

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5279989号
(P5279989)

(45) 発行日 平成25年9月4日(2013.9.4)

(24) 登録日 平成25年5月31日(2013.5.31)

(51) Int.Cl. F 1
HO2K 1/27 (2006.01) HO2K 1/27 501A
HO2K 21/16 (2006.01) HO2K 21/16 M
 HO2K 1/27 501M

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2006-61021 (P2006-61021)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成18年3月7日(2006.3.7)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2007-244063 (P2007-244063A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成19年9月20日(2007.9.20)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成20年11月27日(2008.11.27)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100101465
			弁理士 青山 正和
		(74) 代理人	100094400
			弁理士 鈴木 三義
		(74) 代理人	100107836
			弁理士 西 和哉
		(74) 代理人	100108453
			弁理士 村山 靖彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ロータ鉄心の外周部に周方向に沿って配置された複数の外周側永久磁石を備える回転子を具備する電動機であって、

前記外周側永久磁石よりも内周側の前記ロータ鉄心の内部に周方向に沿って設けられ、前記ロータ鉄心の内周側から外周側に向かい伸びる複数の磁石装着部と、

各前記磁石装着部の内周側端部と外周側端部との間で変位可能に装着された内周側永久磁石と、

前記磁石装着部の内部に流体を供給し、該流体の圧力により前記内周側永久磁石を前記磁石装着部の内部で変位させる流体供給手段と

を備え、

周方向で隣り合う前記外周側永久磁石は互いに磁化方向が異方向となっており、

前記磁石装着部は、周方向に隣り合う適宜の二つの前記外周側永久磁石の内周に跨り、

周方向に隣り合う前記磁石装着部同士は、一方の前記磁石装着部の前記内周側端部と他方の前記磁石装着部の外周側端部とが互いに周方向に跨るように形成されており、

前記磁石装着部の外周側端部は、周方向に隣り合う前記二つの前記外周側永久磁石の一方と向かい合うように配置され、

前記磁石装着部の内周側端部は、周方向に隣り合う前記二つの前記外周側永久磁石の他方と向かい合うように配置され、

前記磁石装着部に設けられ、前記内周側永久磁石に作用する前記流体の圧力に対する反

力を前記内周側永久磁石に付与するスプリングを備え、

前記磁石装着部は、径方向に対して所定鋭角だけ傾斜した方向に沿って伸びるように形成され、

前記スプリングは、前記磁石装着部の内部において前記内周側永久磁石が、前記内周側永久磁石と前記外周側永久磁石との異極の磁極同士が向かい合うように配置された状態で自然長となる

ことを特徴とする電動機。

【請求項 2】

前記流体の圧力によって前記磁石装着部の内部で変位した前記内周側永久磁石と、前記外周側永久磁石とが互いに近接配置された場合に、前記内周側永久磁石と前記外周側永久磁石との同極の磁極同士が向かい合うように配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電動機。

10

【請求項 3】

前記流体の圧力によって前記磁石装着部の内部で変位した前記内周側永久磁石と、前記外周側永久磁石とが互いに近接配置された場合に、前記内周側永久磁石と前記外周側永久磁石との異極の磁極同士が向かい合うように配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電動機。

【請求項 4】

前記ロータ鉄心は無垢の部材からなることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の何れか 1 つに記載の電動機。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動機に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えばばね等の弾性部材を介して径方向で変位可能に保持された永久磁石を具備する回転子を備える永久磁石回転電機が知られている（例えば、特許文献 2 参照）。

この永久磁石回転電機では、回転子の回転に伴う遠心力の作用によって弾性部材が弾性変形し、永久磁石の径方向位置が変化する。これにより、界磁束が変更されるようになっている。

30

また、従来、例えば電動機の回転軸の周囲に同心円状に設けた第 1 および第 2 回転子を備え、電動機の回転速度に応じて、あるいは、固定子に発生する回転磁界の速度に応じて第 1 および第 2 回転子の周方向の相対位置つまり位相差を制御する電動機が知られている（例えば、特許文献 2 参照）。

この電動機では、例えば電動機の回転速度に応じて第 1 および第 2 回転子の位相差を制御する場合には、遠心力の作用により径方向に沿って変位する部材を介して第 1 および第 2 回転子の周方向の相対位置を変更するようになっている。また、例えば固定子に発生する回転磁界の速度に応じて第 1 および第 2 回転子の位相差を制御する場合には、各回転子が慣性により回転速度を維持する状態で固定子巻線に制御電流を通电して回転磁界速度を変更することによって、第 1 および第 2 回転子の周方向の相対位置を変更するようになっている。

40

【特許文献 1】特開平 9 - 288940 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 204541 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、上記従来技術の一例に係る永久磁石回転電機においては、永久磁石に作用する遠心力、つまり回転子の回転数に応じて界磁束が変更されるだけであり、永久磁石回転電機の停止状態を含む適宜のタイミングで界磁束を所望の状態に制御することができない

50

という問題が生じる。また、この永久磁石回転電機の駆動時と発電時とにおいて、各運転効率を最適とするために要する界磁制御の内容が異なる場合であっても、単に、回転数が同等であれば、界磁束が同等となってしまう、適切な運転を行うことが困難となる虞がある。しかも、この永久磁石回転電機では、遠心力の作用によって界磁束を低下させるだけであるから、界磁束の可変幅を増大させて、界磁制御の内容を多様化させることが困難であるという問題が生じる。

また、上記従来技術の一例に係る電動機において、例えば電動機の回転速度に応じて第1および第2回転子の位相差を制御する場合には、電動機の作動状態つまり回転速度に応じた遠心力が作用する状態でのみ第1および第2回転子の位相差を制御可能であり、電動機の停止状態を含む適宜のタイミングで位相差を制御することができないという問題が生じる。また、この電動機を駆動源として車両に搭載した場合等のように、この電動機に外部からの振動が作用し易い状態においては、遠心力の作用のみによって第1および第2回転子の位相差を適切に制御することが困難であるという問題が生じる。しかも、この場合には、モータに対する電源での電源電圧の変動に拘わらずに位相差が制御されることから、例えば電源電圧と電動機の逆起電圧との大小関係が逆転してしまうという不具合が生じる虞がある。

