

(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2017-205008
(P2017-205008A)

(43) 公開日 平成29年11月16日 (2017. 11. 16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 2 K 49/10 (2006.01)	HO 2 K 49/10 A	5 H 6 4 9
F 1 6 H 49/00 (2006.01)	F 1 6 H 49/00 A	

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2017-126312 (P2017-126312)	(71) 出願人	515121092
(22) 出願日	平成29年6月28日 (2017. 6. 28)		インダストリー-アカデミック コーポレ
(62) 分割の表示	特願2016-546734 (P2016-546734)		ーション ファウンデーション, チョソ
	の分割		ン ユニバーシティー
原出願日	平成27年9月1日 (2015. 9. 1)		I N D U S T R Y - A C A D E M I C C
(31) 優先権主張番号	10-2014-0117179		O O P E R A T I O N F O U N D A T I
(32) 優先日	平成26年9月3日 (2014. 9. 3)		O N, C H O S U N U N I V E R S I
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		T Y
(31) 優先権主張番号	10-2014-0117198		大韓民国, クワンジュ 501-759
(32) 優先日	平成26年9月3日 (2014. 9. 3)		, トング, ピルムンデロ, 30
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		9
			309, Pilmun-daero,
			Dong-gu, Gwangju 50
			1-759 (KR)
		最終頁に続く	

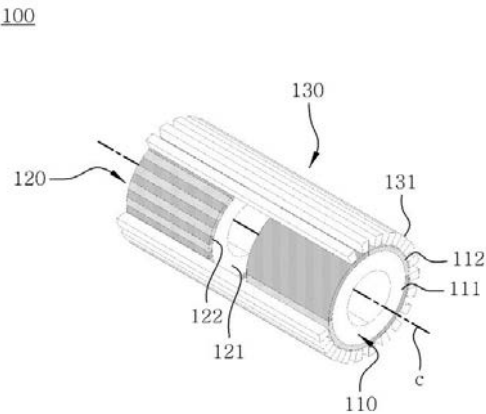
(54) 【発明の名称】 ポールピースがローターの外側に備えられるマグネチックギア

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、マグネチックギアに関する。

【解決手段】 本発明は、回転軸上で離隔されて位置するローターの外側にポールピースを備えることにより、空隙の数を減らし構造を簡素化することができ、回転軸を支持するベアリングの数を減らし摩擦によるトルク伝達率の減少を最小化することができるマグネチックギアを提供する。

【選択図】 図 1 9



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力側ローターと、

前記入力側ローターの回転軸の延長上に前記入力側ローターと離隔されて備えられる出力側ローターと、

前記入力側ローター及び前記出力側ローターの外側で前記入力側ローター及び前記出力側ローターを囲み、回転軸に放射状に位置する複数のボールピースを有し、前記入力側ローターの磁力を前記出力側ローターに伝達するボールピースモジュールと、を含み、

前記入力側ローター及び前記出力側ローターは、前記ボールピースモジュールの内側に共に位置し、前記ボールピースモジュールとは互いに離隔されて位置することを特徴とするマグネチックギア。

10

【請求項 2】

前記ボールピースモジュールは、前記ボールピースが回転軸に対して放射状に維持するように支持するボールピースモジュール支持部材を含み、

外輪は前記ボールピースモジュール支持部材の一側内部に固定され、内輪は前記入力側ローターの入力軸に固定され、前記入力側ローターが前記ボールピースモジュールから離隔されたまま回転するようにする入力軸支持ベアリングと、

外輪は前記ボールピースモジュール支持部材の他側内部に固定され、内輪は前記出力側ローターの出力軸に固定され、前記出力側ローターが前記ボールピースモジュールから離隔されたまま回転するようにする出力軸支持ベアリングと、

20

前記入力側ローターの出力軸と前記出力側ローターの入力軸が回転軸上で支持されるように、前記入力側ローターの出力軸と前記出力側ローターの入力軸が互いに摺動しながら回転させるローター連結ベアリングと、をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載のマグネチックギア。

【請求項 3】

前記各ボールピースの断面は、

第 1 孤 (a r c)、前記第 1 孤と中心の位置及び中心角は同一であり、内径は前記第 1 孤の内径よりも小さい第 2 孤及び前記第 1 孤と前記第 2 孤の各一端及び各他端を連結する線で囲まれた第 1 図形と、

前記第 2 孤と中心の位置及び内径は同一であり、中心角は前記第 2 孤の中心角よりも大きい第 3 孤、前記第 3 孤と中心の位置と中心角は同一であり、内径は前記第 3 孤の内径よりも小さい第 4 孤、及び第 3 孤と前記第 4 孤の各一端及び各他端を連結する線で囲まれた第 2 図形とが結合した形状を有し、

30

前記第 2 孤の 2 等分位置と前記第 3 孤の 2 等分位置は互いに重なるように結合した形状を有することを特徴とする請求項 1 に記載のマグネチックギア。

【請求項 4】

請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載のマグネチックギアを少なくとも 2 つ含み、

前記マグネチックギアのうち、第 1 マグネチックギアの出力側ローターは、第 2 マグネチックギアの入力側ローターに直結されることを特徴とするマルチプルタイプのマグネチックギア。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マグネチックギアに関し、より具体的には、ローターの間に位置するボールピースの形態を改善して空隙に磁束を集中させることにより、伝達トルクを向上させることができ、トルクリップルを低減できる磁束集中型ボールピースを有するマグネチックギア及び回転軸上で離隔されて位置するローターの外側にボールピースを備えることにより、空隙の数を減らし構造を簡素化することができ、回転軸を支持するベアリングの数を減らし摩擦によるトルク伝達率の減少を最小化することができるマグネチックギアに関する。

50

【背景技術】

【0002】

マグネチックギアは、磁力を用いて非接触式で動力を伝達する非接触式ギア装置であって、物理的な接触によって動力を伝達するギアに比べてノイズ及び振動が少なく、潤滑油の注入や保守点検が不要であり、機械的な摩擦がなく、安定性と耐久性が高く、近年研究が活発している。

【0003】

なお、マグネチックギアは、エネルギーの損失を低減することができるので、高効率の駆動が可能であり、信頼性及び正確なピークトルクの伝達が可能である。

【0004】

なお、近年、風力タービン、電気自動車、トランスミッションなど様々な分野にマグネチックギアを適用しようとしている。

【0005】

図1は、一般的なマグネチックギアを示し、図2は、一般的なマグネチックギアの垂直断面を示す。

【0006】

図1及び図2を参照すると、従来のマグネチックギア10は、大きく分けて内側ローター11、外側ローター12、内側ローター11と外側ローター12との間にローター11、12と離隔されて位置するポールピースモジュール13を含んで構成される。

【0007】

なお、前記内側ローター11は、内側回転子11bと内側ローター11bの外部に回転軸を中心に放射状に取り付けられる磁石11aを含み、前記外側ローター12は、外側回転子12aと外側回転子12aの内部に回転軸を中心に放射状に取り付けられる磁石12bを含み、前記ポールピースモジュール13は、回転軸に対して放射状に等間隔で離隔された複数のポールピース13aを含む。

【0008】

なお、前記内側ローター11と前記外側ローター12の磁石には、それぞれ互いに反対方向（回転軸を向けた方向と回転軸の反対方向に向けた方向）に磁力を持つ磁石が交互に位置し、互いに反対方向の磁力を持つ2つの磁石は双極子（dipole）をなす。

【0009】

なお、前記ポールピースモジュール13が固定されている場合、前記内側ローター11と前記外側ローター12は、互いに反対方向に回転し、どのローターが入力軸になるかによって減速機又は加速器として用いられる。

