行の車両と比較して、単位燃料当りの走行距離を飛躍的に増大させることができる。

20

【 0 0 6 4 】

ハイブリッド自動車は、内燃機関と回転電機の組み合わせ方によって大きく 3 つに分類することができる。

図 2 5 は、一般にシリーズハイブリッド自動車と呼ばれるハイブリッド自動車 2 5 0 0 を概略的に示している。このハイブリッド自動車 2 5 0 0 は、図 2 5 に示すように、内燃機関 2 5 0 1、発電機 2 5 0 2、インバータ 2 5 0 3、電源 2 5 0 4、回転電機 2 5 0 5、及び車輪 2 5 0 6 を備える。回転電機 2 5 0 5 は、例えば、第 1 の実施形態に係る回転電機 1 0 0 (図 1) である。

30

【 0 0 6 5 】

ハイブリッド自動車 2 5 0 0 では、内燃機関 2 5 0 1 で発生した動力は一旦全て発電機 2 5 0 2 で電力に変換される。この電力はインバータ 2 5 0 3 を通じて電源 2 5 0 4 に蓄えられる。電源 2 5 0 4 に蓄えられた電力は、インバータ 2 5 0 3 を通じて回転電機 2 5 0 5 に供給され、回転電機 2 5 0 5 によって車輪 2 5 0 6 が回転駆動される。このように、シリーズハイブリッド自動車は、電気自動車に発電機が複合されたようなシステムである。内燃機関は高効率な条件で運転でき、電力回生も可能である。その反面、車輪 2 5 0 6 の駆動は回転電機 2 5 0 5 によって行われるため、高出力な回転電機 2 5 0 5 が必要となる。

40

【 0 0 6 6 】

図 2 6 は、パラレルハイブリッド自動車と呼ばれるハイブリッド自動車 2 6 0 0 を示している。このハイブリッド自動車 2 6 0 0 は、図 2 6 に示すように、内燃機関 2 5 0 1、インバータ 2 5 0 3、電源 2 5 0 4、回転電機 2 6 0 1、及び車輪 2 5 0 6 を備える。回転電機 2 6 0 1 は、例えば第 1 の実施形態に係る回転電機 1 0 0 (図 1) であり、車輪 2 5 0 6 の駆動に使用されるとともに、発電機としても利用される。

【 0 0 6 7 】

ハイブリッド自動車 2 6 0 0 では、車輪 2 5 0 6 は主に内燃機関 2 5 0 1 によって駆動される。内燃機関 2 5 0 1 で発生した動力の一部は、場合によって回転電機 2 6 0 1 で電力に変換される。この電力はインバータ 2 5 0 3 を通じて電源 2 5 0 4 に蓄えられる。負荷が重くなる発進や加速時には、電源 2 5 0 4 からインバータ 2 5 0 3 を通じて回転電機

50

2601に電力を供給し、回転電機2601により駆動力を補助する。ハイブリッド自動車2600は、通常の自動車がベースになっており、内燃機関2501の負荷変動を少なくして高効率化を図り、電力回生なども合わせて行うシステムである。車輪2506の駆動は主に内燃機関2501によって行うため、回転電機2601の出力は、必要な補助の割合によって任意に決定することができる。比較的小さな回転電機2601及び電源2504を用いてシステムを構築することができる。

【0068】

図27は、シリーズ・パラレルハイブリッド自動車と呼ばれるハイブリッド自動車2700を示している。ハイブリッド自動車2700は、シリーズとパラレルの両方を組み合わせたシステムである。動力分割機構2701は、内燃機関2501の出力を発電用と車輪駆動用とに分割する。パラレル方式よりもきめ細かくエンジンの負荷制御を行い、エネルギー効率を高めることができる。

10

【0069】

図28は、第6の実施形態に係る電気自動車2800を概略的に示している。回転電機2601は、例えば第1の実施形態に係る回転電機100(図1)であり、車輪2506の駆動に使用されるとともに、発電機としても利用される。

【0070】

電気自動車2800では、電源2504に蓄えられた電力は、インバータ2503を通じて回転電機2505に供給され、回転電機2505によって車輪2506が回転駆動される。回転電機2601は、車輪2506を駆動する一方で、場合により発電機として機能して電力を生成する。この電力により電源2504が充電される。