また、例えば固定子に発生する回転磁界の速度に応じて第1および第2回転子の位相差を制御する場合には、回転磁界速度が変更されることから、電動機の制御処理が複雑化してしまうという問題が生じる。

【0004】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、電動機が複雑化することを抑制しつつ、容易かつ適切に誘起電圧定数を可変とすることで、運転可能な回転数範囲およびトルク範囲を拡大し、運転効率を向上させると共に高効率での運転可能範囲を拡大することが可能な電動機を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決して係る目的を達成するために、請求項1に記載の発明の電動機は、ロータ鉄心（例えば、実施の形態でのロータ鉄心21）の外周部に周方向に沿って配置された複数の外周側永久磁石（例えば、実施の形態での外周側永久磁石11a）を備える回転子（例えば、実施の形態での回転子11）を具備する電動機であって、前記外周側永久磁石よりも内周側の前記ロータ鉄心の内部に周方向に沿って設けられ、前記ロータ鉄心の内周側から外周側に向かい伸びる複数の磁石装着部（例えば、実施の形態での磁石装着部26）と、各前記磁石装着部の内周側端部と外周側端部との間で変位可能に装着された内周側永久磁石（例えば、実施の形態での内周側永久磁石11b）と、前記磁石装着部の内部に流体を供給し、該流体の圧力により前記内周側永久磁石を前記磁石装着部の内部で変位させる流体供給手段（例えば、実施の形態での油圧制御装置13および第1油路27および第2油路28）とを備え、周方向で隣り合う前記外周側永久磁石は互いに磁化方向が異方向となっており、前記磁石装着部は、周方向に隣り合う適宜の二つの前記外周側永久磁石の内周に跨り、周方向に隣り合う前記磁石装着部同士は、一方の前記磁石装着部の前記内周側端部と他方の前記磁石装着部の外周側端部とが互いに周方向に跨るように形成されており、前記磁石装着部の外周側端部（例えば、実施の形態での外周側端部26a）は、周方向に隣り合う前記二つの前記外周側永久磁石の一方と向かい合うように配置され、前記磁石装着部の内周側端部（例えば、実施の形態での内周側端部26b）は、周方向に隣り合う前記二つの前記外周側永久磁石の他方と向かい合うように配置され、前記磁石装着部に設けられ、前記内周側永久磁石に作用する前記流体の圧力に対する反力を前記内周側永久磁石に付与するスプリング（例えば、実施の形態でのスプリング41）を備え、前記磁石装着部は、径方向に対して所定鋭角だけ傾斜した方向に沿って伸びるように形成され、前記スプリングは、前記磁石装着部の内部において前記内周側永久磁石が、前記内周側永久磁石と前記外周側永久磁石との異極の磁極同士が向かい合うように配置された状態で自然長となることを特徴としている。

10

20

30

40

50

【0006】

上記構成の電動機によれば、流体供給手段から供給される流体の圧力によって内周側永久磁石と外周側永久磁石との相対位置が変更されることにより、例えば外周側永久磁石による界磁磁束が固定子巻線を鎖交する鎖交磁束量を、内周側永久磁石による界磁磁束によって能動的に効率よく増大あるいは低減させることができる。そして、例えば界磁強め状態では、電動機のトルク定数（つまり、トルク/相電流）を相対的に高い値に設定することができ、電動機運転時の電流損失を低減すること無しに、または、固定子巻線への通電を制御するインバータの出力電流の最大値を変更すること無しに、電動機が出力する最大トルク値を増大させることができ、電動機の運転効率の最大値を増大させ、運転効率が所定効率以上となる高効率領域を拡大させることができる。

10

しかも、外周側永久磁石の界磁磁束に対する内周側永久磁石の界磁磁束による界磁強め状態と界磁弱め状態との間の状態変化を連続的に設定することができ、電動機の誘起電圧定数を適宜の値に連続的に変化させることができる。これにより、電動機の運転可能な回転数およびトルクの値を連続的に変更することができると共に、運転可能な回転数およびトルクの範囲を拡大させることができる。

さらに、磁石装着部の内部で変位する内周側永久磁石が磁石装着部の外周側端部に位置する場合には、外周側永久磁石の一方と内周側永久磁石とが近接配置され、外周側永久磁石の一方による界磁磁束が固定子巻線を鎖交する鎖交磁束量は、内周側永久磁石による界磁磁束によって増大あるいは低減させられる。

一方、磁石装着部の内部で変位する内周側永久磁石が磁石装着部の内周側端部に位置する場合には、外周側永久磁石の他方と内周側永久磁石とが近接配置され、外周側永久磁石の他方による界磁磁束が固定子巻線を鎖交する鎖交磁束量は、内周側永久磁石による界磁磁束によって増大あるいは低減させられる。

20

この場合、例えば外周側永久磁石の一方と他方との磁化方向が異方向となるように設定されている場合、つまり周方向に沿って配置される複数の外周側永久磁石の磁化方向が交互に異なる方向となるように設定されている場合には、内周側永久磁石が磁石装着部の外周側端部と内周側端部との間で変位させられることによって、外周側永久磁石の界磁磁束が固定子巻線を鎖交する鎖交磁束量は、内周側永久磁石による界磁磁束によって、増大あるいは低減させられる。

さらに、例えば磁石装着部での内周側永久磁石の変位方向に沿って弾性変形可能なスプリングによって流体の圧力に対する反力が内周側永久磁石に付与されることで、流体の圧力と反力とが同等となる位置に内周側永久磁石が精度良く位置決めされることになり、外周側永久磁石の界磁磁束を内周側永久磁石の界磁磁束によって精度良く制御することができる。

30

【0007】

さらに、請求項2に記載の発明の電動機は、前記流体の圧力によって前記磁石装着部の内部で変位した前記内周側永久磁石と、前記外周側永久磁石とが互いに近接配置された場合に、前記内周側永久磁石と前記外周側永久磁石との同種の磁極同士が向かい合うように配置されていることを特徴としている。

