

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6280762号
(P6280762)

(45) 発行日 平成30年2月14日(2018.2.14)

(24) 登録日 平成30年1月26日(2018.1.26)

(51) Int. Cl.		F I			
HO2K	1/24	(2006.01)	HO2K	1/24	B
HO2K	1/14	(2006.01)	HO2K	1/14	C
HO2K	1/22	(2006.01)	HO2K	1/22	A
HO2K	21/14	(2006.01)	HO2K	21/14	M

請求項の数 4 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-26843 (P2014-26843)	(73) 特許権者	000101352 アスモ株式会社
(22) 出願日	平成26年2月14日(2014.2.14)		静岡県湖西市梅田390番地
(65) 公開番号	特開2015-154614 (P2015-154614A)	(74) 代理人	100105957 弁理士 恩田 誠
(43) 公開日	平成27年8月24日(2015.8.24)	(74) 代理人	100068755 弁理士 恩田 博宣
審査請求日	平成29年1月23日(2017.1.23)	(72) 発明者	竹本 佳朗 静岡県湖西市梅田390番地 アスモ 株 式会社 内
		(72) 発明者	森本 祐介 静岡県湖西市梅田390番地 アスモ 株 式会社 内
		審査官	森山 拓哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチランデル型モータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

周方向に複数の爪状磁極を有する第1及び第2ロータコアと、第1及び第2ロータコア間に配置され軸方向に磁化された永久磁石とを有するロータユニットと、

周方向に複数の爪状磁極を有する第1及び第2ステータコアと、第1及び第2ステータコア間に配置され周方向に巻回された巻線とを有するステータユニットとからなる単一モータ部が、軸方向に第1段、第2段及び第3段の順で3段に配列されて構成され、

第2段の単一モータ部における前記ロータユニット及び前記ステータユニットの少なくとも前記ステータユニットにおいて、複数の前記爪状磁極が周方向において不等間隔に設けられており、

第1段～第3段のそれぞれの前記ステータユニットにおいて爪状磁極を周方向等間隔に配置し、且つ、第1段と第2段のステータユニットとの間、及び第2段と第3段のステータユニットとの間でそれぞれ同一角度だけ位相をずらした構成を基準構成とし、

第2段の前記ステータユニットの爪状磁極は、前記基準構成に対して、第1段及び第3段の前記ステータユニットの爪状磁極との周方向の重なり幅が広がるように不等間隔化されていることを特徴とするマルチランデル型モータ。

【請求項2】

周方向に複数の爪状磁極を有する第1及び第2ロータコアと、第1及び第2ロータコア間に配置され軸方向に磁化された永久磁石とを有するロータユニットと、

10

20

周方向に複数の爪状磁極を有する第1及び第2ステータコアと、第1及び第2ステータコア間に配置され周方向に巻回された巻線とを有するステータユニットと
からなる単一モータ部が、軸方向に第1段、第2段及び第3段の順で3段に配列されて構成され、

第2段の単一モータ部における前記ロータユニット及び前記ステータユニットの少なくとも前記ロータユニットにおいて、複数の前記爪状磁極が周方向において不等間隔に設けられており、

第1段～第3段のそれぞれの前記ロータユニットにおいて前記爪状磁極を周方向等間隔に配置し、且つ、第1段と第2段のロータユニットとの間、及び第2段と第3段のロータユニットとの間でそれぞれ同一角度だけ位相をずらした構成を基準構成とし、

第2段の前記ロータユニットの爪状磁極は、第1段及び第3段の前記ロータユニットの爪状磁極との周方向の重なり幅が狭くなるように不等間隔化されていることを特徴とするマルチランデル型モータ。

【請求項3】

請求項1又は2に記載のマルチランデル型モータにおいて、

各段の前記単一モータ部における前記ロータユニットの爪状磁極は、前記第1ロータコアに周方向等間隔に設けられた第1ロータ側爪状磁極と、前記第2ロータコアに周方向等間隔に設けられた第2ロータ側爪状磁極とからなり、

第1段及び第3段の単一モータ部においては、前記第1ロータ側爪状磁極と前記第2ロータ側爪状磁極とが周方向等間隔に交互に配置されるように前記第1及び第2ロータコア

が組み付けられ、
第2段の単一モータ部においては、前記第1ロータ側爪状磁極と前記第2ロータ側爪状磁極とが互いに周方向不等間隔に交互に配置されるように前記第1及び第2ロータコアが組み付けられていることを特徴とするマルチランデル型モータ。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか1項に記載のマルチランデル型モータにおいて、

各段の前記単一モータ部における前記ステータユニットの爪状磁極は、前記第1ステータコアに周方向等間隔に設けられた第1ステータ側爪状磁極と、前記第2ステータコアに周方向等間隔に設けられた第2ステータ側爪状磁極とからなり、

第1段及び第3段の単一モータ部においては、前記第1ステータ側爪状磁極と前記第2ステータ側爪状磁極とが周方向等間隔に交互に配置されるように前記第1及び第2ステータコアが組み付けられ、

第2段の単一モータ部においては、前記第1ステータ側爪状磁極と前記第2ステータ側爪状磁極とが互いに周方向不等間隔に交互に配置されるように前記第1及び第2ステータコアが組み付けられていることを特徴とするマルチランデル型モータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マルチランデル型モータに関するものである。

【背景技術】

【0002】

モータにおいて、周方向に複数の爪状磁極を有するロータコアと、ロータコア内に内包された永久磁石とによって構成され、それら各爪状磁極が交互に異なる磁極として機能するランデル型ロータを備えたランデル型モータが知られている。さらに、特許文献1には、ランデル型ロータに加えて、周方向に複数の爪状磁極を有するステータコアと、ステータコアに内包された環状巻線とによって構成され、それら各爪状磁極が交互に異なる磁極として機能するランデル型ステータを備えたランデル型モータが提案されている。このランデル型モータは、ロータ及びステータが共にランデル型で構成されていることから、マルチランデル型モータとも言われている。

【0003】

10

20

30

40

50

マルチランデル型モータは、爪状磁極の数を変えることで容易に磁極数を変更できるため、多極化し易い特徴を有している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2013-226026号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記のようなマルチランデル型モータでは、ロータコアやステータコアの構成（特に爪状磁極の構成）がモータ性能（トルク）に対してどのような影響を与えるかが明確化されておらず、ステータへの給電及びロータの永久磁石を同一とした条件下においてもモータ性能を異ならせることが望まれている。

【0006】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、その目的は、ステータへの給電及びロータの永久磁石を変更することなく、モータ性能を異ならせることができるマルチランデル型モータを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するマルチランデル型モータは、周方向に複数の爪状磁極を有する第1及び第2ロータコアと、第1及び第2ロータコア間に配置され軸方向に磁化された永久磁石とを有するロータユニットと、周方向に複数の爪状磁極を有する第1及び第2ステータコアと、第1及び第2ステータコア間に配置され周方向に巻回された巻線とを有するステータユニットとからなる単一モータ部が、軸方向に第1段、第2段及び第3段の順で3段に配列されて構成され、第2段の単一モータ部における前記ロータユニット及び前記ステータユニットの少なくとも前記ステータユニットにおいて、複数の前記爪状磁極が周方向において不等間隔に設けられており、第1段～第3段のそれぞれの前記ステータユニットにおいて爪状磁極を周方向等間隔に配置し、且つ、第1段と第2段のステータユニットとの間、及び第2段と第3段のステータユニットとの間でそれぞれ同一角度だけ位相をずらした構成を基準構成とし、第2段の前記ステータユニットの爪状磁極は、前記基準構成に対して、第1段及び第3段の前記ステータユニットの爪状磁極との周方向の重なり幅が広くなるように不等間隔化されている。