20

【0071】

以上のように、第6の実施形態によれば、上述した実施形態に係る横方向磁束型回転電機を用いた車両が提供される。

【0072】

以上述べた少なくとも1つの実施形態に係る横方向磁束型回転電機では、いずれの断面でも磁気回路が形成されるように回転子及び固定子に磁極を設けることにより、磁束の漏れを低減でき、磁極面積を大きく確保することができる。その結果、高いトルクを発生することが可能になる。

【0073】

なお、実施形態に係る回転電機は、図1、図6、図11、図16に示したような回転子と固定子との対向面の法線が半径方向となるラジアルギャップモータである例に限らず、回転子と固定子との対向面の法線が軸方向となるアキシアルギャップモータであってもよい。さらに、実施形態に係る回転電機は、図1、図6、図11、図16に示したような回転子が固定子の内側に位置するインナーロータである例に限らず、回転子が固定子の外側に位置する OUTERロータであってもよい。

30

【0074】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

40

【符号の説明】

【0075】

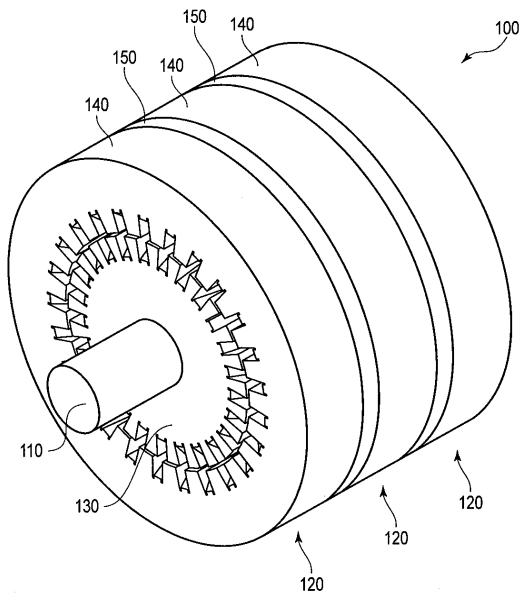
100...横方向磁束型回転電機、110...回転軸、120...駆動要素、130...回転子、131...強磁性体、132...巻線、133...環状部、135A, 135B...磁極、140...固定子、141...強磁性体、142...巻線、143...環状部、145A, 145B...磁極、150...連結部材、600...横方向磁束型回転電機、601...連結部材、731, 732, 734...強磁性体、733...非磁性体、1100...横方向磁束型回転電機、123

50

1 ... 磁界発生部、1 2 3 5 A , 1 2 3 5 B ... 磁極、1 6 0 0 ... 横方向磁束型回転電機、1 6 4 1 ... 磁界発生部、1 6 4 2 A , 1 6 4 2 B ... 磁極、2 1 0 0 ... 回転電機駆動系、2 1 0 1 ... 回転電機、2 1 0 2 ... 回転角度検出部、2 1 0 3 ... 回転制御部、2 1 0 4 ... 駆動回路部、2 1 0 5 ... 回転角度センサ、2 2 0 1 ... スイッチング回路、2 2 0 2 ... 電力増幅回路、2 2 0 3 ... ゲートドライブ回路、2 2 0 4 ... スイッチング部、2 2 0 5 ... 電機子巻線、2 2 0 6 ... 界磁巻線、2 5 0 0 , 2 6 0 0、2 7 0 0 ... ハイブリッド自動車、2 5 0 1 ... 内燃機関、2 5 0 2 ... 発電機、2 5 0 3 ... インバータ、2 5 0 4 ... 電源、2 5 0 5 ... 回転電機、2 5 0 6 ... 車輪、2 7 0 1 ... 動力分割機構、2 8 0 0 ... 電気自動車。