【0010】

なお、前記外側ローター12は低速で回転し、前記内側ローター11は高速で回転し、前記外側ローター12の双極子の数と前記内側ローター11の双極子の数は、下記の数1のようにポールピース13aの個数を決定する。

【0011】

【数1】

$$N_s = p_1 + p_2$$

【0012】

ここで、 N_s はポールピース13aの個数、 p_1 は外側ローター12の双極子の数、 p_2 は内側ローター11の双極子の数を意味する。

【0013】

なお、図2を例とすると、外側ローター12の磁石の極数が42極であって双極子の数が21極であり、内側ローター11の磁石の極数が4極であって双極子の数が2極であるので、ポールピース13aの個数は、各ローターの双極子の数の21極と2極を足した23個となる。

10

20

30

40

50

【0014】

なお、マグネチックギア10のギア比は、下記の数2のようにローターの双極子数の比により決定される。

【0015】

【数2】

$$G_r = \frac{p_1}{p_2}$$

10

【0016】

なお、マグネチックギア10のローターの速度比は、下記の数3の通りである。

【0017】

【数3】

$$w_2 = -G_r w_1$$

【0018】

なお、従来のマグネチックギア1のポールピース13aの垂直断面は、中心角が互いに同一であり、直径が異なる外側弧13aaと内側弧13ab、そして外側弧13aaと内側弧13abの各一端を連結する直線13ac及び各他端を連結する直線13adで囲まれた図形の形状を有する。

20

【0019】

しかしながら、従来のマグネチックギア10は、このようなポールピース13aの形態的な限界により、外側ローター12とポールピースモジュール13間、内側ローター11とポールピースモジュール13間の空隙に磁束を集中させることができなく、トルク伝達が低く、トルクリップルが大きいという問題点がある。

【0020】

なお、図3は、従来のマグネチックギア10の回転軸方向の垂直断面を示す図であり、従来のマグネチックギア10は、前記内側ローター11、前記外側ローター12、前記ポールピースモジュール13以外に、ハウジング14、ポールピースモジュール支持部材15、内側ローター支持部材16及び外側ローター支持部材17をさらに含んで構成される。

30

【0021】

なお、前記ハウジング14は、外部形態を規定し、前記ポールピースモジュール支持部材15は、前記ポールピースモジュール13を前記ハウジング14の内部で前記ハウジング14と離隔されるように支持する。

【0022】

なお、前記内側ローター支持部材16は、前記内側ローター11を前記ポールピースモジュール支持部材15の内側に前記ポールピースモジュール支持部材15と離隔して支持し、前記ハウジング14の一侧に露出された入力軸11cを有する。

40

【0023】

なお、前記外側ローター支持部材17は、前記外側ローター12を前記ハウジング14と前記ポールピースモジュール13との間で前記ハウジング14及び前記ポールピースモジュール13とそれぞれ離隔して支持し、前記ハウジング14の他側に露出された出力軸12cを有する。

【0024】

なお、固定された部材と回転する部材との間には、ベアリング14a、15a、16a、16bが備えられる。詳しくは、前記ベアリング14a、15a、16a、16bは、

50

例えば、回転する部材の回転軸に垂直に作用する荷重を支持するラジアルベアリング（radial bearing）である。

【0025】

なお、前記ベアリング14a、15a、16a、16bは、前記ハウジング14に前記出力軸12cを支持する第1外側ローター支持ベアリング14a、前記ポールピースモジュール支持部材15に前記外側ローター支持部材17を支持する第2外側ローター支持ベアリング15a、前記ポールピースモジュール支持部材15に前記入力軸11cを支持する第1内側ローター支持ベアリング16a、前記外側ローター支持部材17に前記内側ローター11を支持する第2内側ローター支持ベアリング16bを含む。

【0026】

すなわち、従来のマグネチックギア10は、4つのベアリング14a、15a、16a、16bを含んで構成されるので、ベアリングの摩擦によるトルク伝達率が低くなるという問題点がある。

【0027】

なお、前記ローター11、12が、前記ハウジング14の内部で回転するためには前記ハウジング14と前記内側ローターとの間に第1空隙a1、前記外側ローター12と前記ポールピースモジュール13との間に第2空隙a2、前記ポールピースモジュール13と前記内側ローター11との間に第3空隙a3が必ず存在しなければならないので、構造が非常に複雑になるという問題点がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0028】

【特許文献1】韓国公開特許第10-2013-0042564号公報

【特許文献2】韓国公開特許第10-2014-0013087号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0029】

本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、ポールピースの形状を最適化して空隙に磁束を集中させることにより、トルク伝達を向上させ、トルクリップルは低くして動力伝達率と信頼性を向上させることができる磁束集中型ポールピースを有するマグネチックギアを提供する。

【0030】

なお、本発明の目的は、空隙の数を減らすことができ、構造が簡単なマグネチックギアを提供することにある。

【0031】

なお、本発明の目的は、ベアリングの数を減らすことができ、ベアリングの摩擦によるトルク伝達率の減少を最小化することができるマグネチックギアを提供することにある。

【0032】

なお、本発明の目的は、ポールピースの形状を最適化して空隙に磁束を集中させることにより、トルク伝達を向上させ、トルクリップルは低くして動力伝達率と信頼性を向上させることができるマグネチックギアを提供することにある。

【0033】

なお、本発明のマグネチックギアによると、ポールピースモジュールがハウジングの役割を兼ねるため、ポールピースモジュールの内部に1つの空隙だけでもローターを回転させることができ、構造が非常に簡単であるという利点がある。

【0034】

なお、本発明のマグネチックギアによると、3つのベアリングだけでローターを非接触式で回転させることができるので、ベアリングの摩擦によるトルク伝達率の減少を最小化することができるという利点がある。

【0035】

なお、本発明のマルチプルタイプのマグネチックギアによると、2つのマグネチックギアを直結して小さな体積でも大きなトルク比を提供することができる効果がある。

【0036】

本発明の目的は、以上で言及した目的に限定されず、言及していないまた他の目的は下記の記載から当業者が明確に理解することができるであろう。

【課題を解決するための手段】

【0037】

前記の目的を達成するために、本発明は、内側ローター（inner rotor）、前記内側ローターと離隔されて備えられる外側ローター（outer rotor）及び前記内側ローターと前記外側ローターとの間に位置し、前記内側ローターから前記外側ローターに、又は前記外側ローターから前記内側ローターに磁束を伝達する互いに離隔された複数のポールピース（pole piece）が備えられるポールピースモジュールを含むマグネチックギアであって、前記各ポールピースの断面は、第1弧（arc）、前記第1弧と中心の位置及び中心角は同一であり、内径は前記第1弧の内径よりも小さい第2弧及び前記第1弧と前記第2弧の各一端及び各他端を連結する線で囲まれた第1図形と、前記第2弧と中心の位置及び内径は同一であり中心角は前記第2弧の中心角よりも大きい第3弧、第3弧と中心の位置と中心角は同一であり内径は前記第3弧の内径よりも小さい第4弧、及び第3弧と前記第4弧の各一端及び各他端を連結する線で囲まれた第2図形と、が結合した形状を有するが、前記第2弧の2等分位置と前記第3弧の2等分位置は互いに重なるように結合した形状を有することを特徴とするマグネチックギアを提供する。

【0038】

望ましい実施例において、前記第4弧と前記第3弧の垂直距離（以下、「第1垂直距離」とする。）は、下記の数4のように、前記第4弧と前記第1弧の垂直距離（以下、「第2垂直距離」とする。）の13.5%よりは大きく、23.5%よりは小さい。