【0008】

この構成によれば、ロータ側及びステータ側の少なくともステータユニットの爪状磁極の周方向における配置を種々変更することで、巻線への給電及び永久磁石を変更することなく、モータ性能（トルク）を異ならせることができる（図17参照）。これにより、ロータコア及びステータコアの少なくともステータユニットの簡単な形状変更だけで、様々な仕様のマルチランデル型モータを得ることができる。

【0010】

この構成によれば、第2段のステータユニットの爪状磁極を、第1段及び第3段のステータユニットの爪状磁極との周方向の重なり幅が広くなるように不等間隔化することで、ロータ側の爪状磁極の配置によらずモータ性能を向上させることができる（図17参照）。

【0011】

上記課題を解決するマルチランデル型モータは、周方向に複数の爪状磁極を有する第1及び第2ロータコアと、第1及び第2ロータコア間に配置され軸方向に磁化された永久磁石とを有するロータユニットと、周方向に複数の爪状磁極を有する第1及び第2ステータコアと、第1及び第2ステータコア間に配置され周方向に巻回された巻線とを有するステータユニットとからなる単一モータ部が、軸方向に第1段、第2段及び第3段の順で3段に配列されて構成され、第2段の単一モータ部における前記ロータユニット及び前記ステ

10

20

30

40

50

ータユニットの少なくとも前記ロータユニットにおいて、複数の前記爪状磁極が周方向において不等間隔に設けられており、第1段～第3段のそれぞれの前記ロータユニットにおいて前記爪状磁極を周方向等間隔に配置し、且つ、第1段と第2段のロータユニットとの間、及び第2段と第3段のロータユニットとの間でそれぞれ同一角度だけ位相をずらした構成を基準構成とし、第2段の前記ロータユニットの爪状磁極は、第1段及び第3段の前記ロータユニットの爪状磁極との周方向の重なり幅が狭くなるように不等間隔化されている。

この構成によれば、ロータ側及びステータ側の少なくともロータユニットの爪状磁極の周方向における配置を種々変更することで、巻線への給電及び永久磁石を変更することなく、モータ性能（トルク）を異ならせることができる（図17参照）。これにより、ロータコア及びステータコアの少なくともロータユニットの簡単な形状変更だけで、様々な仕様のマルチランデル型モータを得ることができる。

10

【0012】

この構成によれば、第2段のロータユニットの爪状磁極を、第1段及び第3段のロータユニットの爪状磁極との周方向の重なり幅が狭くなるように不等間隔化することで、モータ性能を向上させることができる（図17参照）。特に、ステータ側において、第2段のステータユニットの爪状磁極を、第1段及び第3段のステータユニットの爪状磁極との周方向の重なり幅が広くなるように不等間隔化した構成と組み合わせれば、より一層の高トルク化を図ることができる。

20

【0013】

上記マルチランデル型モータにおいて、各段の前記単一モータ部における前記ロータユニットの爪状磁極は、前記第1ロータコアに周方向等間隔に設けられた第1ロータ側爪状磁極と、前記第2ロータコアに周方向等間隔に設けられた第2ロータ側爪状磁極とからなり、第1段及び第3段の単一モータ部においては、前記第1ロータ側爪状磁極と前記第2ロータ側爪状磁極とが周方向等間隔に交互に配置されるように前記第1及び第2ロータコアが組み付けられ、第2段の単一モータ部においては、前記第1ロータ側爪状磁極と前記第2ロータ側爪状磁極とが互いに周方向不等間隔に交互に配置されるように前記第1及び第2ロータコアが組み付けられていることが好ましい。

【0014】

この構成によれば、各ロータコアを同一形状として部品管理の簡素化を図りつつも、第2段のロータユニットの爪状磁極を不等間隔化することが可能となる。

30

上記マルチランデル型モータにおいて、各段の前記単一モータ部における前記ステータユニットの爪状磁極は、前記第1ステータコアに周方向等間隔に設けられた第1ステータ側爪状磁極と、前記第2ステータコアに周方向等間隔に設けられた第2ステータ側爪状磁極とからなり、第1段及び第3段の単一モータ部においては、前記第1ステータ側爪状磁極と前記第2ステータ側爪状磁極とが周方向等間隔に交互に配置されるように前記第1及び第2ステータコアが組み付けられ、第2段の単一モータ部においては、前記第1ステータ側爪状磁極と前記第2ステータ側爪状磁極とが互いに周方向不等間隔に交互に配置されるように前記第1及び第2ステータコアが組み付けられていることが好ましい。

40

【0015】

この構成によれば、各ステータコアを同一形状として部品管理の簡素化を図りつつも、第2段のステータユニットの爪状磁極を不等間隔化することが可能となる。

【発明の効果】

【0016】

本発明のマルチランデル型モータによれば、ステータへの給電及びロータの永久磁石を変更することなく、モータ性能を異ならせることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】実施形態のモータの斜視図である。

50

【図 2】同形態のロータの斜視図である。

【図 3】同形態のロータユニットの分解斜視図である。

【図 4】同形態における U 相及び W 相ロータユニットの斜視図である。

【図 5】同形態における V 相ロータユニットの斜視図である。

【図 6】同形態の第 1 及び第 2 ロータ側爪状磁極の位置関係を説明するための模式図である。

【図 7】基準構成の第 1 及び第 2 ロータ側爪状磁極の位置関係を説明するための模式図である。

【図 8】同形態のステータの断面斜視図である。

【図 9】同形態のステータユニットの分解斜視図である。

10

【図 10】同形態における U 相及び W 相ステータユニットの斜視図である。

【図 11】同形態における V 相ステータユニットの斜視図である。

【図 12】同形態の第 1 及び第 2 ステータ側爪状磁極の位置関係を説明するための模式図である。

【図 13】基準構成の第 1 及び第 2 ステータ側爪状磁極の位置関係を説明するための模式図である。

【図 14】同形態と基準構成とにおける平均トルクの比較を示すグラフである。

【図 15】別例の第 1 及び第 2 ロータ側爪状磁極の位置関係を説明するための模式図である。

【図 16】別例の第 1 及び第 2 ステータ側爪状磁極の位置関係を説明するための模式図である。

20

【図 17】爪状磁極の配置が異なる各種パターンにおける平均トルクを示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、マルチランデル型モータの一実施形態について説明する。

図 1 に示すように、本実施形態のモータ 10 は、回転軸 11 を有するロータ 12 と、ロータ 12 の外側に配置されモータハウジング（図示略）に固着された環状のステータ 13 とを備えている。

【0019】

30

モータ 10 は、軸方向に積層された 3 段の単一モータ部から構成されており、それら 3 段の単一モータ部は、図 1 において上から U 相モータ部 M_u 、V 相モータ部 M_v 、W 相モータ部 M_w の順に構成されている。