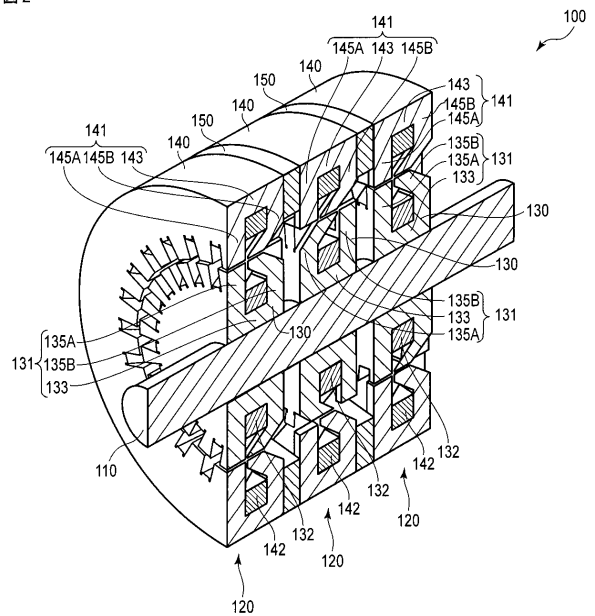
【 図 1 】

図 1



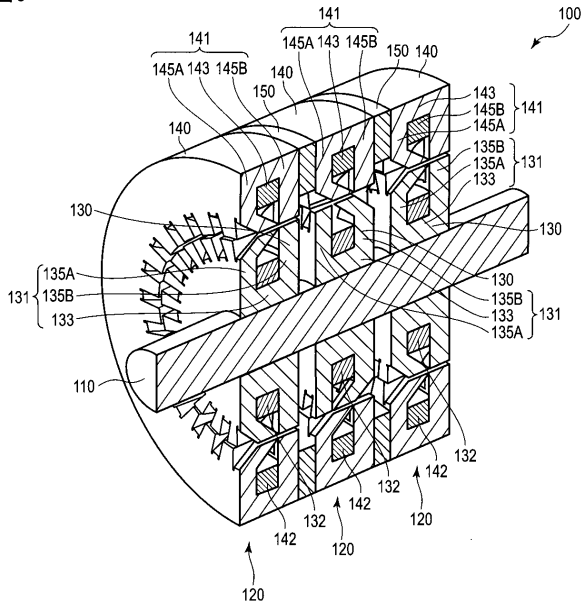
【 図 2 】

図 2



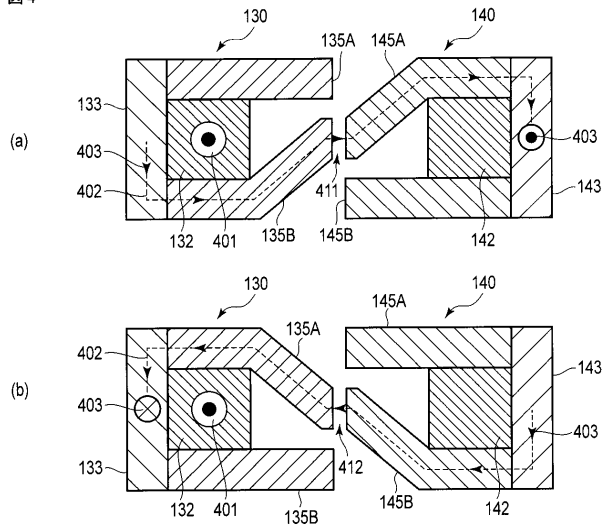
【 図 3 】

図 3



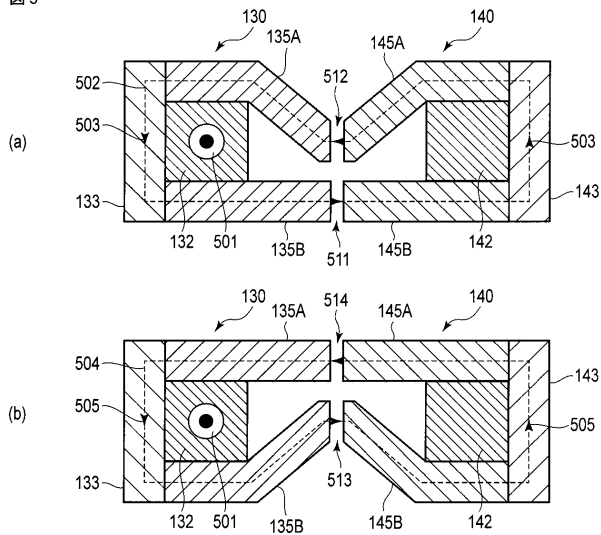
【 図 4 】

図 4



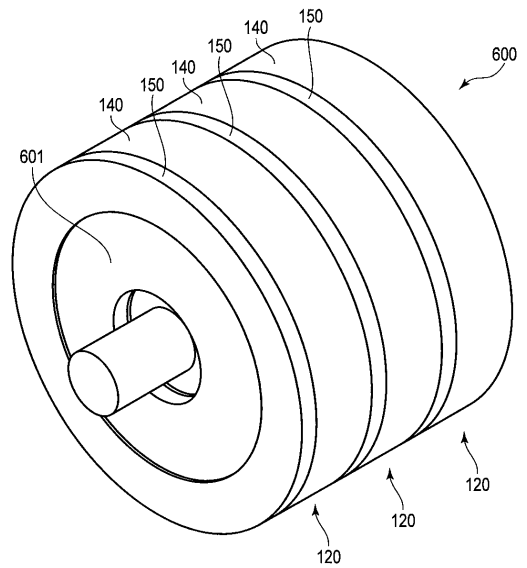
【 図 5 】

図 5



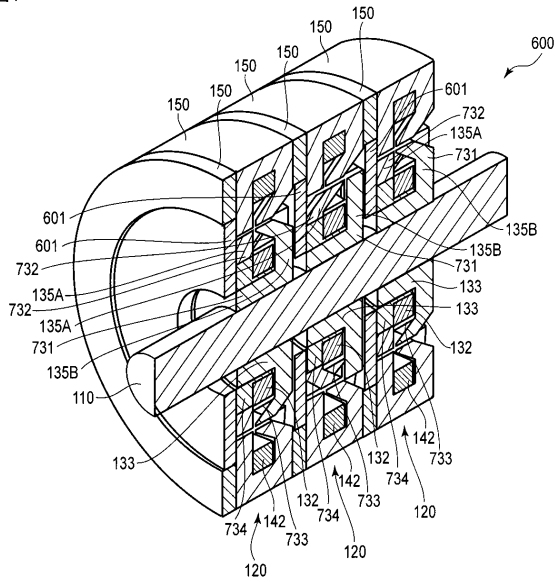
【 図 6 】

図 6



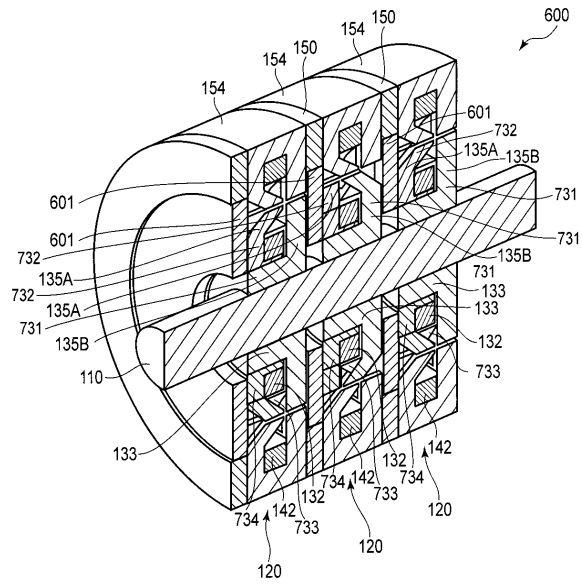
【 図 7 】

図 7



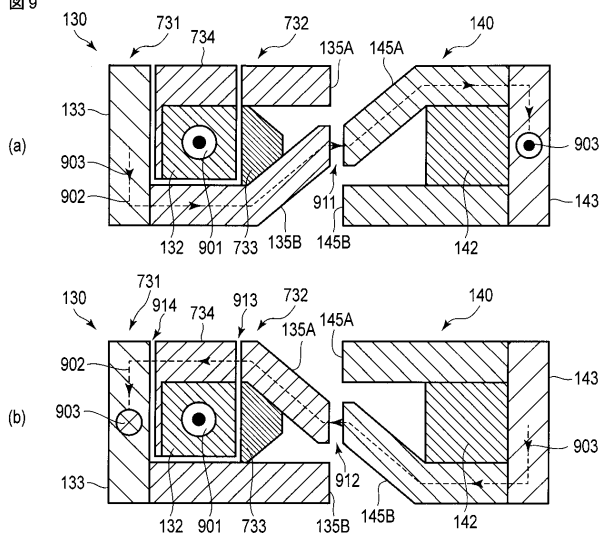