【0039】

【数4】

$$L_{pr} \times 0.135 \leq \alpha \leq L_{pr} \times 0.235$$

【0040】

ここで、 α は前記第1垂直距離であり、 L_{pr} は前記第2垂直距離である。

【0041】

望ましい実施例において、前記第4弧の中心角は、下記の数5のように、1つのポールピースを間に置いた2つのポールピースの第1弧を連結する仮想弧の中心角（以下、「基準角」とする。）の40%よりは大きく、50%よりは小さい。

【0042】

【数5】

$$0.4 \leq \frac{N_p}{360} \times \frac{2}{3} \times \beta \leq 0.5$$

【0043】

ここで、 β は前記第4弧の中心角であり、 N_p は前記ポールピースの個数である。望ましい実施例において、前記第1図形で前記第1弧及び第2弧を連結する線は、前記第1図形の中心部に向かって凹んだ曲線（以下、「凹曲線」とする。）である。

【0044】

望ましい実施例において、前記凹曲線の両端を連結する仮想線分（以下、「第1仮想線分」とする。）の2等分位置から垂直方向に前記凹曲線までの長さ（以下、「凹長さ」とする。）は、前記凹曲線の前記第1弧側の一端から前記第4弧に垂直方向に連結される仮

想線分（以下、「第2仮想線分」とする。）の2等分位置から垂直方向に前記第1弧の2等分位置と前記第4弧の2等分位置を連結する仮想線分（以下、「第3仮想線分」とする。）までの長さの30%よりは大きく、40%よりは小さい。

【0045】

望ましい実施例において、前記凹長さは、下記の数6によって計算される。

【0046】

【数6】

$$0.3 \leq \frac{\gamma}{\frac{1}{4}(D_{pi} + D_{po}) \tan\left(\frac{90}{N_p}\right)} \leq 0.4$$

10

【0047】

ここで、 D_{pi} は前記第4弧の内径であり、 D_{po} は前記第1弧の内径であり、 N_p はポールピースの個数である。

【0048】

なお、本発明は、前記マグネチックギアを少なくとも2つ含み、前記マグネチックギアのうち、第1マグネチックギアの出力側ローターは、第2マグネチックギアの入力側ローターに直結されることを特徴とするマルチプルタイプのマグネチックギアをさらに提供する。

20

【0049】

なお、本発明は、前記マグネチックギアと、前記マグネチックギアの内側ローターの外側に離隔されて備えられ、複数のポールピースを有する少なくとも1つの内部ポールピースモジュールと、前記内部ポールピースモジュールと前記マグネチックギアのポールピースモジュールとの間に備えられる少なくとも1つの中間ローターと、を含むことを特徴とするマルチレイヤータイプのマグネチックギアをさらに提供する。

【0050】

なお、本発明は、入力側ローターと、前記入力側ローターの回転軸の延長上に前記入力側ローターと離隔されて備えられる出力側ローターと、前記入力側ローター及び前記出力側ローターの外側で前記入力側ローター及び前記出力側ローターを囲み、回転軸に放射状に位置する複数のポールピースを有し、前記入力側ローターの磁力を前記出力側ローターに伝達するポールピースモジュールと、を含み、前記入力側ローター及び前記出力側ローターは、前記ポールピースモジュールの内側に共に位置し、前記ポールピースモジュールとは互いに離隔されて位置することを特徴とするマグネチックギアをさらに提供する。

30

【0051】

望ましい実施例において、前記ポールピースモジュールは、前記ポールピースが回転軸に対して放射状を維持するように支持するポールピースモジュール支持部材を含み、外輪は前記ポールピースモジュール支持部材の一侧内部に固定され、内輪は前記入力側ローターの入力軸に固定され、前記入力側ローターが前記ポールピースモジュールから離隔されたまま回転するようにする入力軸支持ベアリングと、外輪は前記ポールピースモジュール支持部材の他側内部に固定され、内輪は前記出力側ローターの出力軸に固定され、前記出力側ローターが前記ポールピースモジュールから離隔されたまま回転するようにする出力軸支持ベアリングと、前記入力側ローターの出力軸と前記出力側ローターの入力軸が回転軸上で支持されるように、前記入力側ローターの出力軸と前記出力側ローターの入力軸が互いに摺動しながら回転させるローター連結ベアリングと、をさらに含む。

40

【0052】

なお、本発明は、前記マグネチックギアを少なくとも2つ含み、前記マグネチックギアのうち、第1マグネチックギアの出力側ローターは、第2マグネチックギアの入力側ローターに直結されることを特徴とするマルチプルタイプのマグネチックギアをさらに提供する。

50

【発明の効果】

【0053】

本発明は、次のような優れた効果を有する。

【0054】

本発明のマグネチックギアによると、ポールピースの断面形状に関する変数 α 、 β 、 γ を限定して空隙に磁束を集中させることができ、トルク伝達を向上させ、トルクリップルは低くすることにより、動力伝達率と信頼性を向上させることができる効果がある。

【0055】

なお、本発明のマルチプルタイプのマグネチックギアによると、2つのマグネチックギアを直結して小さな体積でも大きなトルク比を提供することができる効果がある。

10

【0056】

なお、本発明のマルチレイヤータイプのマグネチックギアによると、外側ローターと内側ローターとの間に中間ローターを挿入して少ない個数の磁石を用いて大きなトルク比を提供することができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図1】一般的なマグネチックギアを示す図である。

【図2】一般的なマグネチックギアの垂直断面を示す図である。

【図3】一般的なマグネチックギアの回転軸方向の垂直断面を示す図である。

【図4】本発明の第1の参考例に係るマグネチックギアを説明するための図である。

20

【図5】本発明の第1の参考例に係るマグネチックギアのポールピースの形態を説明するための図である。

【図6】本発明の第1の参考例に係るマグネチックギアのポールピースの形態を決定する変数を説明するための図である。

【図7】本発明の第1の参考例に係るマグネチックギアのポールピースの形態を決定する変数を説明するための図である。

【図8】本発明の第1の参考例に係るマグネチックギアのポールピースの形態を決定する変数を説明するための図である。

【図9】従来のマグネチックギアと本発明の第1の参考例に係るマグネチックギアの磁束線図を示す図である。

30

【図10】従来のマグネチックギアと本発明の第1の参考例に係るマグネチックギアの内側空隙の磁束密度を比較するためのグラフである。

【図11】従来のマグネチックギアと本発明の第1の参考例に係るマグネチックギアの外側空隙の磁束密度を比較するためのグラフである。

【図12】従来のマグネチックギアと本発明の第1の参考例に係るマグネチックギアの内側ローターのトルクを比較するためのグラフである。

【図13】従来のマグネチックギアと本発明の第1の参考例に係るマグネチックギアの外側ローターのトルクを比較するためのグラフである。

【図14】従来のマグネチックギアと本発明の第1の参考例に係るマグネチックギアの正常状態での内側ローターのトルクを比較するためのグラフである。

40

【図15】従来のマグネチックギアと本発明の第1の参考例に係るマグネチックギアの正常状態での外側ローターのトルクを比較するためのグラフである。

【図16】本発明の第2の参考例に係るマルチプルタイプのマグネチックギアを説明するための図である。

【図17】本発明の第3の参考例に係るマルチレイヤータイプのマグネチックギアを説明するための図である。

【図18】本発明の第3の参考例に係るマルチレイヤータイプのマグネチックギアの断面を示す図である。

【図19】本発明の第1の実施例に係るマグネチックギアを示す図である。

【図20】本発明の第1の実施例に係るマグネチックギアの垂直断面を示す図である。

50

【図 2 1】本発明の第 1 の実施例に係るマグネチックギアの回転軸方向の垂直断面を示す図である。

【図 2 2】本発明の第 1 の実施例に係るマグネチックギアのポールピースの一例を示す図である。

【図 2 3】本発明の第 2 の実施例に係るマルチプルタイプのマグネチックギアを説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0058】