【0020】

図 2 及び図 8 に示すように、3 つのモータ部 M_u 、 M_v 、 M_w はそれぞれ、ロータユニット（U 相ロータユニット R_u 、V 相ロータユニット R_v 及び W 相ロータユニット R_w ）と、ステータユニット（U 相ステータユニット S_u 、V 相ステータユニット S_v 、W 相ステータユニット S_w ）とを備えている。そして、各相のロータユニット R_u 、 R_v 、 R_w がロータ 12 を構成し、各相のステータユニット S_u 、 S_v 、 S_w がステータ 13 を構成している。

40

【0021】

[ロータの構成]

図 2 に示すように、ロータ 12 を構成する 3 相のロータユニット R_u 、 R_v 、 R_w は、軸方向に順に積層されている。各ロータユニット R_u 、 R_v 、 R_w は互いに略同様の構成を有し、第 1 及び第 2 ロータコア 21、22 と、それら第 1 及び第 2 ロータコア 21、22 に挟まれた界磁磁石 23 とから構成されている。

【0022】

図 2 及び図 3 に示すように、第 1 ロータコア 21 は、回転軸 11 が挿通固定された貫通穴 24 a を径中心部に備える円盤状の第 1 ロータコアベース 24 を有している。第 1 ロータコアベース 24 の外周縁には、6 個の第 1 ロータ側爪状磁極 25 が互いに等間隔（60

50

度間隔)に設けられている。

【0023】

第1ロータ側爪状磁極25は、第1ロータコアベース24の外周縁から径方向外側に延びる径方向延出部25aと、その径方向延出部25aの先端部(径方向外側端部)から軸方向一方に突出する第1磁極部25bとを一体に有している。なお、第1ロータ側爪状磁極25は、径方向延出部25aに対して第1磁極部25bを直角に屈曲することで成形してもよく、また、鑄造によって径方向延出部25aと第1磁極部25bとを一体に成形してもよい。

【0024】

径方向延出部25aは、軸方向から見て、径方向外側に向かうほど幅狭になる台形状に形成されている。また、第1磁極部25bは、径方向から見て、先端に向かうほど幅狭になる台形状に形成されている。そして、径方向延出部25aと第1磁極部25bからなる第1ロータ側爪状磁極25の周方向側面は、共に平坦面であって、径方向外側に向かうほど互いに近づくように形成されている。また、第1ロータ側爪状磁極25は、その周方向中心に対して線対称をなしている。

10

【0025】

図3に示すように、第2ロータコア22は、第1ロータコア21と同一形状をなし、第2ロータコアベース26と第2ロータ側爪状磁極27とを有している。第2ロータコアベース26(貫通穴26a)及び第2ロータ側爪状磁極27(径方向延出部27a及び第2磁極部27b)はそれぞれ、第1ロータコアベース24(貫通穴24a)及び第1ロータ側爪状磁極25(径方向延出部25a及び第1磁極部25b)と同一形状をなしている。

20

【0026】

図2に示すように、第1ロータコア21と第2ロータコア22とは、それらの磁極部25b, 27bの先端が互いに反対方向を向くように組み付けられ、各第1磁極部25bの周方向間に各第2磁極部27bが配置される。つまり、第1磁極部25bと第2磁極部27bとは、組み付け状態において周方向に交互に並んでいる。

【0027】

なお、第1磁極部25bの軸方向長さは、該第1磁極部25bの先端面が第2ロータコアベース26の対向面26b(軸方向内側面)と同位置となるように設定されている。同様に、第2磁極部27bの軸方向長さは、該第2磁極部27bの先端面が第1ロータコアベース24の対向面24b(軸方向内側面)と同位置となるように設定されている。

30

【0028】

また、第1及び第2ロータコア21, 22の組み付け状態において、第1及び第2ロータコアベース24, 26は互いに平行をなし、それらの間に界磁磁石23が配置されている。

【0029】

図3に示すように、界磁磁石23は、例えばフェライト磁石よりなる円板状の永久磁石である。界磁磁石23の中央位置には、回転軸11が挿通される貫通穴23aが形成されている。そして、界磁磁石23の一方の端面23bが、第1ロータコアベース24の対向面24bと、界磁磁石23の他方の端面23cが、第2ロータコアベース26の対向面26bとそれぞれ当接し、界磁磁石23は第1ロータコアベース24と第2ロータコアベース26との間に軸方向に挟持固定される。なお、界磁磁石23の外径は、各コアベース24, 26の外径と一致するように設定されている。

40

【0030】

そして、界磁磁石23は、第1ロータコアベース24側がN極、第2ロータコアベース26側がS極となるように軸方向に磁化されている。従って、この界磁磁石23によって、第1ロータコア21の各第1ロータ側爪状磁極25はN極(第1の磁極)として機能し、第2ロータコア22の各第2ロータ側爪状磁極27はS極(第2の磁極)として機能する(図4参照)。

【0031】

50

上記のように界磁磁石 2 3 を用いた所謂ランデル型構造とされた各ロータユニット R u , R v , R w は、N 極となる第 1 ロータ側爪状磁極 2 5 と、S 極となる第 2 ロータ側爪状磁極 2 7 とが周方向に交互に配置され磁極数が 1 2 極（極数対が 6 個）で構成される。

【 0 0 3 2 】

ここで、本実施形態では、上下段の U 相及び W 相ロータユニット R u , R w と、中段の V 相ロータユニット R v とでは、第 1 及び第 2 ロータコア 2 1 , 2 2 の組付態様が異なっている。

【 0 0 3 3 】

詳述すると、図 2 及び図 4 に示すように、上下段の U 相及び W 相ロータユニット R u , R w は互いに同形状をなしている。U 相及び W 相ロータユニット R u , R w では、第 1 ロータ側爪状磁極 2 5 の第 1 磁極部 2 5 b と第 2 ロータ側爪状磁極 2 7 の第 2 磁極部 2 7 b とが周方向等間隔（30 度間隔）に配置されるように、第 1 及び第 2 ロータコア 2 1 , 2 2 が組み付けられている。

【 0 0 3 4 】

一方、図 2 及び図 5 に示すように、中段の V 相ロータユニット R v では、第 1 磁極部 2 5 b と第 2 磁極部 2 7 b とが周方向において不等間隔となるように、第 1 及び第 2 ロータコア 2 1 , 2 2 が組み付けられている。つまり、V 相ロータユニット R v では、第 1 磁極部 2 5 b 及び第 2 磁極部 2 7 b のそれぞれにおいては等間隔に形成されているが、第 1 磁極部 2 5 b がその両隣の第 2 磁極部 2 7 b の一方に寄って他方とは離間するように組み付けられる。本実施形態では、第 1 及び第 2 磁極部 2 5 b , 2 7 b の間隔は、接近するもの同士で 2 4 度、離れたもの同士で 3 6 度に設定されている。

【 0 0 3 5 】

次に、各相のロータユニット R u , R v , R w の積層構造について説明する。

図 6 に示すように、U 相ロータユニット R u 、V 相ロータユニット R v 、W 相ロータユニット R w が軸方向に順に積層されてロータ 1 2 が構成される。