【 図 8 】

図 8



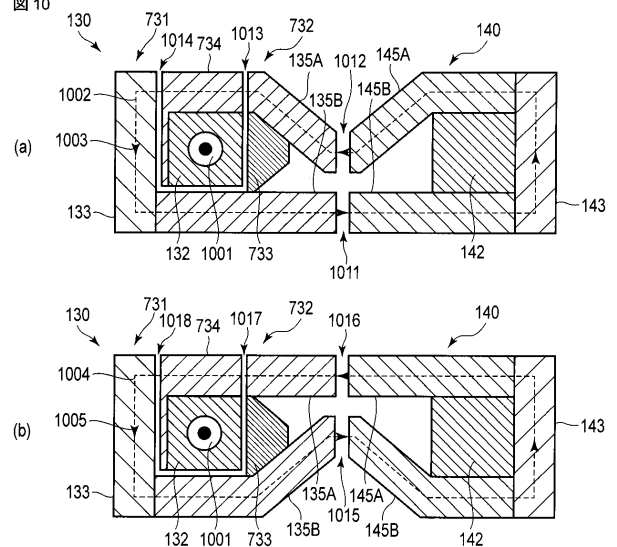
【 図 9 】

図 9



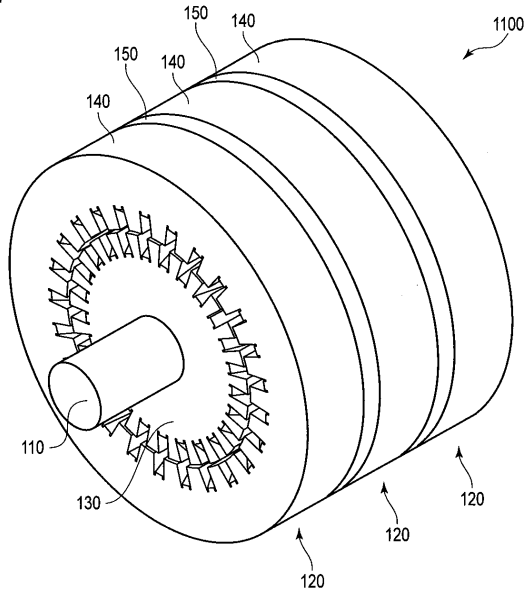
【 図 10 】

図 10



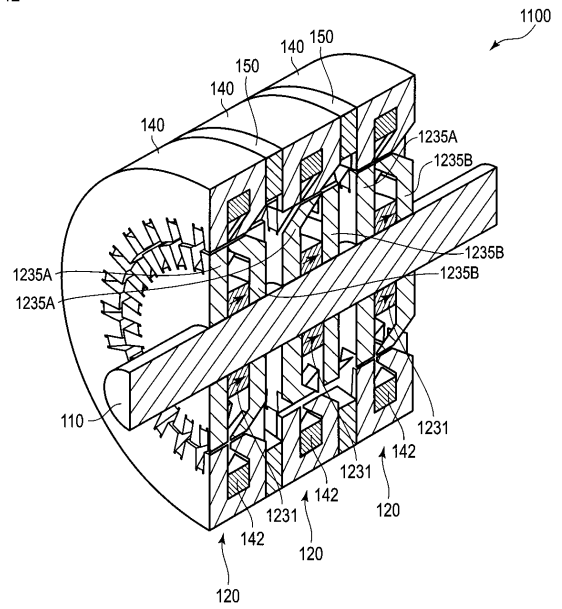
【 図 1 1 】

図 11



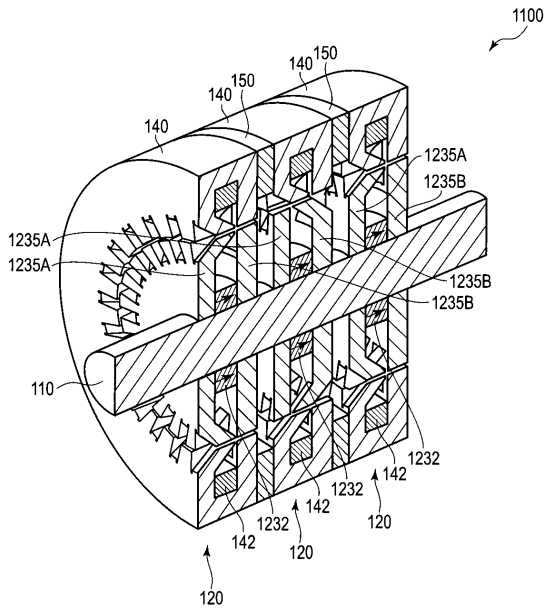
【 図 1 2 】

図 12



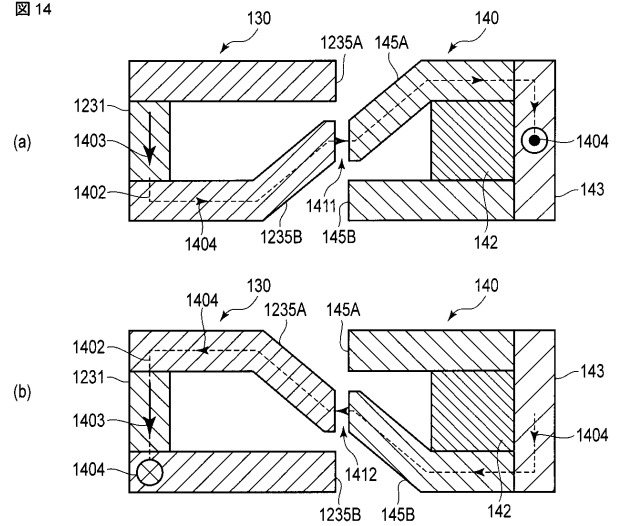
【 図 1 3 】

図 13



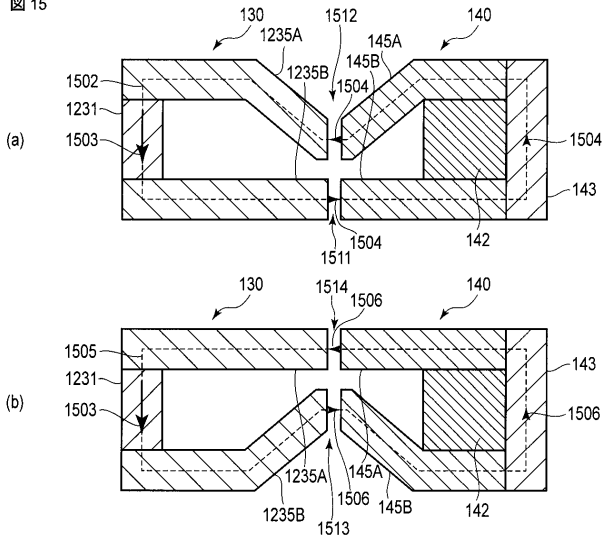
【 図 1 4 】

図 14



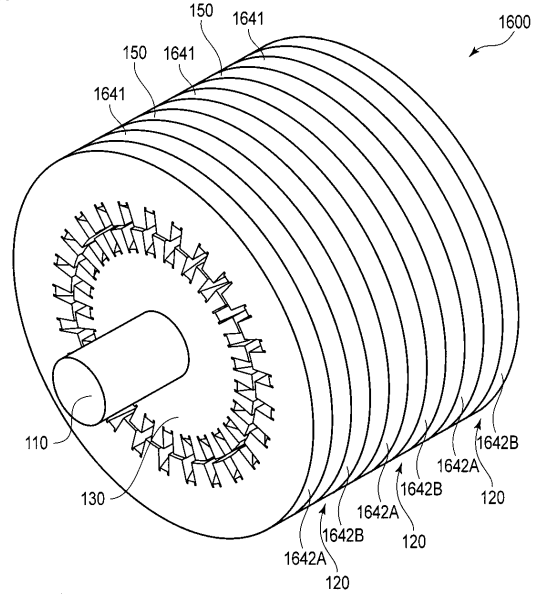
【 図 1 5 】

図 15