(第 1 の参考例)

本発明で使用された用語は現在広く使われている一般的なものを選択したが、特定の場
合は出願人が任意に選定した用語もあるので、この場合には、単純な用語の名称でない発
明の詳細な説明部分に記載された意味を考慮して、その意味が把握されなければならない
。

【0059】

以下、添付の図面及び参考例、実施例らを参照して本発明の技術的構成を詳細に説明す
る。

【0060】

しかしながら、本発明は、これらの参考例、実施例に限定されず、他の形態で具体化す
ることもできる。

【0061】

図 4 を参照すると、本発明の第 1 の参考例に係るマグネチックギア 100 は、外側ロー
ター 110、前記外側ローター 110 の内側に前記外側ローター 110 と離隔されて備え
られる内側ローター 120 及び前記外側ローター 110 と前記内側ローター 120 との間
に、前記外側ローター 110 と前記内側ローター 120 にそれぞれ離隔されて備えられる
ポールピースモジュール 130 を含んでなる。

【0062】

なお、前記ポールピースモジュール 130 が固定されている場合、前記外側ローター 1
10 と前記内側ローター 120 は、互いに異なる方向に回転し、前記外側ローター 110
から前記内側ローター 120 に、又は前記内側ローター 120 から前記外側ローター 11
0 に回転力を伝達する。

【0063】

しかしながら、前記外側ローター 110 と前記内側ローター 120 のうち、いずれかの
ローターが固定される場合、前記ポールピースモジュール 130 と固定されていないもう
1 つのローターが回転しながら動力を伝達することができる。

【0064】

この場合、前記ポールピースモジュール 130 と回転するローターの回転方向は同一で
ある。

【0065】

なお、図 4 では、本発明の第 1 の参考例に係るマグネチックギア 100 は、例えば円筒
回転型のマグネチックギアであるが、円板回転型、平板リニア型、円筒リニア型で製作が
可能である（例えば、特許文献 1 の円板回転型、平板リニア型、円筒リニア型の形態を参
照することができる。）。

【0066】

なお、前記外側ローター 110 は、外側回転子 111 と前記外側回転子 111 の内側に
双極子を成し付着される複数の磁石 112 を含み、前記内側ローター 120 は、内側回転
子 121 と前記内側回転子 121 の外側に双極子を成し付着される複数の磁石 122 を含
んでなる。

【0067】

なお、前記ポールピースモジュール 130 は、回転軸 c に対して放射状に互いに離隔さ
れた複数のポールピース 131 を含んでなる。

10

20

30

40

50

【0068】

なお、前記ポールピース131は、磁極片とも言い、磁性体として前記外側ローター110から前記内側ローター120に、又は前記内側ローター120から前記外側ローター110に磁束を伝達する役割をする。

【0069】

なお、前記ポールピース131は、ポールピース131間及びポールピース131と前記ローター110、120の磁石間を互いに離隔されるように維持する支持部材によって固定される。

【0070】

なお、前記ポールピース131の個数は、上述した数4によって決定され、ギア比は、上述した数5の通りである。

10

【0071】

なお、前記ポールピース131と前記外側ローター110の磁石112間には外側空隙a1 (outer air gap) が存在し、前記ポールピース131と前記内側ローター120の磁石122との間には内側空隙a2 (inner air gap) が存在する。

【0072】

なお、このような空隙a1、a2は、磁気回路において抵抗の役割をするものであって、磁束が集中される。

【0073】

以下では、図5を参照して前記ポールピース131の形状を詳細に説明する。

20

【0074】

図5を参照すると、本発明の第1の参考例に係るマグネチックギア100のポールピース131は、回転軸cと平行なバー形状であり、その垂直断面は第1図形131aと第2図形131bが平面上で結合した形状を有する。

【0075】

なお、前記第1図形131aは、曲線の第1弧(arc)131aa、前記第1弧131aaと中心cの位置及び中心角 θ_1 は同一であり、内径d2が前記第1弧131aaの内径d1よりも小さい第2弧131ab、前記第1弧131aaと前記第2弧131abの各一端を連結する線131ac及び前記第1弧131aaと前記第2弧131abの各他端を連結する線131adで囲まれた平面図形である。つまり、前記第2弧131abの内径半径($d_2/2$)は、前記第1弧131aaの内径半径($d_1/2$)よりも小さく、曲率は互いに同一であり、中心cの位置は回転軸cの位置と互いに一致する。

30

【0076】

なお、前記第1弧131aaと前記第2弧131abを連結する線131ac、131adは、前記第1図形131aの中心部に向かって凹んだ曲線(以下、「凹曲線」とする。)であることが望ましい。

【0077】

なお、前記第2図形131bは、前記第2弧131abと中心cの位置及び内径d2は同一であり、中心角 θ_2 は前記第2弧131abの中心角 θ_1 よりも大きい第3弧131ba、前記第3弧131baと中心cの位置及び中心角 θ_2 の大きさは同一であり、内径d3は前記第3弧131baの内径d2よりも小さい第4弧131bb、前記第3弧131baと前記第4弧131bbの各一端を連結する線131bd及び前記第3弧131baと前記第4弧131bbの各他端を連結する線131bcで囲まれた平面図形である。つまり、前記第2弧131abと前記第3弧131baの内径半径 $d_2/2$ は、互いに同一であり、前記第3弧131baの内径半径 $d_2/2$ は、前記第4弧131bbの内径半径 $d_3/2$ よりも大きい。

40

【0078】

なお、前記第3弧131baと前記第4弧131bbの各端を連結する線131bc、131bdは直線であることが望ましい。

50

【0079】

なお、前記第1図形131aと前記第2図形131bは、前記第2弧131abの2等分位置c1と前記第3弧131baの2等分位置c1が互いに重なるように平面上で結合して前記ポールピース131の断面形状をなす。

【0080】

図6～図8は、本発明の第1の参考例に係るマグネチックギアのポールピースの形態を決定する変数を説明するためのものであり、前記ポールピース131の形態を決定する変数は大きく分けて3つがある。

【0081】

まず、図6を参照すると、第1の変数は、前記第3弧131baと前記第4弧131bbにそれぞれ垂直である直線の距離 α （以下「第1垂直距離」とする。）である。

なお、前記第1垂直距離 α は、前記第4弧131bbと前記第1弧131aaに各それぞれ垂直である直線の距離 L_{pr} （以下「第2垂直距離」とする。）の13.5%よりは大きく、23.5%よりは小さい。

【0082】

つまり、前記第1垂直距離 α は、数4を満足するように設計される。

【0083】

次に、図7を参照すると、第2の変数は、前記第4弧131bbの中心角 β である。なお、前記第4弧131bbの中心角 β は、1つのポールピース131を間に置いた2つのポールピース131'、131"の第1弧131'aa、131"aaの向かい合う端部を連結する仮想弧の中心角 β' （以下「基準角」とする。）の40%よりは大きく、50%よりは小さい。

【0084】

つまり、前記第4弧131bbの中心角 β は、数5のように基準角 β' の40%～50%の範囲内の角度で設計される。

【0085】

ここで、 N_p は前記ポールピースの個数である。

【0086】

以下、図8を参照すると、第3の変数は、いずれかの凹曲線131acの両端を連結する仮想線分l1、（以下「第1仮想線分」とする。）の2等分位置c2から垂直方向に前記のいずれかの凹曲線131acまでの長さ γ （以下「凹長さ」とする。）である。