【 0 0 3 6 】

ここで、中段の V 相ロータユニット R v は、上下段の U 相及び W 相ロータユニット R u , R w に対して裏向きで積層されている。つまり、U - V 相間では、第 2 ロータコアベース 2 6 同士が軸方向に隣接しており、V - W 相間では、第 1 ロータコアベース 2 4 同士が軸方向に隣接している。

【 0 0 3 7 】

これにより、U 相及び W 相の界磁磁石 2 3 の磁化方向は、同方向（図 6 において上向き）とされ、V 相の界磁磁石 2 3 の磁化方向は、U 相及び W 相の界磁磁石 2 3 の磁化方向に対して反対向きとされる。より詳しくは、U 相及び V 相の界磁磁石 2 3 は、それらの S 極同士が、隣接する 2 枚の第 2 ロータコアベース 2 6 を介して向かい合っている。また、V 相及び W 相の界磁磁石 2 3 は、それらの N 極同士が、隣接する 2 枚の第 1 ロータコアベース 2 4 を介して向かい合っている。つまり、ロータユニット R u , R v , R w （界磁磁石 2 3 ）の磁化方向は、隣り合う相の磁化方向に対して反対向きとなっている。

【 0 0 3 8 】

また、U 相及び W 相ロータユニット R u , R w の各第 1 磁極部 2 5 b （第 1 ロータ側爪状磁極 2 5 ）の軸方向への突出方向は、互いに同方向（図 6 において下向き）である。それに対し、V 相の各第 1 磁極部 2 5 b の突出方向は、U 相及び W 相の第 1 磁極部 2 5 b とは反対向き（図 6 において上向き）となっている。

【 0 0 3 9 】

同様に、U 相及び W 相ロータユニット R u , R w の第 2 磁極部 2 7 b （第 2 ロータ側爪状磁極 2 7 ）の軸方向への突出方向は、互いに同方向（図 6 において上向き）であり、その方向に対して V 相の第 2 磁極部 2 7 b の突出方向は反対向き（図 6 において下向き）となっている。

【 0 0 4 0 】

W 相ロータユニット R w は、同一構成を有する U 相ロータユニット R u に対して時計回

10

20

30

40

50

り方向に電気角で120度（機械角で20度）位相をずらして設けられている。

V相ロータユニットR_vは、その第1ロータ側爪状磁極25_v（図6において第1ロータ側爪状磁極25_v）が、U相の第1ロータ側爪状磁極25_uに対して時計回り方向に電気角で42度（機械角で7度）ずれるように設けられている。つまり、W相の第1ロータ側爪状磁極25_wは、V相の第1ロータ側爪状磁極25_vに対して時計回り方向に電気角で78度（機械角で13度）ずれるように設けられている。

【0041】

また、V相の第2ロータ側爪状磁極27_vは、U相の第2ロータ側爪状磁極27_uに対して時計回り方向に電気角で78度（機械角で13度）ずれるように設けられている。つまり、W相の第2ロータ側爪状磁極27_wは、V相の第2ロータ側爪状磁極27_vに対して時計回り方向に電気角で42度（機械角で7度）ずれるように設けられている。

10

【0042】

ここで、図7に示すように、V相の第1及び第2ロータ側爪状磁極25_v、27_vを、互いに等間隔とし、更に、U相に対して時計回り方向に電気角で60度（機械角で10度）位相をずらした構成を基準位置とする。この基準位置に対し、図6に示す本実施形態のV相の第1ロータ側爪状磁極25_vは、反時計回り方向に電気角で18度（機械角で3度）、第2ロータ側爪状磁極27_vは時計回り方向に電気角で18度ずらした構成となっている。

【0043】

つまり、本実施形態のV相ロータユニットR_vでは、基準位置に対し、V相及びW相の第1ロータ側爪状磁極25_v、25_wの周方向の重なり幅L_{r1}が狭くなる回転方向に、V相の第1ロータコア21（第1ロータ側爪状磁極25_v）をずらしている。また同様に、基準位置に対し、U相及びV相の第2ロータ側爪状磁極27_u、27_vの周方向の重なり幅L_{r2}が狭くなる回転方向に、V相の第2ロータコア22（第2ロータ側爪状磁極27_v）をずらしている。

20

【0044】

[ステータ]

図8に示すように、ロータ12の径方向外側に配置されるステータ13は、各ロータユニットR_u、R_v、R_wに対応して軸方向に積層された3相（U相、V相及びW相）のステータユニットS_u、S_v、S_wから構成されている。各ステータユニットS_u、S_v、S_wは互いに略同様の構成を有し、第1及び第2ステータコア31、32と、それら第1及び第2ステータコア31、32との軸方向間に配置された巻線33とから構成されている。

30

【0045】

図8及び図9に示すように、第1ステータコア31は、回転軸11の軸線を中心とする円筒状の第1ステータコアベース34を有している。その第1ステータコアベース34の内周面には、6個の第1ステータ側爪状磁極35が互いに等間隔（60度間隔）に設けられている。

【0046】

第1ステータ側爪状磁極35は、第1ステータコアベース34の内周面から径方向内側に延びる径方向延出部35aと、その径方向延出部35aの先端部（径方向内側端部）から軸方向一方に突出する第1磁極部35bとを一体に有している。なお、第1ステータ側爪状磁極35は、径方向延出部35aに対して第1磁極部35bを直角に屈曲することで成形してもよく、また、鋳造によって径方向延出部35aと第1磁極部35bとを一体に成形してもよい。

40

【0047】

径方向延出部35aは、軸方向から見て、径方向内側に向かうほど幅狭になる台形状に形成されている。また、第1磁極部35bは、径方向から見て、先端に向かうほど幅狭になる台形状に形成されている。また、第1ステータ側爪状磁極35は、その周方向中心に対して線対称をなしている。

50

【 0 0 4 8 】

図 9 に示すように、第 2 ステータコア 3 2 は、第 1 ステータコア 3 1 と同様の構成を有し、第 2 ステータコアベース 3 6 と第 2 ステータ側爪状磁極 3 7 とを有している。第 2 ステータコアベース 3 6 及び第 2 ステータ側爪状磁極 3 7 (径方向延出部 3 7 a 及び第 2 磁極部 3 7 b) は、前記第 1 ステータコア 3 1 の第 1 ステータコアベース 3 4 及び第 1 ステータ側爪状磁極 3 5 (径方向延出部 3 5 a 及び第 1 磁極部 3 5 b) とそれぞれ同一形状をなしている。

【 0 0 4 9 】

図 8 に示すように、第 1 及び第 2 ステータコアベース 3 4 , 3 6 は、軸方向に互いに当接されてステータユニット S_u , S_v , S_w の外周壁を構成している。そして、第 1 及び第 2 ステータコアベース 3 4 , 3 6 の内周側であって径方向延出部 3 5 a , 3 7 a の軸方向間のスペースには、回転軸 1 1 の周方向に円環状をなす巻線 3 3 が配置されている。