【0008】

上記構成の電動機によれば、外周側永久磁石と、例えば磁石装着部の内部で内周側端部から外周側端部に変位した内周側永久磁石とが互いに近接配置された場合に、互いの同極の磁極同士が向かい合うように、つまり内周側永久磁石と外周側永久磁石とが対極配置される弱め界磁状態となって、外周側永久磁石による界磁磁束が固定子巻線を鎖交する鎖交磁束量を内周側永久磁石による界磁磁束によって低減させるように配置されている。

40

この場合、内周側永久磁石と外周側永久磁石とは、対向配置つまり互いに正面を向いて相対する状態に限らず、例えば互いの同極の磁極面の法線同士が、少なくとも90°未満の交差角で交差する状態等であってもよい。

【0009】

さらに、請求項3に記載の発明の電動機は、前記流体の圧力によって前記磁石装着部の

50

内部で変位した前記内周側永久磁石と、前記外周側永久磁石とが互いに近接配置された場合に、前記内周側永久磁石と前記外周側永久磁石との異極の磁極同士が向かい合うように配置されていることを特徴としている。

【0010】

上記構成の電動機によれば、外周側永久磁石と、例えば磁石装着部の内部で内周側端部から外周側端部に変位した内周側永久磁石とが互いに近接配置された場合に、互いの異極の磁極同士が向かい合うように、つまり内周側永久磁石と外周側永久磁石とが異極配置される強め界磁状態となって、外周側永久磁石による界磁磁束が固定子巻線を鎖交する鎖交磁束量を内周側永久磁石による界磁磁束によって増大させるように配置されている。

この場合、内周側永久磁石と外周側永久磁石とは、対向配置つまり互いに正面を向いて相対する状態に限らず、例えば互いの異極の磁極面の法線同士が、少なくとも90°未満の交差角で交差する状態等であってもよい。

【0015】

さらに、請求項4に記載の発明の電動機では、前記ロータ鉄心は無垢の部材からなることを特徴としている。

【0016】

上記構成の電動機によれば、ロータ鉄心は無垢の部材、つまり電磁鋼板による積層体等ではなく、磁性体の単一部材により形成することで、ロータ鉄心の内部に形成される磁石装着部の内壁面を平滑に形成することができると共に、磁石装着部の寸法精度や形状精度を向上させることができる。

【発明の効果】

【0017】

請求項1に記載の発明の電動機によれば、外周側永久磁石による界磁磁束が固定子巻線を鎖交する鎖交磁束量を、内周側永久磁石による界磁磁束によって能動的に効率よく増大あるいは低減させることができる。これにより、例えば界磁強め状態では、電動機のトルク定数（つまり、トルク/相電流）を相対的に高い値に設定することができ、電動機運転時の電流損失を低減すること無しに、または、固定子巻線への通電を制御するインバータの出力電流の最大値を変更すること無しに、電動機が出力する最大トルク値を増大させることができ、電動機の運転効率の最大値を増大させることができる。しかも、外周側永久磁石の界磁磁束に対する内周側永久磁石の界磁磁束による界磁強め状態と界磁弱め状態との間の状態変化を連続的に設定することができ、電動機の誘起電圧定数を適宜の値に連続的に変化させることができる。これにより、電動機の運転可能な回転数およびトルクの値を連続的に変更することができると共に、運転可能な回転数およびトルクの範囲を拡大させることができる。さらに、電動機の運転効率の最大値を増大させ、運転効率が所定効率以上となる高効率領域を拡大させることができる。

さらに、周方向に沿って配置される複数の外周側永久磁石の磁化方向が交互に異なる方向となるように設定されている場合には、内周側永久磁石が磁石装着部の外周側端部と内周側端部との間で変位させられるだけで、外周側永久磁石の界磁磁束が固定子巻線を鎖交する鎖交磁束量は容易に増大あるいは低減させられる。

さらに、スプリングによって流体の圧力に対する反力が内周側永久磁石に付与されることで、流体の圧力と反力とが同等となる位置に内周側永久磁石が精度良く位置決めされることになり、外周側永久磁石の界磁磁束を内周側永久磁石の界磁磁束によって精度良く制御することができる。

【0018】

さらに、請求項2に記載の発明の電動機によれば、外周側永久磁石と内周側永久磁石とが互いに近接配置された場合に弱め界磁状態となって、外周側永久磁石による界磁磁束が固定子巻線を鎖交する鎖交磁束量は内周側永久磁石による界磁磁束によって精度良く低減させられる。

さらに、請求項3に記載の発明の電動機によれば、外周側永久磁石と内周側永久磁石とが互いに近接配置された場合に強め界磁状態となって、外周側永久磁石による界磁磁束が

10

20

30

40

50

固定子巻線を鎖交する鎖交磁束量は内周側永久磁石による界磁磁束によって精度良く増大させられる。

【 0 0 2 0 】

さらに、請求項 4 に記載の発明の電動機によれば、ロータ鉄心は無垢の部材、つまり電磁鋼板による積層体等ではなく、磁性体の単一部材により形成することで、ロータ鉄心の内部に形成される磁石装着部の内壁面を平滑に形成することができると共に、磁石装着部の寸法精度や形状精度を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 1 】

以下、本発明の電動機の一実施形態について添付図面を参照しながら説明する。

10

本実施の形態の参考技術による電動機 10 は、例えば図 1 に示すように、周方向に沿って配置された外周側永久磁石 11 a および内周側永久磁石 11 b を具備する略円環状の回転子 11 と、回転子 11 を回転させる回転磁界を発生する複数相の固定子巻線 12 a を有する固定子 12 と、油圧制御装置 13 とを備えたブラシレス DC モータであって、例えばハイブリッド車両や電動車両等の車両に駆動源として搭載され、この電動機 10 の出力軸はトランスミッション（図示略）の入力軸に接続され、電動機 10 の駆動力がトランスミッションを介して車両の駆動輪（図示略）に伝達されるようになっている。

【 0 0 2 2 】

また、車両の減速時に駆動輪側から電動機 10 に駆動力が伝達されると、電動機 10 は発電機として機能していわゆる回生制動力を発生し、車体の運動エネルギーを電気エネルギー（回生エネルギー）として回収する。さらに、例えばハイブリッド車両においては、この電動機 10 の出力軸が内燃機関（図示略）のクランクシャフトに連結されており、内燃機関の出力が電動機 10 に伝達された場合にも電動機 10 は発電機として機能して発電エネルギーを発生する。