【0087】

なお、前記凹部長さ γ は、前記のいずれかの凹曲線131acの前記第1弧131aa側の一端131ac'から前記第4弧131bbに垂直に連結される仮想線分l2（以下「第2仮想線分」とする。）の2等分位置c3から垂直方向に前記第1弧131aaの2等分位置c4と前記第4弧131bbの2等分位置c5を連結する仮想線分l3（以下「第3仮想線分」とする。）までの長さ γ' （以下「基準長さ」とする。）の30%よりは大きく、40%よりは小さい。

【0088】

つまり、前記凹部長さ γ は、数6のように、前記基準長さ γ' の30%～40%の範囲内で設計される。

【0089】

ここで、 D_{pi} は前記第4弧131bbの内径 d_3 であり、 D_{po} は前記第1弧131aaの内径 d_1 であり、 N_p は前記ポールピース131の個数である。

【0090】

なお、数6で分母は前記基準長さ γ' を意味するものであり、原点cを中心にする直角座標系上で前記第1仮想線分l3をx軸にして点c5及びc4を通る直線と点c3及びc6を通る直線の交点のy軸座標値を計算するための式である。しかしながら、前記基準長さ γ' は様々な方法で計算することができる。

【0091】

10

20

30

40

50

図9は、従来のマグネチックギアと本発明の第1の参考例に係るマグネチックギアの磁束線図を示すものであり、10__fluxは、従来のマグネチックギア10の磁束線図、100__fluxは、本発明のマグネチックギア100の磁束線図を示すものである。

【0092】

なお、本発明のマグネチックギア100は、変数 α を6mm、 β を0.5deg、 γ を1.43mmに決定して設計した。

【0093】

図9を参照すると、従来のマグネチックギア10の磁束線図10__fluxより、本発明のマグネチックギア100の磁束線図100__fluxの密度がより高いことが分かる。

10

【0094】

図10は、従来のマグネチックギア10と本発明の第1の参考例に係るマグネチックギア100の内側空隙a2の磁束密度を比較するためのグラフであり、従来のマグネチックギア10の内側空隙磁束密度(Conventional Model Inner Air gap)は、最大値が1.6Tであるが、本発明のマグネチックギア100の内側空隙磁束密度(Optimal Model Inner Air gap)は、最大値が1.78Tであって、0.16Tが上昇したことを確認した。

【0095】

図11は、従来のマグネチックギア10と本発明の第1の参考例に係るマグネチックギア100の外側空隙の磁束密度を比較するためのグラフであり、従来のマグネチックギア10の外側空隙磁束密度(Conventional Model Outer Air gap)は、最大値が0.79Tであるが、本発明のマグネチックギア100の外側空隙磁束密度(Optimal Model Outer Air gap)は、最大値が0.83Tであって、0.04Tが上昇したことを確認した。

20

【0096】

図12は、従来のマグネチックギア10と本発明の第1の参考例に係るマグネチックギア100の内側ローターのトルクを比較するためのグラフ(トルク-角度曲線)であり、本発明のマグネチックギア100の内側ロータートルク(Inner Torque__Optimal Model)の最大値が18.97Nmであって、従来のマグネチックギア10の内側ロータートルク(Inner Torque__Basic Model)の

30

【0097】

図13は、従来のマグネチックギア10と本発明の第1の参考例に係るマグネチックギア100の外側ローターのトルクを比較するためのグラフであり、本発明の一参考例に係るマグネチックギア100の外側ロータートルク(Outer Torque__Optimal Model)の最大値が196.81Nmであって、従来のマグネチックギア10の外側ロータートルク(Outer Torque__Basic Model)の最大値190.99Nmより5.82Nm増加したことが分かる。

【0098】

図14は、定常状態での従来のマグネチックギア10と本発明の第1の参考例に係るマグネチックギア100の定常状態での内側ローターのトルクを比較するためのグラフであり、本発明のマグネチックギア100のトルク波形は18.6939Nmであって、従来のマグネチックギア10のトルク波形18.16Nmより増加したことが分かり、トルクリップルの場合、3.75%から0.90%に低減されてトルクリップルも非常に優れたことを確認した。

40

【0099】

図15は、定常状態での従来のマグネチックギア10と本発明の第1の参考例に係るマグネチックギア100の外側ローターのトルクを比較するためのグラフであり、本発明のマグネチックギア100のトルク波形は196.07Nmであって、従来のマグネチックギア10のトルク波形190.52Nmより増加したことが分かり、トルクリップルの場

50

合、0.06%から0.11%に小幅増加したが、内側ローターのトルクリップルを含んだ全体的なトルクリップルは低減したことが分かる。

【0100】

これは、市販の電動機のリップル率が5%以下であることを勘案すれば非常に小さいリップル率を有していることが分かる。

【0101】

(第2の参考例)

図16は、本発明の第2の参考例に係るマルチプルタイプのマグネチックギアを説明するための図である。

【0102】

図16を参照すると、本発明の第2の参考例に係るマルチプルタイプのマグネチックギア200は、本発明の第1の参考例に係るマグネチックギア100が複数直結連結された形態である。

【0103】

なお、図16では、2つのマグネチックギア100、100'が直結されたデュアルタイプのマグネチックギアを示したが、3つ以上のマグネチックギアを直結して構成することができる。

【0104】

なお、デュアルタイプの場合、第1マグネチックギア100の出力側110aが第2マグネチックギア110'の入力側130'aに連結される。なお、前記第1マグネチックギア100から前記第2マグネチックギア100'に動力が伝達される場合には減速機として、前記第2マグネチックギア100'から前記第1マグネチックギア100に動力が伝達される場合には加速器として作動する。

【0105】

なお、前記第1マグネチックギア100の内側ローター130と外側ローター110のギア比が1:10であり、前記第2マグネチックギア100'の内側ローター130'と外側ローター110'のギア比が1:10である場合、全体ギア比は1:100となり、トルク比も1:100となる。

【0106】

つまり、従来のマグネチックギア10を1:100のトルク比を有するように設計しようとする場合、外側ローターの双極子の数が内側ローターの双極子の数より100倍多くなければならないので、大型化を避けることができないが、本発明のマルチプルタイプのマグネチックギア200は、2つのマグネチックギアを用いて小型で且つ高トルク比を実現できるという利点がある。

【0107】

(第3の参考例)

図17は、本発明の第3の参考例に係るマルチレイヤータイプのマグネチックギアを説明するための図であり、図18は、本発明の第3の参考例に係るマルチレイヤータイプのマグネチックギアの断面を示す図である。

【0108】

図17及び図18を参照すると、本発明の第3の参考例に係るマルチプルタイプのマグネチックギア300は、本発明の第1の参考例に係るマグネチックギア100に内部ポールピースモジュール310及び中間ローター320を含んで構成される。なお、前記内部ポールピースモジュール310と前記中間ローター320の個数には制限がなく、所望のギア比に応じて設計者が任意の個数で構成することができる。但し、前記内部ポールピースモジュール310と前記中間ローター320は、一対で互いに個数が同一でなければならない。

【0109】

なお、前記内部ポールピースモジュール310は、前記マグネチックギア100の内側ローター120の外側に離隔されて備えられ、複数の内部ポールピース311を有する。

10

20

30

40

50

【0110】

なお、前記内部ポールピース311の形態も前記ポールピース131の断面と同一に変数 α 、 β 、 γ を限定して設計することができる。

【0111】

なお、前記中間ローター320は、前記内部ポールピースモジュール310と前記ポールピースモジュール130の間で前記内部ポールピースモジュール310及び前記ポールピースモジュール130とそれぞれ離隔されて備えられる。

【0112】

つまり、本発明の第3の参考例に係るマルチプルタイプのマグネチックギア200は、前記内側ローター120が回転すると、前記内部ポールピースモジュール311が前記中間ローター320に磁束を伝達し、前記中間ローター320の磁束は、前記ポールピースモジュール130により前記外側ローター110に伝達されて回転する形態である。