10

【 0 0 5 0 】

第 1 ステータコア 3 1 と第 2 ステータコア 3 2 とは、それらの磁極部 3 5 b , 3 7 b の先端が互いに反対方向を向くように組み付けられ、各第 1 磁極部 3 5 b の周方向間に各第 2 磁極部 3 7 b が配置される。つまり、第 1 磁極部 3 5 b と第 2 磁極部 3 7 b とは、組み付け状態において周方向に交互に並んでいる。また、第 1 及び第 2 ステータ側爪状磁極 3 5 , 3 7 の径方向延出部 3 5 a , 3 7 a は、互いに平行をなしている。

【 0 0 5 1 】

上記のように構成されたステータユニット S_u , S_v , S_w は、巻線 3 3 にて第 1 及び第 2 ステータ側爪状磁極 3 5 , 3 7 をその時々で互いに異なる磁極に励磁する 1 2 極の所謂ランデル型 (クローポール型) 構造とされている。

20

【 0 0 5 2 】

ここで、本実施形態のステータ 1 3 では、ロータ 1 2 の場合と同様に、上下段の U 相及び W 相ステータユニット S_u , S_w と、中段の V 相ステータユニット S_v とでは、第 1 及び第 2 ステータコア 3 1 , 3 2 の組付態様が異なっている。

【 0 0 5 3 】

詳述すると、図 8 及び図 1 0 に示すように、上下段の U 相及び W 相ステータユニット S_u , S_w は互いに同形状をなしている。U 相及び W 相ステータユニット S_u , S_w では、第 1 ステータ側爪状磁極 3 5 の第 1 磁極部 3 5 b と第 2 ステータ側爪状磁極 3 7 の第 2 磁極部 3 7 b とが周方向等間隔 (3 0 度間隔) に配置されるように、第 1 及び第 2 ステータコア 3 1 , 3 2 が組み付けられている。

30

【 0 0 5 4 】

一方、図 8 及び図 1 1 に示すように、中段の V 相ステータユニット S_v では、第 1 磁極部 3 5 b と第 2 磁極部 3 7 b とが周方向において不等間隔となるように、第 1 及び第 2 ステータコア 3 1 , 3 2 が組み付けられている。つまり、V 相ステータユニット S_v では、第 1 磁極部 3 5 b 及び第 2 磁極部 3 7 b のそれぞれにおいては等間隔に形成されているが、第 1 磁極部 3 5 b がその両隣の第 2 磁極部 3 7 b の一方に寄って他方とは離間するように組み付けられる。本実施形態では、第 1 及び第 2 磁極部 3 5 b , 3 7 b の間隔は、接近するもの同士で 2 4 度、離れたもの同士で 3 6 度に設定されている。

40

【 0 0 5 5 】

次に、各相のステータユニット S_u , S_v , S_w の積層構造について説明する。

図 1 2 に示すように、U 相ステータユニット S_u 、V 相ステータユニット S_v 及び W 相ステータユニット S_w が軸方向に順に積層されてステータ 1 3 が構成される。また、ステータユニット S_u , S_v , S_w は、第 1 ステータコアベース 3 4 と第 2 ステータコアベース 3 6 とが軸方向に交互に配置されるように積層されている。

【 0 0 5 6 】

また、W 相ステータユニット S_w は、同一構成を有する U 相ステータユニット S_u に対して反時計回り方向に電気角で 1 2 0 度 (機械角で 2 0 度) 位相をずらして設けられている。

50

【 0 0 5 7 】

V相ステータユニットS_vは、その第1ステータ側爪状磁極35_v(図12において第1ステータ側爪状磁極35_v)が、U相の第1ステータ側爪状磁極35_uに対して反時計回り方向に電気角で78度(機械角で13度)ずれるように設けられている。つまり、W相の第1ステータ側爪状磁極35_wは、V相の第1ステータ側爪状磁極35_vに対して反時計回り方向に電気角で42度(機械角で7度)ずれるように設けられている。

【 0 0 5 8 】

また、V相の第2ステータ側爪状磁極37_vは、U相の第2ステータ側爪状磁極37_uに対して反時計回り方向に電気角で42度(機械角で7度)ずれるように設けられている。つまり、W相の第2ステータ側爪状磁極37_wは、V相の第2ステータ側爪状磁極37_vに対して反時計回り方向に電気角で78度(機械角で13度)ずれるように設けられている。

10

【 0 0 5 9 】

ここで、図13に示すように、V相の第1及び第2ステータ側爪状磁極35_v、37_vを、互いに等間隔とし、更に、U相に対して反時計回り方向に電気角で60度(機械角で10度)位相をずらした構成を基準位置とする。この基準位置に対し、図12に示す本実施形態のV相の第1ステータ側爪状磁極35_vは、反時計回り方向に電気角で18度(機械角で3度)、第2ステータ側爪状磁極37_vは時計回り方向に電気角で18度ずらした構成となっている。

【 0 0 6 0 】

つまり、本実施形態のV相ステータユニットS_vでは、基準位置に対し、U相の第2ステータ側爪状磁極37_uとV相の第1ステータ側爪状磁極35_vとの周方向の重なり幅L_{s1}が広がる回転方向に、第1ステータコア31(第1ステータ側爪状磁極35_v)をずらしている。また同様に、基準位置に対し、V相の第2ステータ側爪状磁極37_vとW相の第1ステータ側爪状磁極35_wとの周方向の重なり幅L_{s2}が広がる回転方向に、V相の第2ステータコア32(第2ステータ側爪状磁極37_v)をずらしている。

20

【 0 0 6 1 】

つまり、U相、V相、W相と軸方向に向かうにつれて時計回り方向にずれるロータユニットR_u、R_v、R_wに対して、ステータユニットS_u、S_v、S_wは、U相、V相、W相と軸方向に向かうにつれて反時計回り方向にずれる。言い換えると、ロータ12とステータ13とは、各相のユニット単位でずれ方向が逆向きとなっている。

30

【 0 0 6 2 】

次に、上記のように構成したモータ10の作用について説明する。

ステータ13に3相交流電源電圧を印加すると、U相ステータユニットS_uの巻線33にはU相電源電圧が、V相ステータユニットS_vの巻線33にはV相電源電圧が、W相ステータユニットS_wの巻線33にはW相電源電圧がそれぞれ印加される。これによって、ステータ13に回転磁界が発生し、ロータ12が回転駆動される。

【 0 0 6 3 】

ここで、V相の各爪状磁極25、27、35、37が不等間隔に配置された本実施形態の構成と、V相の各爪状磁極25、27、35、37が前記基準位置にある基準構成(図7及び図13参照)とで、平均トルクを比較したグラフを図14に示す。同図に示すように、本実施形態の構成によれば、基準構成に対して平均トルクが110%以上に向上される。これは、ロータ12側においては、基準構成に対して前記重なり幅L_{r1}、L_{r2}が狭くなることで磁束が分散化され、その結果、トルクが向上すると考えられる。

40

【 0 0 6 4 】

次に、本実施形態の特徴的な効果を記載する。

(1) V相ステータユニットS_vの第1及び第2ステータ側爪状磁極35、37は、基準構成に対して、U相及びW相ステータユニットS_u、S_wの第1及び第2ステータ側爪状磁極35、37との周方向の重なり幅L_{s1}、L_{s2}が広がるように不等間隔化される。また、V相ロータユニットR_vの第1及び第2ロータ側爪状磁極25、27は、基準