20

【 0 0 2 3 】

回転子 11 は、例えば図 1 ~ 図 3 (a) , (b) に示すように、例えば無垢の部材、つまり電磁鋼板による積層体等ではなく、磁性体の単一部材により略多角形筒状に形成されたロータ鉄心 21 と、ロータ鉄心 21 の外周面 21 A 上に周方向に沿って所定間隔をおいて配置された略長方形板状の複数の外周側永久磁石 11 a , ... , 11 a と、ロータ鉄心 21 の内部において周方向に沿って所定間隔をおいて配置され、略径方向に沿って変位可能とされた略長方形板状の複数の内周側永久磁石 11 b , ... , 11 b と、各外周側永久磁石 11 a の外周面に当接する内周面を有する略円筒状の保持部材 22 と、第 1 端面板 23 と、第 2 端面板 24 と、例えば無垢の部材により形成されてロータ鉄心 21 の内周部に装着された出力軸部材 25 とを備えて構成されている。

30

【 0 0 2 4 】

外周面 21 A 上に配置された外周側永久磁石 11 a を支持するロータ鉄心 21 は、各外周側永久磁石 11 a の外周面によって設定される外径に対して所定の締め代を備える内径の内周面を有する保持部材 22 の内周部に圧入されて、締めりばめされた状態で固定されている。これにより、各外周側永久磁石 11 a は、保持部材 22 の内周面と、ロータ鉄心 21 の外周面 21 A とによって、径方向の両側から挟み込まれるようにして固定されている。

40

【 0 0 2 5 】

そして、外周側永久磁石 11 a は、厚さ方向（つまり回転子 11 の径方向）に磁化され、周方向で隣り合う外周側永久磁石 11 a , 11 a は互いに磁化方向が異方向となるように設定されている。すなわち外周側が N 極とされた外周側永久磁石 11 a には、外周側が S 極とされた外周側永久磁石 11 a が、周方向で隣接するようになっている。

【 0 0 2 6 】

ロータ鉄心 21 の内部には、例えば径方向に対して所定鋭角だけ傾斜した方向（変位方向）に沿って内周側から外周側に向かい伸びる複数の磁石装着部 26 , ... , 26 が形成され、各磁石装着部 26 には内周側永久磁石 11 b が変位方向に沿って変位可能に装着され

50

ている。

そして、内周側永久磁石 1 1 b は、厚さ方向（つまり変位方向に直交する方向）に磁化され、周方向で隣り合う内周側永久磁石 1 1 b , 1 1 b は互いに磁化方向が異方向となるように設定されている。すなわち外周側が N 極とされた内周側永久磁石 1 1 b には、外周側が S 極とされた内周側永久磁石 1 1 b が、周方向で隣接するようになっている。

【 0 0 2 7 】

また、各磁石装着部 2 6 は、周方向で隣り合う適宜の 2 つの外周側永久磁石 1 1 a , 1 1 a と向かい合うように形成され、周方向で隣り合う適宜の 2 つの外周側永久磁石 1 1 a , 1 1 a の一方は磁石装着部 2 6 の外周側端部 2 6 a と向かい合うように、かつ、他方は磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b と向かい合うように形成されている。これにより、各外周側永久磁石 1 1 a に対して、周方向で隣り合う適宜の 2 つの磁石装着部 2 6 , 2 6 の一方の外周側端部 2 6 a および他方の内周側端部 2 6 b が向かい合うようになっている。

10

【 0 0 2 8 】

そして、磁石装着部 2 6 に装着された内周側永久磁石 1 1 b は、磁石装着部 2 6 の外周側端部 2 6 a 側にずれた位置に変位することによって、周方向で隣り合う適宜の 2 つの外周側永久磁石 1 1 a , 1 1 a の一方に向かい合うようにして近接配置された状態で、例えば互いの同極の磁極同士が向かい合う（いわば、内周側永久磁石 1 1 b と、一方の外周側永久磁石 1 1 a とが対極配置される）弱め界磁状態となるように設定されている。

一方、磁石装着部 2 6 に装着された内周側永久磁石 1 1 b は、磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b 側にずれた位置に変位することによって、周方向で隣り合う適宜の 2 つの外周側永久磁石 1 1 a , 1 1 a の他方に向かい合うようにして離間配置された状態で、例えば互いの異極の磁極同士が向かい合う（いわば、内周側永久磁石 1 1 b と、他方の外周側永久磁石 1 1 a とが同極配置される）強め界磁状態となるように設定されている。

20

【 0 0 2 9 】

例えば図 3 (a) , (b) に示すように、磁石装着部 2 6 は、ロータ鉄心 2 1 の内部において電動機 1 0 の回転軸に平行な方向（軸方向）に沿って伸びる有底の長穴とされ、ロータ鉄心 2 1 の軸方向端部の一方で開口する開口端 2 6 c を備えている。

そして、このロータ鉄心 2 1 の軸方向端部の一方には、円環板状の第 1 端面板 2 3 が当接するように配置されている。第 1 端面板 2 3 は、例えばロータ鉄心 2 1 の外径よりも大きく、かつ、ロータ鉄心 2 1 の外周面 2 1 A 上に配置された各外周側永久磁石 1 1 a の外周面によって設定される外径よりも小さな径の外径と、ロータ鉄心 2 1 の各磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b の内径よりも小さく、かつ、ロータ鉄心 2 1 の内径よりも大きな径の内径を有し、磁石装着部 2 6 の開口端 2 6 c を液密状態に覆う共に、ロータ鉄心 2 1 の外周面 2 1 A 上に配置された各外周側永久磁石 1 1 a の一方の軸方向端部に当接している。

30

【 0 0 3 0 】

また、磁石装着部 2 6 は、外周側端部 2 6 a においてロータ鉄心 2 1 の内部を軸方向に貫通しており、ロータ鉄心 2 1 の軸方向端部の他方で開口する外周側開口端 2 6 d を備えている。