10

【0113】

なお、前記内側ローター120から前記外側ローター110に向かって駆動力が伝達される場合には加速器として、前記外側ローター110から前記内側ローター120に向かって駆動力が伝達される場合には減速機として作動する。

【0114】

したがって、本発明の第3の参考例に係るマルチプルタイプのマグネチックギア200によると、従来のマグネチックギア10が実現しようとするギア比を外側ローター110、中間ローター320及び内側ローター120が分担するため、従来のマグネチックギア10よりも磁石の極数比を少なくしながらも、所望のギア比を実現できる利点がある。

20

【0115】

(第1の実施例)

図19及び図20を参照すると、本発明の第1の実施例に係るマグネチックギア100は、入力側ローター110、前記入力側ローター110の回転軸cの延長線上に前記入力側ローター110と離隔されて備えられる出力側ローター120、前記入力側ローター110と前記出力側ローター120の外側を囲むポールピースモジュール130を含んでなる。なお、前記入力側ローター110は、入力側回転子111と前記入力側回転子111の外側に回転軸cを中心に放射状に取り付けられる磁石112を含んで構成される。

30

【0116】

なお、前記出力側ローター120は、出力側回転子121と前記出力側回転子121の外側に回転軸cを中心に放射状に取り付けられる磁石122を含む。

【0117】

なお、前記マグネチックギア100のギア比は、前記の数5のように、前記入力側ローター110と前記出力側ローター120の双極子数の比で決定される。

【0118】

なお、前記ポールピースモジュール130は、前記入力側ローター110と前記出力側ローター120の外側で前記入力側ローター110と前記出力側ローター120を共に囲み、回転軸cに対して放射状に位置する複数のポールピース131を含む。

40

【0119】

つまり、前記入力側ローター110と前記出力側ローター120は、前記ポールピースモジュール130の内側に共に位置する。

【0120】

なお、前記ポールピースモジュール130は、前記入力側ローター110及び前記出力側ローター120とそれぞれ離隔されて位置する。

【0121】

なお、前記ポールピースモジュール130は、前記入力側ローター110の回転によって発生する磁力を前記出力側ローター120に伝達して前記出力側ローター120が回転するようにする役割をする。

【0122】

50

なお、前記ボールピース 131 の個数は前記の数 4 を満足する。

【0123】

なお、図 19 及び図 20 では、本発明の第 1 の実施例に係るマグネチックギア 100 が円筒回転型のマグネチックギアであるが、円板回転型、平板リニア型、円筒リニア型で製作が可能である（例えば、特許文献 1 の円板回転型、平板リニア型、円筒リニア型の形態を参照することができる。）。

【0124】

なお、図 21 を参照すると、本発明の第 1 の実施例に係るマグネチックギア 100 は、前記ボールピース 131 を放射状の形態で維持するためのボールピースモジュール支持部材 132 と前記ローター 110、120 の回転軸を支持するための複数のベアリング 140、150、160 をさらに含んで構成される。

【0125】

なお、前記ボールピースモジュール支持部材 132 は、前記ボールピース 131 を放射状の位置に支持する役割をし、前記ボールピース 131 と共に前記ボールピースモジュール 130 を構成する。

【0126】

つまり、前記ボールピースモジュール 130 は、前記ローター 110、120 の外部でハウジングの役割を兼ねることができる。

【0127】

なお、前記ベアリング 140、150、160 は、外輪は前記ボールピースモジュール支持部材 132 の一側内部に固定され、内輪は前記入力側ローター 110 の入力軸 113 に固定される入力軸支持ベアリング 140、外輪は前記ボールピースモジュール支持部材 132 の他側内部に固定され、内輪は前記出力側ローター 120 の出力軸 123 に固定され、前記出力側ローター 120 が前記ボールピースモジュール 130 から離隔されたまま回転するようにする出力軸支持ベアリング 150 及び前記入力側ローター 110 の出力軸 114 と前記出力側ローター 120 の入力軸 124 が回転軸 c 上で支持されるように連結し、前記入力側ローター 110 の出力軸 114 と前記出力側ローター 120 の入力軸 124 が互いに摺動しながら回転させるローター連結ベアリング 160 を含む。

【0128】

なお、前記出力軸支持ベアリング 150 と前記入力軸支持ベアリング 140 は、それぞれ回転軸 c に垂直に作用する荷重を受けるラジアルベアリング（radial bearing）として備えられ、前記ローター連結ベアリング 160 は、回転軸 c と平行な推力を受けるスラストベアリング（thrust bearing）として備えられる。

【0129】

つまり、本発明の第 1 の実施例に係るマグネチックギア 100 は、従来のマグネチックギア 10 と比較して 3 つのベアリングだけが要求されるため、ベアリングの摩擦によるトルク伝達率の減少を減らすことができる利点がある。

【0130】

なお、本発明の第 1 の実施例に係るマグネチックギア 100 は、従来のマグネチックギア 10 と比較して、前記ローター 110、120 と前記ボールピースモジュール 130 との間に 1 つの空隙 a4 のみが必要であるので、構成が非常に簡単で製作が容易であり、製作コストを低減することができ、空隙の大きさの制御が容易である利点がある。

【0131】

図 22 は、本発明の第 1 の実施例に係るマグネチックギア 100 のボールピース 130 の断面の一例を示し、従来のマグネチックギア 10 のボールピース 13a と比較して空隙に磁束を集中できる形態で製作される。

【0132】

なお、本発明の第 1 の実施例に係るマグネチックギア 100 のボールピース 130 は、図 5～図 8 で示した本発明の第 1 の参考例に係るボールピース 130 の形態と実質的に同じ形状を有することができる。

【0133】

(第2の実施例)

図23は、本発明の第2の実施例に係るマルチプルタイプのマグネチックギアを説明するための図である。

【0134】

図23を参照すると、本発明の第2の実施例に係るマルチプルタイプのマグネチックギア200は、本発明の第1の実施例に係るマグネチックギア100が複数直結連結された形態である。

【0135】

なお、図23では、2つのマグネチックギア100、100'が直結されたデュアルタイプのマグネチックギアを示したが、3つ以上のマグネチックギアを直結して構成することもできる。

【0136】

なお、デュアルタイプの場合、第1マグネチックギア100の出力軸123が第2マグネチックギア110'の入力軸113'に連結される。

【0137】

なお、前記第1マグネチックギア100から前記第2マグネチックギア100'に動力が伝達される場合には減速機として、前記第2マグネチックギア100'から前記第1マグネチックギア100に動力が伝達される場合には加速器として作動する。

【0138】

なお、前記第1マグネチックギア100の入力側ローター110と出力側ローター120のギア比が1:10であり、前記第2マグネチックギア100'の入力側ローター110'と出力側ローター120'のギア比が1:10である場合、全体ギア比は1:100となり、トルク比も1:100となる。

【0139】

つまり、従来のマグネチックギア10を1:100のトルク比を有するように設計しようとする場合、外側ローターの双極子の数が内側ローターの双極子の数より100倍多くなければならないので、大型化を避けることができないが、本発明のマルチプルタイプのマグネチックギア200は、2つのマグネチックギアを用いて小型で且つ高トルク比を実現できるという利点がある。