50

構成に対して、U相及びW相ロータユニット R_u 、 R_w の第1及び第2ロータ側爪状磁極25、27との周方向の重なり幅 L_{r1} 、 L_{r2} が狭くなるように不等間隔化される。これにより、基準構成に比べてトルクを向上させることができる(図14参照)。

【0065】

(2)各相のロータユニット R_u 、 R_v 、 R_w の第1及び第2ロータ側爪状磁極25、27はそれぞれ周方向等間隔に設けられる。また、U相及びW相ロータユニット R_u 、 R_w においては、第1ロータ側爪状磁極25と第2ロータ側爪状磁極27とが周方向等間隔に交互に配置されるように第1及び第2ロータコア21、22が組み付けられる。そして、V相ロータユニット R_v においては、第1ロータ側爪状磁極25と第2ロータ側爪状磁極27とが互いに周方向不等間隔に交互に配置されるように第1及び第2ロータコア21、22が組み付けられる。この構成によれば、各ロータコア21、22を同一形状として部品管理の簡素化を図りつつも、V相ロータユニット R_v の第1及び第2ロータ側爪状磁極25、27を不等間隔化することが可能となる。

10

【0066】

(3)各相のステータユニット S_u 、 S_v 、 S_w の第1及び第2ステータ側爪状磁極35、37はそれぞれ周方向等間隔に設けられる。また、U相及びW相ステータユニット S_u 、 S_w においては、第1ステータ側爪状磁極35と第2ステータ側爪状磁極37とが周方向等間隔に交互に配置されるように第1及び第2ステータコア31、32が組み付けられる。そして、V相ステータユニット S_v においては、第1ステータ側爪状磁極35と第2ステータ側爪状磁極37とが互いに周方向不等間隔に交互に配置されるように第1及び第2ステータコア31、32が組み付けられる。この構成によれば、各ステータコア31、32を同一形状として部品管理の簡素化を図りつつも、V相ステータユニット S_v の第1及び第2ステータ側爪状磁極35、37を不等間隔化することが可能となる。

20

【0067】

なお、上記実施形態は、以下のように変更してもよい。

・V相モータ部 M_v (V相ロータユニット R_v 及びV相ステータユニット S_v)において、各爪状磁極25、27、35、37の配置は上記実施形態に限定されるものではない。

【0068】

例えば、図15に示すように、ロータ12の基準構成(図7参照)に対して、V-W相間及びU-V相間の第1及び第2ロータ側爪状磁極25、27の重なり幅 L_{r1} 、 L_{r2} が広がる回転方向に、V相の第1及び第2ロータコア21、22をずらしてもよい。図15に示す例では、基準構成に対して、V相の第1ロータコア21(第1ロータ側爪状磁極25 v)を時計回りに電気角で18度、V相の第2ロータコア22(第2ロータ側爪状磁極27 v)を反時計回りに電気角で18度ずらしている。このような構成としても、V相の第1及び第2ロータ側爪状磁極25 v 、27 v が不等間隔に配置される。

30

【0069】

また、図16に示すように、ステータ13の基準構成(図13参照)に対して、U-V相間及びV-W相間の第1及び第2ステータ側爪状磁極35、37の重なり幅 L_{s1} 、 L_{s2} が狭くなる回転方向に、V相の第1及び第2ステータコア31、32をずらしてもよい。図16に示す例では、基準構成に対して、V相の第1ステータコア31(第1ステータ側爪状磁極35 v)を時計回りに電気角で18度、V相の第2ステータコア32(第2ステータ側爪状磁極37 v)を反時計回りに電気角で18度ずらしている。このような構成としても、V相の第1及び第2ステータ側爪状磁極35 v 、37 v が不等間隔に配置される。

40

【0070】

また、V相モータ部 M_v において、第1及び第2ステータ側爪状磁極35 v 、37 v が不等間隔であれば、第1ロータ側爪状磁極25 v と第2ロータ側爪状磁極27 v とを互いに周方向等間隔に構成してもよい。同様に、第1及び第2ロータ側爪状磁極25 v 、27 v が不等間隔であれば、第1ステータ側爪状磁極35 v と第2ステータ側爪状磁極37 v

50

とを互いに周方向等間隔に構成してもよい。

【0071】

ここで、図17には、V相ロータユニットR_v及びV相ステータユニットS_vの構成が異なる各種パターンにおける平均トルクを示している。

図17では、ロータ側において、基準構成(図7参照)をパターン「B」とし、そのパターン「B」に対して前記重なり幅L_{r1}, L_{r2}を狭くした構成(図6参照)をパターン「A」とし、パターン「B」に対して前記重なり幅L_{r1}, L_{r2}を広くした構成(図15参照)をパターン「C」としている。

【0072】

また、ステータ側においては、基準構成(図13参照)をパターン「B」とし、そのパターン「B」に対して前記重なり幅L_{s1}, L_{s2}を広くした構成(図12参照)をパターン「A」とし、パターン「B」に対して前記重なり幅L_{s1}, L_{s2}を狭くした構成(図16参照)をパターン「C」としている。

10

【0073】

図17では、ロータ側・ステータ側のパターンが「B・B」である基準構成の平均トルクを100%としている。同図に示すように、上記各パターンの組み合わせのうち、ロータ側・ステータ側のパターンが「A・A」である構成(上記実施形態の構成)が最も高トルクであり、そのパターンから順に「B・A」、「C・A」、「A・B」とトルクが低下するが、それらのパターンのトルクは100%より高くなっている。つまり、これらのパターンの組み合わせとすることで、基準構成と比べてトルクを向上させることができる。

20

【0074】

また、ロータ側・ステータ側のパターンが「C・B」である構成はトルクが100%以下であり、そのパターンから順に「A・C」、「B・C」、「C・C」とトルクが低下する。つまり、これらのパターンの組み合わせとすることで、基準構成よりも低トルクを得ることができるモータを提供できる。

【0075】

このように、V相モータ部M_vの爪状磁極25, 27, 35, 37の周方向における配置を種々変更することで、巻線33への給電及び界磁磁石23を変更することなく、モータ性能(トルク)を異ならせることができる。これにより、V相モータ部M_vの簡単な構成変更だけで、様々な仕様のマルチランデル型モータを得ることができる。

30

【0076】

また、ステータ13側において、基準構成に対して前記重なり幅L_{s1}, L_{s2}を広くしたパターン「A」とすれば、ロータ12側のパターンによらず基準構成よりもトルクを向上させることができる。

【0077】

また、ロータ12側において、基準構成に対して前記重なり幅L_{r1}, L_{r2}を狭くしたパターン「A」とすれば、ステータ13側のパターンを同一とした条件下において、他のパターン「B」及び「C」よりもトルクを向上させることができる。

【0078】

・上記実施形態では、V相の第1及び第2ロータ側爪状磁極25_v, 27_vは、第1及び第2ロータコア21, 22にそれぞれ周方向等間隔に形成されたが、これに特に限定されるものではなく、周方向不等間隔に形成してもよい。

40

【0079】

・上記実施形態では、各相のモータ部M_u, M_v, M_wが隙間なく積層されているが、これに特に限定されるものではなく、モータ部M_u, M_v, M_w同士の間隔を軸方向に空けて配置してもよい。