そして、ロータ鉄心 2 1 の軸方向端部の他方には、略円環板状の第 2 端面板 2 4 が当接するように配置されている。第 2 端面板 2 4 は、例えばロータ鉄心 2 1 の外径よりも大きく、かつ、ロータ鉄心 2 1 の外周面 2 1 A 上に配置された各外周側永久磁石 1 1 a の外周面によって設定される外径よりも小さな径の外径と、出力軸部材 2 5 の本体 2 5 a から軸方向外方に向かい回転軸 O に沿って伸びる軸部 2 5 b の外径と同等の内径を有し、ロータ鉄心 2 1 の外周面 2 1 A 上に配置された各外周側永久磁石 1 1 a の他方の軸方向端部に当接している。

40

これにより、ロータ鉄心 2 1 の外周面 2 1 A 上に配置された各外周側永久磁石 1 1 a は、第 1 端面板 2 3 と第 2 端面板 2 4 とによって軸方向の両側から挟み込まれるようにして固定されている。

【 0 0 3 1 】

50

そして、各磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b には、油圧制御装置 1 3 により油圧が制御される第 1 油路 2 7 が接続され、各磁石装着部 2 6 の外周側端部 2 6 a には、油圧制御装置 1 3 により油圧が制御される第 2 油路 2 8 が接続されている。

第 1 油路 2 7 は、出力軸部材 2 5 の軸部 2 5 b の一方の軸方向端部から出力軸部材 2 5 の本体 2 5 a の中央部に向かい回転軸 O に沿って伸びる第 1 軸部油路 2 7 a と、この第 1 軸部油路 2 7 a に接続されて本体 2 5 a の中央部から径方向外方の各磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b へと向かい放射状に伸びる第 1 本体油路 2 7 b とを備えて構成されている。

【 0 0 3 2 】

また、第 2 油路 2 8 は、出力軸部材 2 5 の軸部 2 5 b の他方の軸方向端部から出力軸部材 2 5 の本体 2 5 a の他方の軸方向端部に向かい回転軸に沿って伸びる第 2 軸部油路 2 8 a と、この第 2 軸部油路 2 8 a に接続されて本体 2 5 a の他方の軸方向端部から径方向外方の各磁石装着部 2 6 の外周側端部 2 6 a の外周側開口端 2 6 d へと向かい放射状に伸びる第 2 本体油路 2 8 b とを備えて構成されている。

なお、第 2 本体油路 2 8 b は、ロータ鉄心 2 1 および出力軸部材 2 5 の本体 2 5 a の他方の軸方向端部に当接する第 2 端面 2 4 の当接面 2 4 A 上に形成された径方向に沿って放射状に伸びる複数の凹溝 2 4 a , ... , 2 4 a の開口部が、ロータ鉄心 2 1 および出力軸部材 2 5 の本体 2 5 a の他方の軸方向端部によって液密状態に封止されて形成されている。

【 0 0 3 3 】

油圧制御装置 1 3 は、例えば図 4 に示すように、制御装置 3 1 と、電動オイルポンプ 3 2 と、制御装置 3 1 から入力される制御指令に基づき電動オイルポンプ 3 2 の動作を制御する出力制御器 3 3 と、電動オイルポンプ 3 2 によってオイルパン 3 4 から汲み上げられたオイルを第 1 油路 2 7 または第 2 油路 2 8 の何れかに切り換えて供給する切換バルブ 3 5 とを備えて構成されている。

【 0 0 3 4 】

また、固定子 1 2 は、例えば回転子 1 1 の外周部に対向配置される略円筒型に形成され、例えば車両のトランスミッションのハウジング（図示略）等に固定されている。

【 0 0 3 5 】

本発明の実施形態の参考技術による電動機 1 0 は上記構成を備えており、次に、この電動機 1 0 の動作について添付図面を参照しながら説明する。

まず、例えば図 5 に示すステップ S 0 1 においては、外周側永久磁石 1 1 a による界磁磁束が固定子 1 2 の固定子巻線 1 2 a を鎖交する鎖交磁束量を、内周側永久磁石 1 1 b による界磁磁束によって低減する弱め界磁の実行を指示する弱め界磁実行フラグのフラグ値が「 1 」であるか否かを判定する。

この判定結果が「 N O 」の場合には、後述するステップ S 0 4 に進む。

一方、この判定結果が「 Y E S 」の場合には、ステップ S 0 2 に進む。

【 0 0 3 6 】

そして、ステップ S 0 2 においては、例えば電動機 1 0 の運転状態等に応じて設定される弱め界磁量を取得する。

そして、ステップ S 0 3 においては、取得した弱め界磁量に応じた油圧を第 1 油路 2 7 に発生させ、一連の処理を終了する。

これにより、例えば図 6 (a) に示すように、第 1 油路 2 7 に接続された各磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b にオイルが供給され、磁石装着部 2 6 に装着された内周側永久磁石 1 1 b には、磁石装着部 2 6 の外周側端部 2 6 a 側に向かう圧力（例えば図 6 (a) に示す圧力）が作用する。これに伴い、内周側永久磁石 1 1 b は、磁石装着部 2 6 の外周側端部 2 6 a 側になされた位置に変位し、周方向で隣り合う適宜の 2 つの外周側永久磁石 1 1 a , 1 1 a の一方に向かい合うようにして近接配置され、互いの同極の磁極同士が向かい合う（いわば、内周側永久磁石 1 1 b と、一方の外周側永久磁石 1 1 a とが対極配置される）弱め界磁状態となる。

【 0 0 3 7 】

10

20

30

40

50

また、ステップ S 0 4 においては、外周側永久磁石 1 1 a による界磁磁束が固定子 1 2 の固定子巻線 1 2 a を鎖交する鎖交磁束量を、内周側永久磁石 1 1 b による界磁磁束によって増大させる強め界磁の実行を指示する強め界磁実行フラグのフラグ値が「1」であるか否かを判定する。