【産業上の利用可能性】

【0140】

本発明のマグネチックギアは、車両、工作機械、工場設備などの非接触式回転動力が必要な様々な分野への適用が可能である。

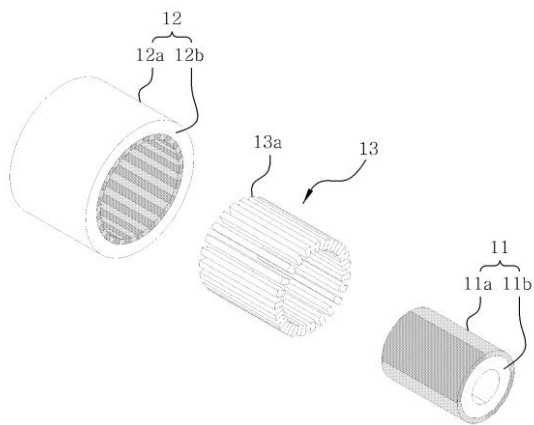
10

20

30

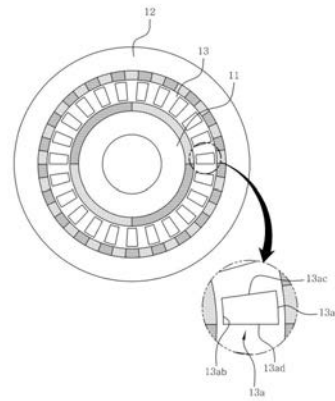
【図 1】

10

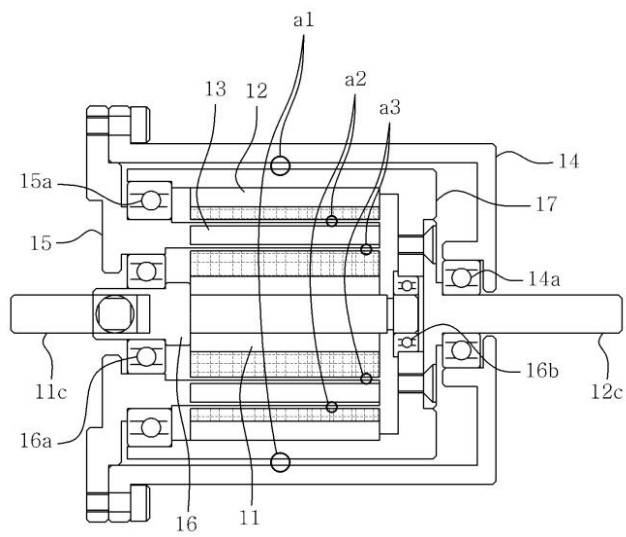


【図 2】

10a

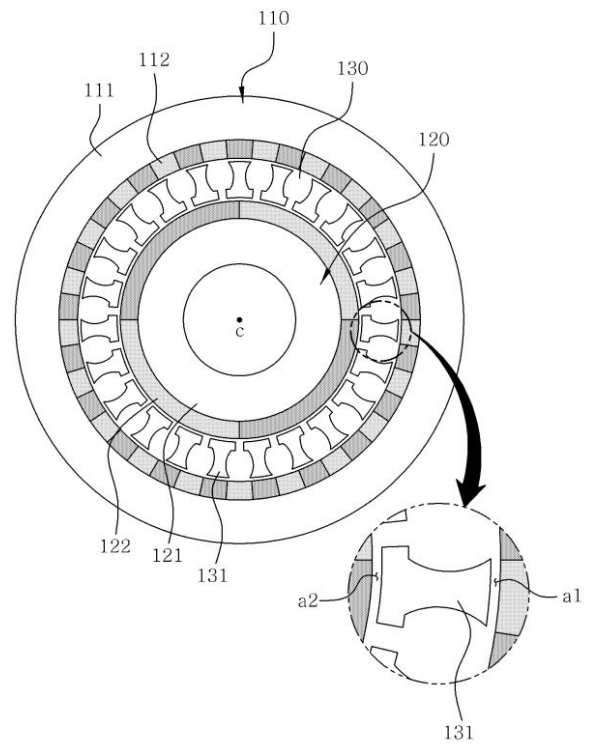


【図 3】

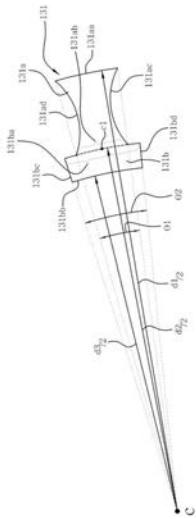


【図 4】

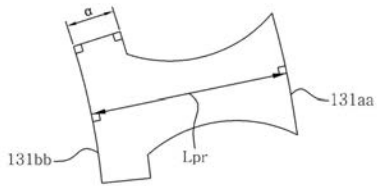
100



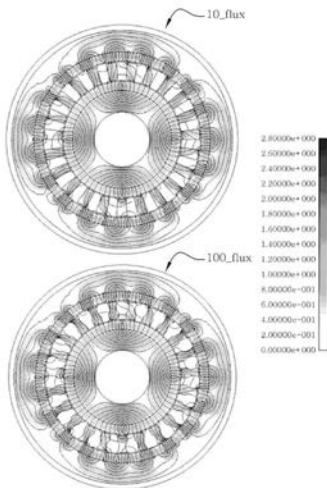
【図 5】



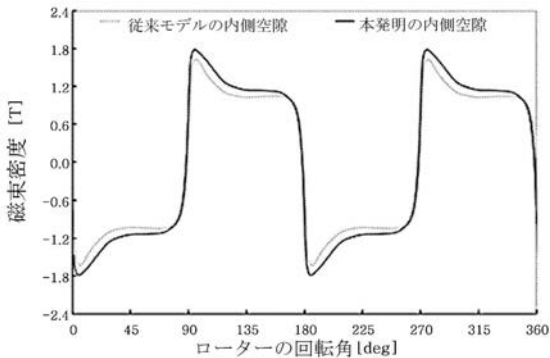
【図 6】



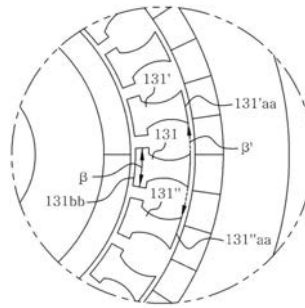
【図 9】



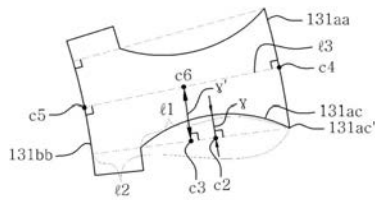
【図 10】



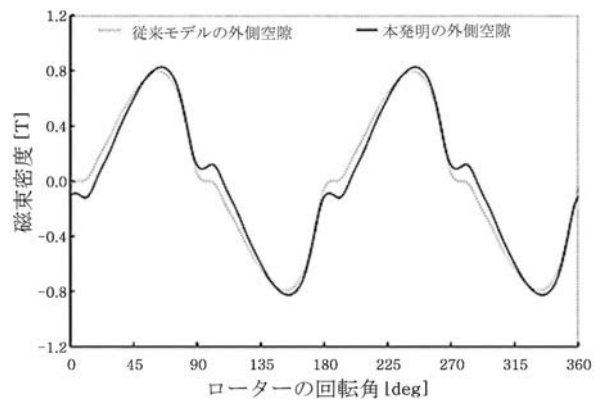
【図 7】



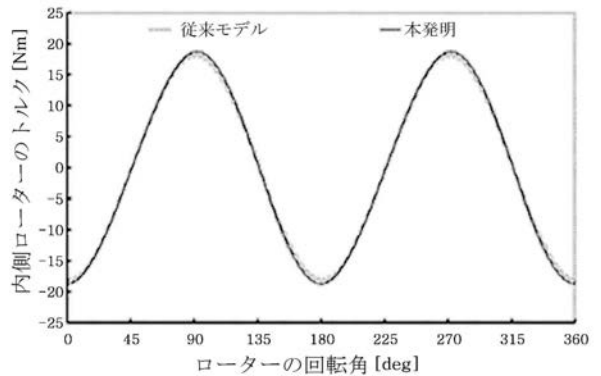
【図 8】



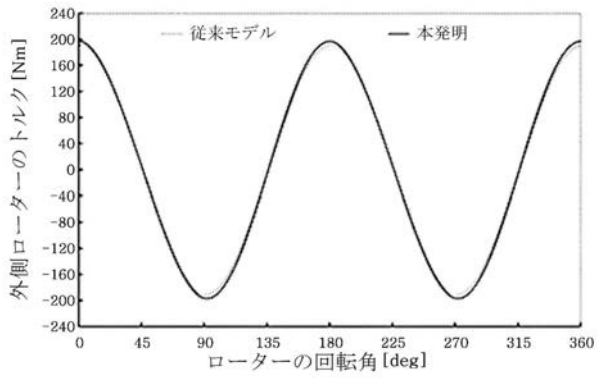
【図 11】



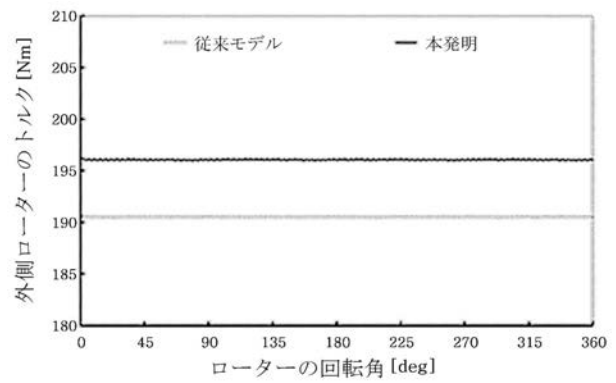
【図 12】