【0080】

・各爪状磁極25, 27, 35, 37の個数(磁極数)は、上記実施形態に限定されるものではなく、構成に応じて適宜変更してもよい。

・上記実施形態では、界磁磁石23をフェライト磁石としたが、これ以外に例えば、ネ

50

オジム磁石、サマリウム鉄窒素磁石、サマリウムコバルト磁石等の希土類磁石としてもよい。

【0081】

・上記実施形態では、ステータ13の内側にロータ12が配置されたインナーロータ型のモータ10に適用したが、アウターロータ型のモータに適用してもよい。

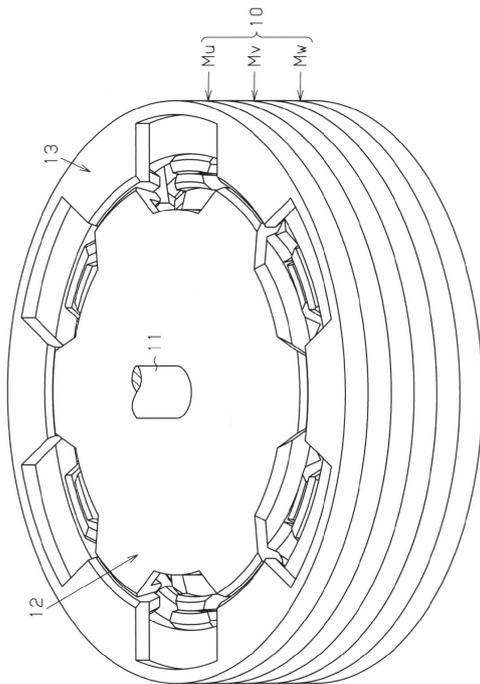
【符号の説明】

【0082】

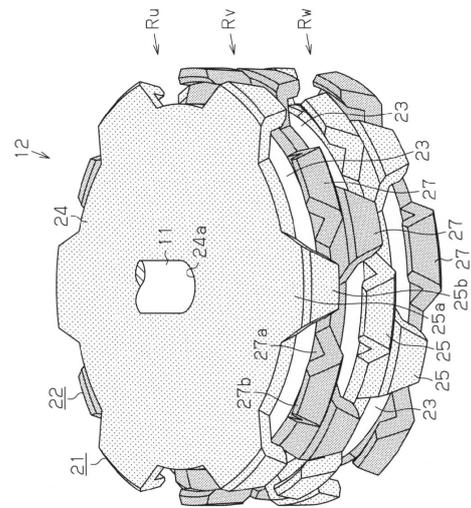
10...モータ、Mu...U相モータ部(第1段の単一モータ部)、Mv...V相モータ部(第2段の単一モータ部)、Mw...W相モータ部(第3段の単一モータ部)、Ru, Rv, Rw...ロータユニット、Su, Sv, Sw...ステータユニット、12...ロータ、13...ステータ、21...第1ロータコア、22...第2ロータコア、23...界磁磁石(永久磁石)、25...第1ロータ側爪状磁極、27...第2ロータ側爪状磁極、31...第1ステータコア、32...第2ステータコア、33...巻線、35...第1ステータ側爪状磁極、37...第2ステータ側爪状磁極。