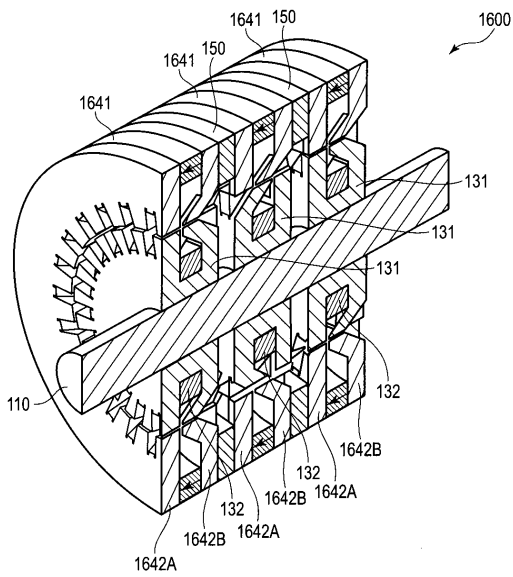
【 図 1 6 】

図 16



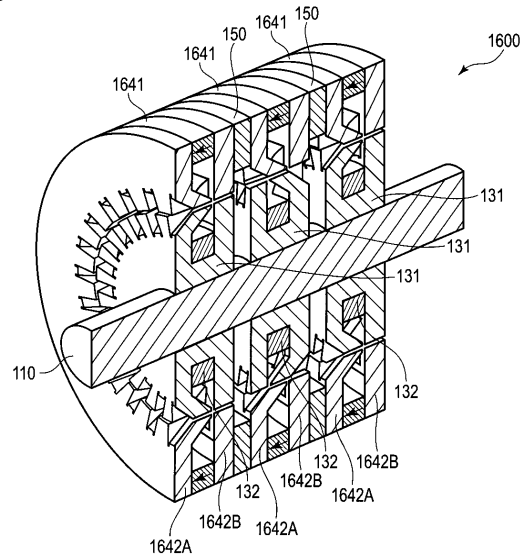
【 図 1 7 】

図 17



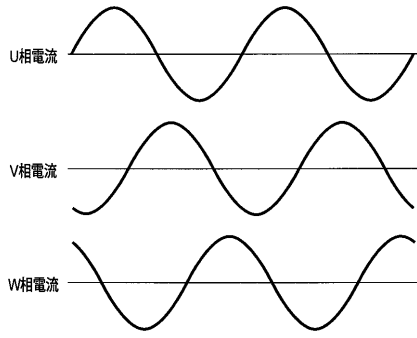
【 図 1 8 】

図 18



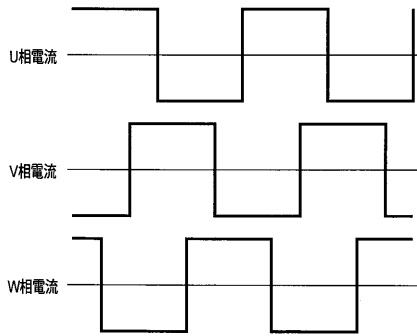
【 図 2 3 】

図 23



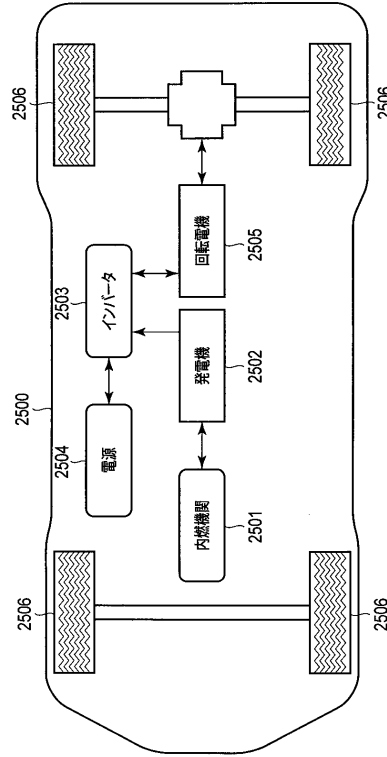
【 図 2 4 】

図 24



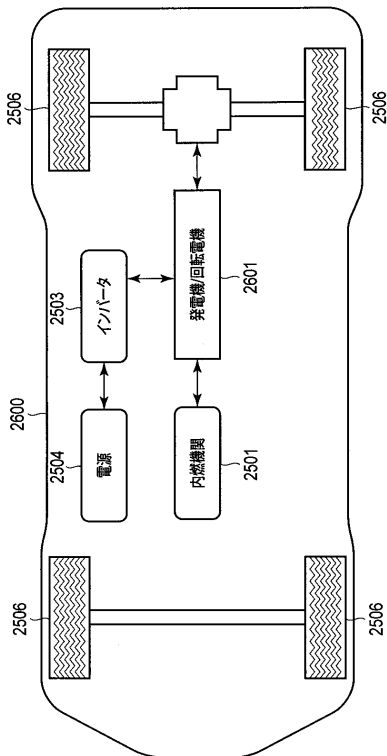
【 図 2 5 】

図 25



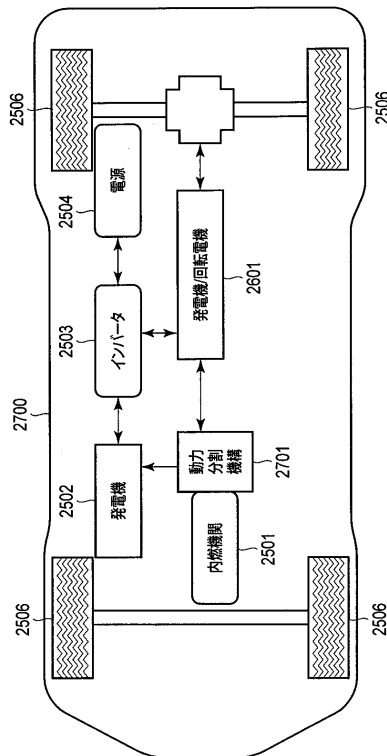
【 図 2 6 】

図 26



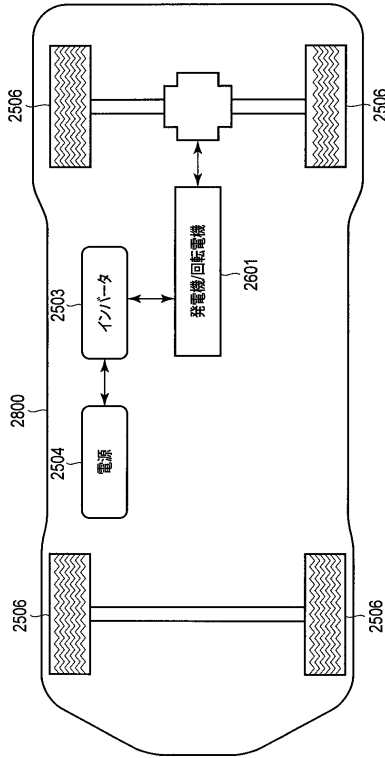