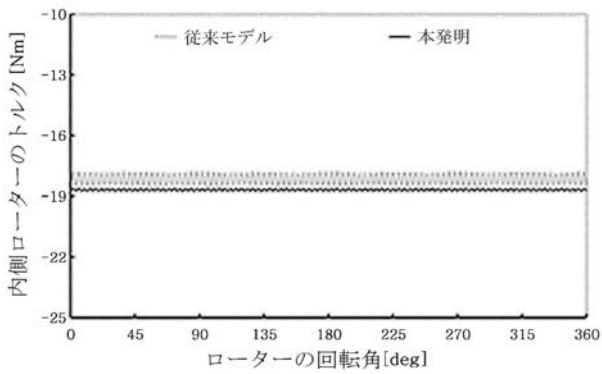
【図 1 3】



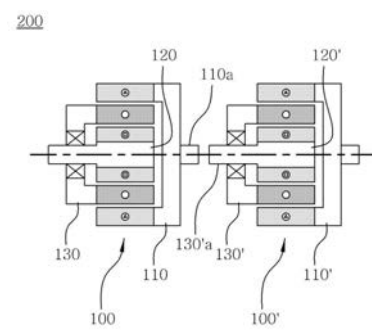
【図 1 5】



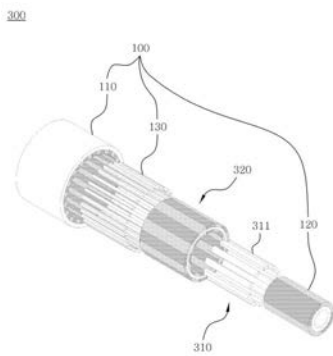
【図 1 4】



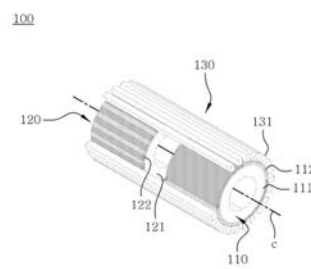
【図 1 6】



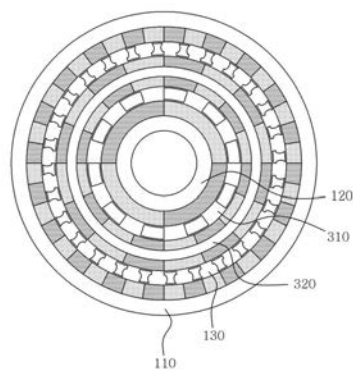
【図 1 7】



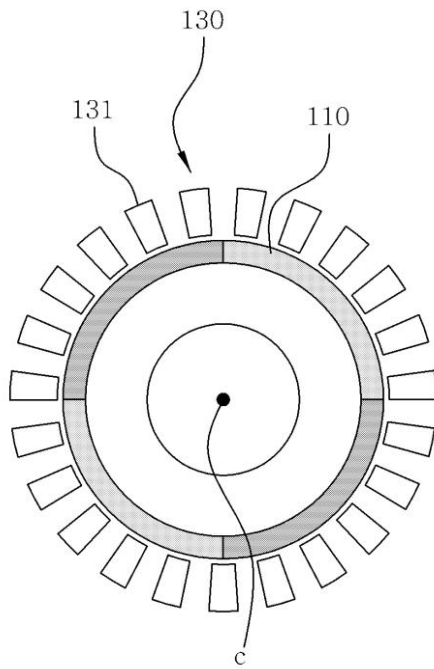
【図 1 9】



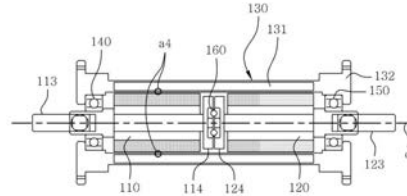
【図 1 8】



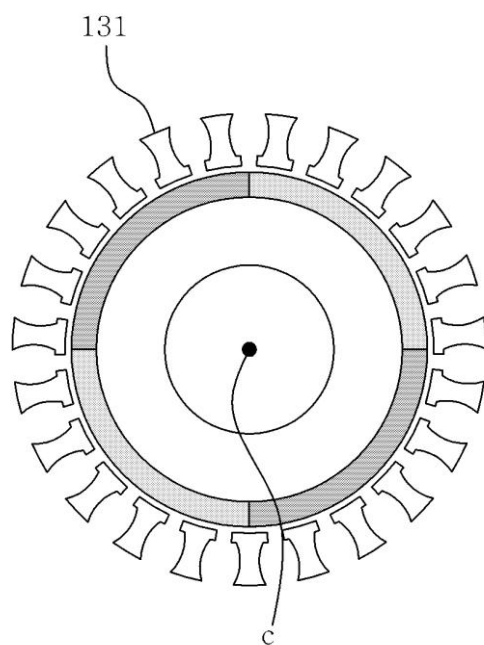
【図 20】



【図 21】

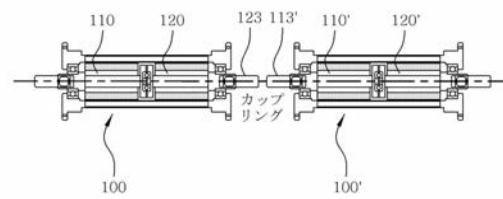


【図 22】



【図 23】

200



フロントページの続き

(74)代理人 100091683

弁理士 ▲吉▼川 俊雄

(72)発明者 キム, ヨン ジェ

大韓民国 6 1 2 5 3 グァンジュ, ブクーク, チョンビョンウーロ 7 9 ボンーギル, 2 5, 2
0 2 - 9 0 1

(72)発明者 キム, ソン ジン

大韓民国 6 1 9 7 2 グァンジュ, ソーグ, ネバンーロ 2 9 2 ボンーギル, 9 - 3

(72)発明者 パク, ウィ ジョン

大韓民国 6 1 6 6 8 グァンジュ, ナムーグ, ヨンーデロ 1 7 1 ボンーギル, 7, 7 - 1 0 8

Fターム(参考) 5H649 BB02 GG08 GG16 HH08 HH16 JK02