10

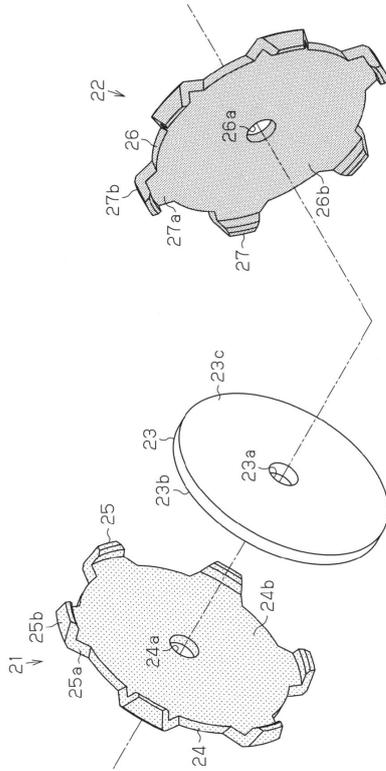
【図1】



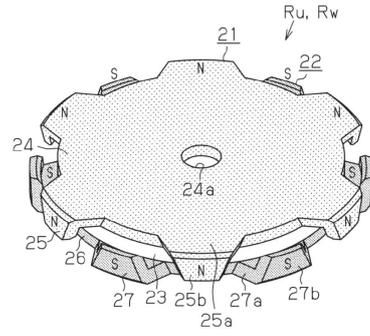
【図2】



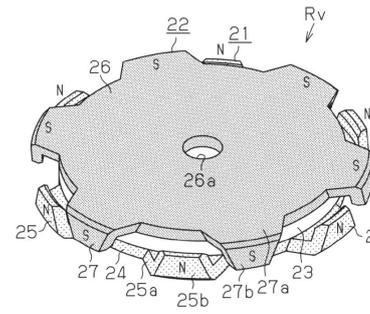
【図3】



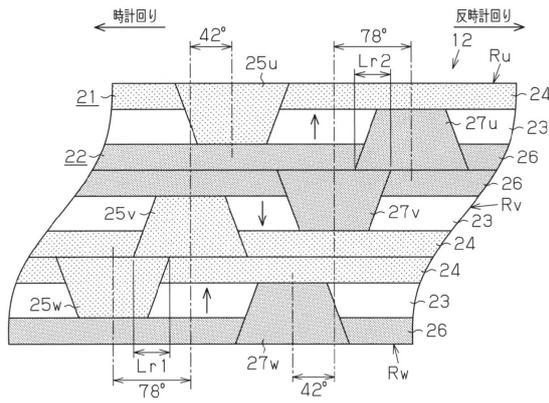
【図4】



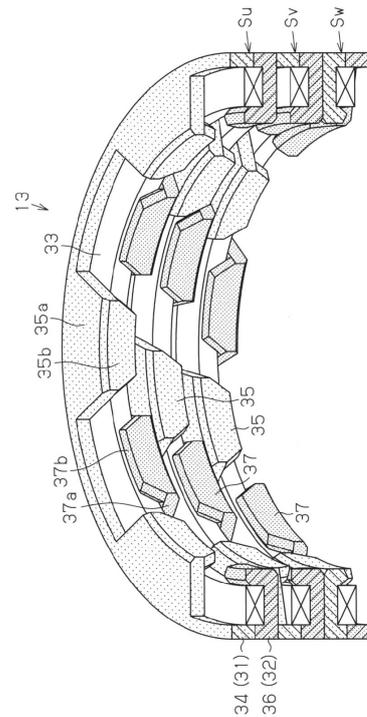
【図5】



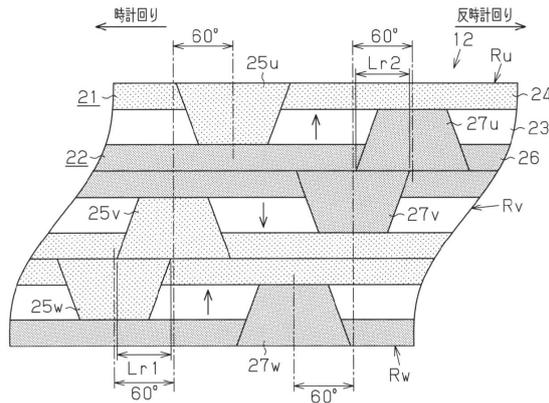
【図6】



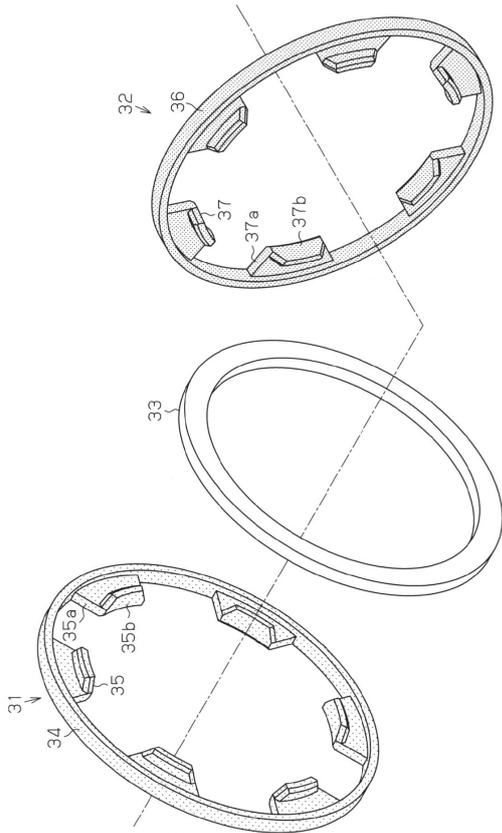
【図8】



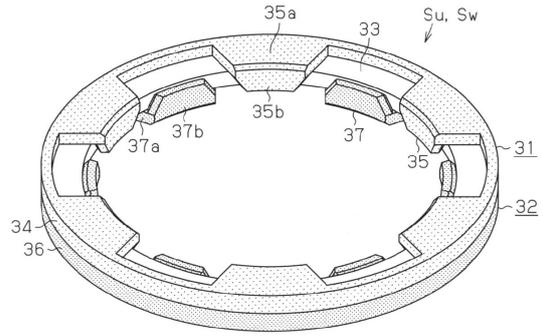
【図7】



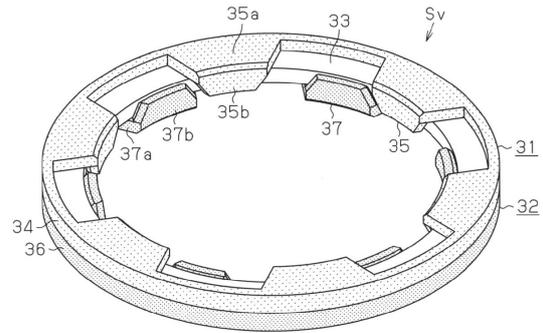
【図 9】



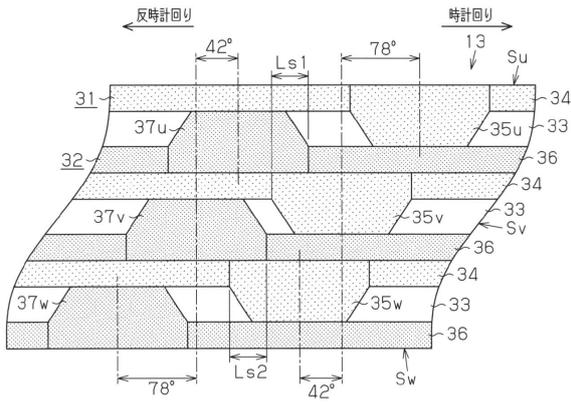
【図 10】



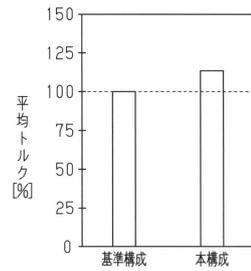
【図 11】



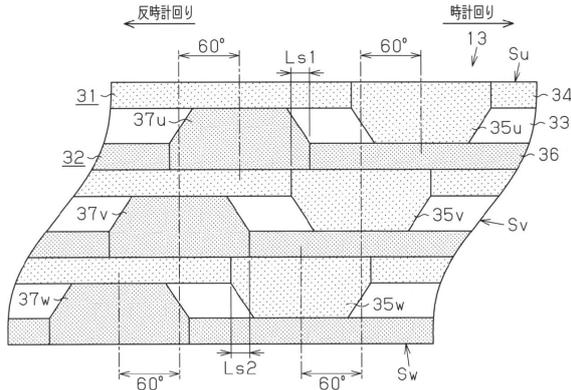
【図 12】



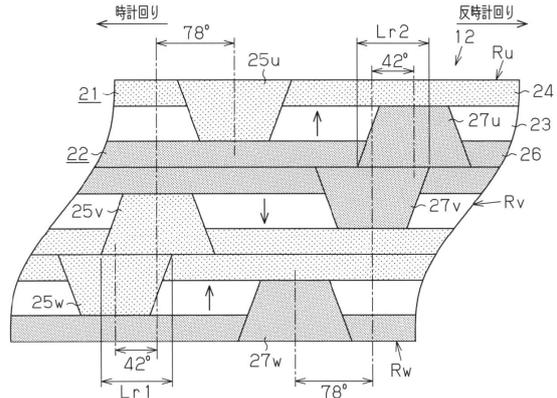
【図 14】



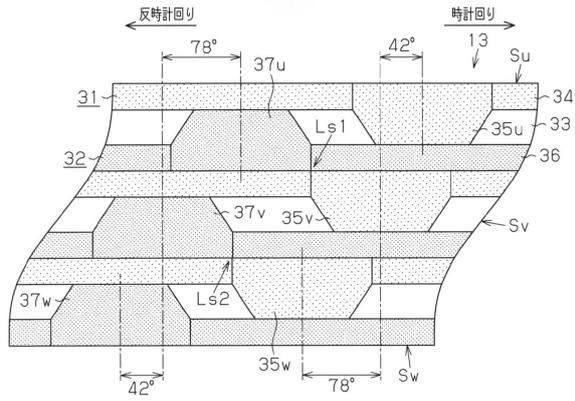
【図 13】



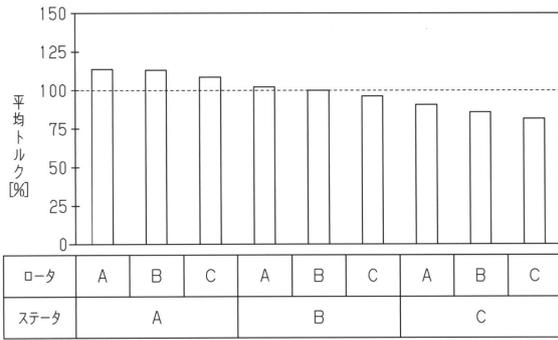
【図 15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-226026(JP,A)
特開2008-148397(JP,A)
特開平08-205510(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 1/00 - 1/34
H02K 21/00 - 21/48