この判定結果が「NO」の場合には、一連の処理を終了する。

一方、この判定結果が「YES」の場合には、ステップ S 0 5 に進む。

【0038】

そして、ステップ S 0 5 においては、例えば電動機 1 0 の運転状態等に応じて設定される強め界磁量を取得する。

そして、ステップ S 0 6 においては、取得した強め界磁量に応じた油圧を第 2 油路 2 8 に発生させ、一連の処理を終了する。

これにより、例えば図 6 (b) に示すように、第 2 油路 2 8 に接続された各磁石装着部 2 6 の外周側端部 2 6 a にオイルが供給され、磁石装着部 2 6 に装着された内周側永久磁石 1 1 b には、磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b 側に向かう圧力（例えば図 6 (b) に示す圧力）が作用する。これに伴い、内周側永久磁石 1 1 b は、磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b 側にずれた位置に変位し、周方向で隣り合う適宜の 2 つの外周側永久磁石 1 1 a , 1 1 a の他方に向かい合うようにして離間配置され、互いの異極の磁極同士が向かい合う（いわば、内周側永久磁石 1 1 b と、他方の外周側永久磁石 1 1 a とが同極配置される）強め界磁状態となる。

【0039】

上述したように、本実施の形態の参考技術による電動機 1 0 によれば、油圧制御装置 1 3 から供給されるオイルの圧力によって内周側永久磁石 1 1 b と外周側永久磁石 1 1 a との相対位置が変更されることにより、例えば外周側永久磁石 1 1 a による界磁磁束が固定子巻線 1 2 a を鎖交する鎖交磁束量を、内周側永久磁石 1 1 b による界磁磁束によって能動的に効率よく増大あるいは低減させることができる。そして、例えば界磁強め状態では、電動機 1 0 のトルク定数（つまり、トルク / 相電流）を相対的に高い値に設定することができ、電動機 1 0 の運転時の電流損失を低減すること無しに、または、固定子巻線 1 2 a への通電を制御するインバータ等の出力電流の最大値を変更すること無しに、電動機 1 0 が出力する最大トルク値を増大させることができ、電動機 1 0 の運転効率の最大値を増大させ、運転効率が所定効率以上となる高効率領域を拡大させることができる。

しかも、外周側永久磁石 1 1 a の界磁磁束に対する内周側永久磁石 1 1 b の界磁磁束による界磁強め状態と界磁弱め状態との間の状態変化を連続的に設定することができ、電動機 1 0 の誘起電圧定数を適宜の値に連続的に変化させることができる。これにより、電動機 1 0 の運転可能な回転数およびトルクの値を連続的に変更できると共に、運転可能な回転数およびトルクの範囲を容易に拡大させることができる。

【0040】

なお、上述した実施の形態の参考技術においては、内周側永久磁石 1 1 b が磁石装着部 2 6 の外周側端部 2 6 a 側にずれた位置に変位した際に、内周側永久磁石 1 1 b と一方の外周側永久磁石 1 1 a との互いの同極の磁極同士が向かい合うとしたが、これに限定されず、例えば内周側永久磁石 1 1 b が磁石装着部 2 6 の外周側端部 2 6 a 側にずれた位置に変位した際に、内周側永久磁石 1 1 b と一方の外周側永久磁石 1 1 a との互いの異極の磁極同士が向かい合うように設定してもよい。この場合には、弱め界磁実行フラグのフラグ値が「1」である場合に、取得した弱め界磁量に応じた油圧を第 2 油路 2 8 に発生させ、強め界磁実行フラグのフラグ値が「1」である場合に、取得した強め界磁量に応じた油圧を第 1 油路 2 7 に発生させればよい。

【0041】

なお、上述した実施の形態の参考技術において、各油路 2 7 , 2 8 は、径方向に沿って放射状に伸びる各油路 2 7 b , 2 8 b を備えるとしたが、これに限定されず、例えば図 7 に示す変形例のように、周方向に沿って各磁石装着部 2 6 , ... , 2 6 の外周側端部 2 6 a , ... , 2 6 a を接続する円環状の油路および周方向に沿って各磁石装着部 2 6 , ... , 2 6

10

20

30

40

50

の内周側端部 2 6 b , ... , 6 2 b を接続する円環状の油路 2 7 c を設けてもよい。

この場合には、各磁石装着部 2 6 , ... , 2 6 に供給されるオイルの圧力を、より一層、均一化することができる。

【 0 0 4 2 】

なお、上述した実施の形態の参考技術においては、各磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b に第 1 油路 2 7 が接続され、各磁石装着部 2 6 の外周側端部 2 6 a に第 2 油路 2 8 が接続されるとしたが、これに限定されず、本実施の形態においては、例えば第 1 油路 2 7 または第 2 油路 2 8 の何れか一方のみを備えてもよい。この本実施の形態においては、第 1 油路 2 7 または第 2 油路 2 8 の何れか一方により各磁石装着部 2 6 に供給されるオイルの圧力に対する反力を内周側永久磁石 1 1 b に付与する部材、例えば弾性部材等を各磁石装着部 2 6 に備えることによって、内周側永久磁石 1 1 b を磁石装着部 2 6 の外周側端部 2 6 a と内周側端部 2 6 b との間で変位させることができる。

10

【 0 0 4 3 】

例えば図 8 (a) , (b) および図 9 (a) , (b) に示す本実施の形態においては、上述した実施の形態での第 2 油路 2 8 が省略され、第 1 油路 2 7 のみを備えて回転子 1 1 が構成されている。

そして、各磁石装着部 2 6 の外周側端部 2 6 a と内周側永久磁石 1 1 b との間には、各磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b に供給されるオイルの圧力に対する反力を内周側永久磁石 1 1 b に付与するスプリング 4 1 が配置されている。

また、各磁石装着部 2 6 の外周側端部 2 6 a 側には、各磁石装着部 2 6 内部の圧力を調整するために外部に連通する圧力調整穴 4 2 が設けられている。

20

【 0 0 4 4 】

このスプリング 4 1 は、例えば磁石装着部 2 6 に装着された内周側永久磁石 1 1 b が磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b 側にずれた位置に変位することによって、周方向で隣り合う適宜の 2 つの外周側永久磁石 1 1 a , 1 1 a の他方に向かい合うようにして離間配置され、いわば内周側永久磁石 1 1 b と他方の外周側永久磁石 1 1 a とが同極配置される強め界磁状態において、自然長となるように設定されている。