【 図 2 7 】

図 27



【 図 2 8 】

図 28



【 手続補正書 】

【 提出日 】平成26年7月15日(2014.7.15)

【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】明細書

【 補正対象項目名 】0045

【 補正方法 】変更

【 補正の内容 】

【 0045 】

図16に示される回転電機1600では、図17及び図18に示すように、固定子140は、環状の磁界発生部1641、磁界発生部1641の一端部から回転子130に向かって延びる複数の磁極1642Aと、磁界発生部1641の他端部から回転子130に向かって延びる複数の磁極1642Bと、を備える。磁界発生部1641は磁極1642A及び1642B間に介挿されている。複数の磁極1642Aは軸方向に複数の磁極1642Bにそれぞれ対向している。ある磁極1642Aは軸方向に対向している磁極1642Bと対を成す。磁極1642A及び対を成す磁極1642Bの一方は直線的に径方向に延び、他方は先端が回転子130と固定子140との対向面の中央部に対向するように曲がっている。磁界発生部1641は、例えば永久磁石であり、軸方向に磁束を発生する。磁界発生部1641で発生する磁束は界磁磁界として利用される。磁極1642A及び1642Bは強磁性体で形成される。第4の実施形態の固定子140は、第1の実施形態の固定子140において、環状部143の中央部に磁界発生部1641を設け、巻線142を除去したものに对应する。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	テーマコード(参考)
H 0 2 K	21/30 (2006.01)	H 0 2 K	21/30
H 0 2 K	1/17 (2006.01)	H 0 2 K	1/17
H 0 2 K	1/27 (2006.01)	H 0 2 K	1/27

(74)代理人 100140176
 弁理士 砂川 克

(74)代理人 100158805
 弁理士 井関 守三

(74)代理人 100172580
 弁理士 赤穂 隆雄

(74)代理人 100179062
 弁理士 井上 正

(74)代理人 100124394
 弁理士 佐藤 立志

(74)代理人 100112807
 弁理士 岡田 貴志

(74)代理人 100111073
 弁理士 堀内 美保子

(72)発明者 上田 靖人
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

Fターム(参考) 5H601 AA25 BB20 CC01 CC14 CC15 DD01 DD11 EE06 EE18 EE27
 EE38 GA11 GB22 GB33
 5H619 AA01 BB01 BB06 BB17 PP01 PP02 PP05 PP08
 5H621 BB01 BB02 BB10 GA04 GA12 HH01 JK02
 5H622 CA01 CA05 CA10