【 0 0 4 5 】

このため、第 1 油路 2 7 に接続された各磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b にオイルが供給され、磁石装着部 2 6 に装着された内周側永久磁石 1 1 b に磁石装着部 2 6 の外周側端部 2 6 a 側に向かう圧力（例えば図 8 (a) に示す圧力 1）が作用し、内周側永久磁石 1 1 b が磁石装着部 2 6 の外周側端部 2 6 a 側にずれた位置に変位することによって、周方向で隣り合う適宜の 2 つの外周側永久磁石 1 1 a , 1 1 a の一方に向かい合うようにして近接配置され、内周側永久磁石 1 1 b と、一方の外周側永久磁石 1 1 a とが対極配置される弱め界磁状態では、スプリング 4 1 は縮短状態となって、内周側永久磁石 1 1 b を外周側端部 2 6 a 側に押圧するオイルの圧力に抗う内周側永久磁石 1 1 b を内周側端部 2 6 b 側に押圧する反力（例えば図 8 (a) に示す反力 2）を発生する。

30

これにより、各磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b に対してオイルの供給が停止されると、スプリング 4 1 の弾性力によって、内周側永久磁石 1 1 b が磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b 側にずれた位置に変位し、強め界磁状態となる。

40

【 0 0 4 6 】

なお、この実施の形態においては、磁石装着部 2 6 は、例えばロータ鉄心 2 1 の内部を軸方向に貫通する貫通孔とされ、ロータ鉄心 2 1 の軸方向端部の一方で開口する開口端 2 6 c と、他方で開口する開口端 2 6 e とを備えている。そして、磁石装着部 2 6 の一方の開口端 2 6 c は、第 1 端面板 2 3 によって液密状態に封止され、磁石装着部 2 6 の他方の開口端 2 6 e は、第 2 端面板 2 4 によって液密状態に封止されている。

【 0 0 4 7 】

この実施の形態において、油圧制御装置 1 3 は、例えば図 1 0 に示すように、制御装置 3 1 と、電動オイルポンプ 3 2 と、制御装置 3 1 から入力される制御指令に基づき電動オイルポンプ 3 2 の動作を制御する出力制御器 3 3 と、電動オイルポンプ 3 2 によってオ

50

ルパン 3 4 から汲み上げられたオイルを第 1 油路 2 7 に供給するか否かを切り換える切換バルブ 3 5 とを備えて構成されている。

【 0 0 4 8 】

以下に、この実施の形態に係る電動機 1 0 の動作について添付図面を参照しながら説明する。

先ず、例えば図 1 1 に示すステップ S 1 1 においては、外周側永久磁石 1 1 a による界磁磁束が固定子 1 2 の固定子巻線 1 2 a を鎖交する鎖交磁束量を、内周側永久磁石 1 1 b による界磁磁束によって低減する弱め界磁の実行を指示する弱め界磁実行フラグのフラグ値が「 1 」であるか否かを判定する。

この判定結果が「 N O 」の場合には、一連の処理を終了する。

これにより、例えば図 8 (b) に示すように、スプリング 4 1 は自然長となって、磁石装着部 2 6 に装着された内周側永久磁石 1 1 b が磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b 側にずれた位置に変位する強め界磁状態となる。

一方、この判定結果が「 Y E S 」の場合には、ステップ S 1 2 に進む。

【 0 0 4 9 】

そして、ステップ S 1 2 においては、例えば電動機 1 0 の運転状態等に応じて設定される弱め界磁量を取得する。

そして、ステップ S 1 3 においては、取得した弱め界磁量に応じた油圧を第 1 油路 2 7 に発生させ、一連の処理を終了する。

これにより、例えば図 8 (a) に示すように、第 1 油路 2 7 に接続された各磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b にオイルが供給され、磁石装着部 2 6 に装着された内周側永久磁石 1 1 b は、磁石装着部 2 6 の外周側端部 2 6 a 側にずれた位置に変位する弱め界磁状態となる。

この実施の形態によれば、磁石装着部 2 6 内で内周側永久磁石 1 1 b を変位させるための油圧回路の構成を単純化することができる。

【 0 0 5 0 】

なお、この実施の形態においては、例えば図 1 2 (a) , (b) に示すように、各磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b と内周側永久磁石 1 1 b との間にスプリング 4 1 を配置してもよい。

この場合には、第 1 油路 2 7 に接続された各磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b にオイルが供給され、磁石装着部 2 6 に装着された内周側永久磁石 1 1 b に磁石装着部 2 6 の外周側端部 2 6 a 側に向かう圧力（例えば図 1 2 (a) に示す圧力 1）が作用し、内周側永久磁石 1 1 b が磁石装着部 2 6 の外周側端部 2 6 a 側にずれた位置に変位する弱め界磁状態では、スプリング 4 1 は伸長状態となって、内周側永久磁石 1 1 b を外周側端部 2 6 a 側に押圧するオイルの圧力に抗う内周側永久磁石 1 1 b を内周側端部 2 6 b 側に引く反力（例えば図 1 2 (a) に示す反力 3）を発生する。

これにより、各磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b に対してオイルの供給が停止されると、スプリング 4 1 の弾性力によって、内周側永久磁石 1 1 b が磁石装着部 2 6 の内周側端部 2 6 b 側にずれた位置に変位し、強め界磁状態となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 1 】

【図 1】本発明の一実施形態の参考技術に係る電動機の断面図である。

【図 2】本発明の一実施形態の参考技術に係る電動機の回転子の要部断面図である。

【図 3】図 3 (a) は弱め界磁状態での図 2 に示す A - A 線断面図であり、図 3 (b) は強め界磁状態での図 2 に示す A - A 線断面図である。

【図 4】本発明の一実施形態の参考技術に係る油圧制御装置の構成図である。

【図 5】本発明の一実施形態の参考技術に係る電動機の動作を示すフローチャートである。

【図 6】図 6 (a) は弱め界磁状態での回転子の要部断面図であり、図 6 (b) は強め界磁状態での回転子の要部断面図である。

10

20

30

40

50

【図7】本発明の一実施形態の参考技術の変形例に係る電動機の断面図である。

【図8】図8(a)は本発明の一実施形態に係る弱め界磁状態での回転子の要部断面図であり、図8(b)は本発明の一実施形態に係る強め界磁状態での回転子の要部断面図である。

【図9】図9(a)は図8(a)に示すB-B線断面図であり、図9(b)は図8(b)に示すB-B線断面図である。

【図10】本発明の一実施形態に係る油圧制御装置の構成図である。

【図11】本発明の一実施形態に係る電動機の動作を示すフローチャートである。

【図12】図12(a)は本発明の一実施形態の変形例に係る弱め界磁状態での回転子の要部断面図であり、図12(b)は本発明の一実施形態の変形例に係る強め界磁状態での回転子の要部断面図である。

10

【符号の説明】

【0052】

10 電動機

11 回転子

11a 外周側永久磁石

11b 内周側永久磁石

13 油圧制御装置(流体供給手段)

26a 外周側端部

26b 内周側端部

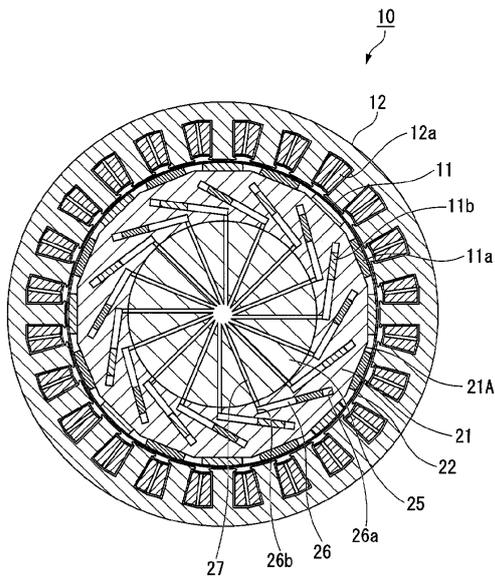
27 第1油路(流体供給手段)

28 第2油路(流体供給手段)

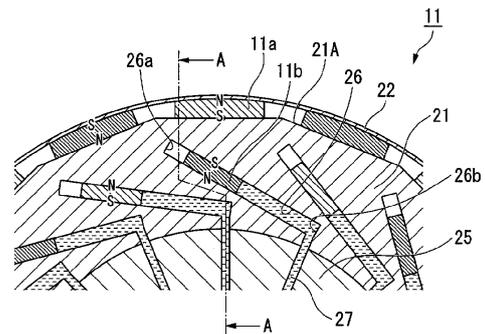
41 スプリング(反力付与部材)

20

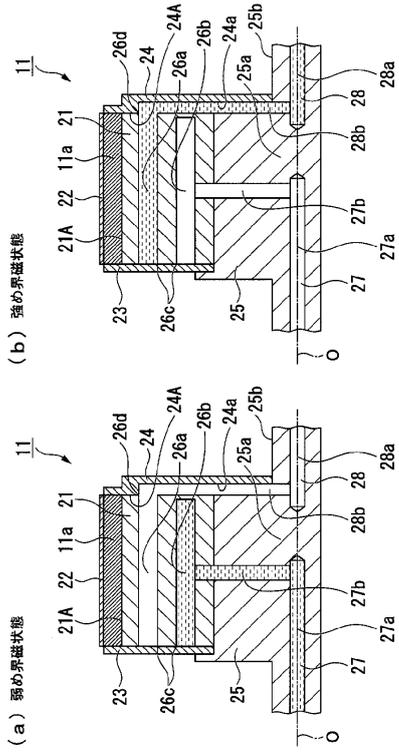
【図1】



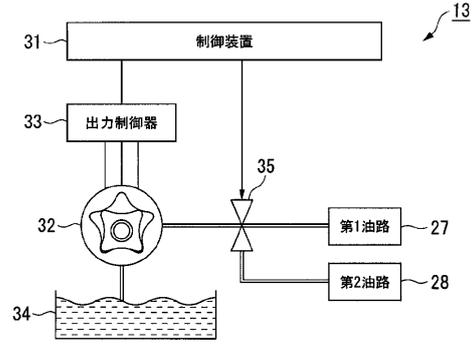
【図2】



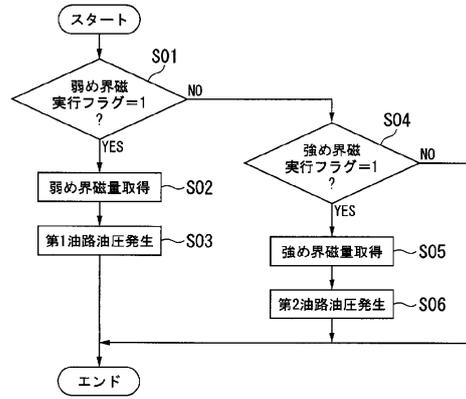
【図3】



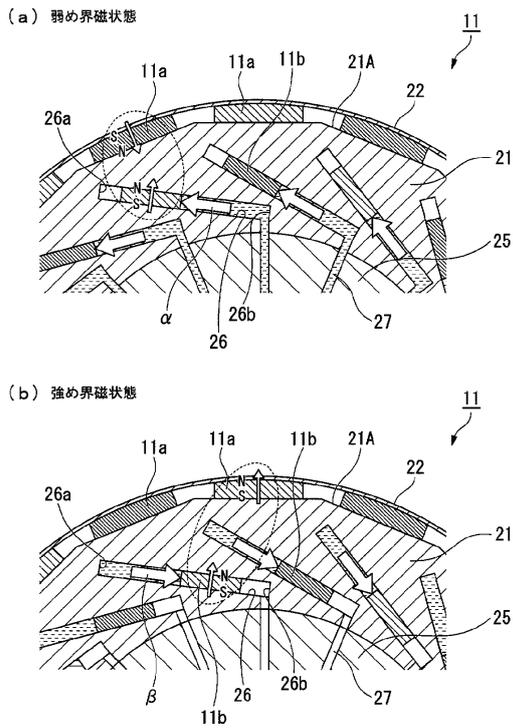
【図4】



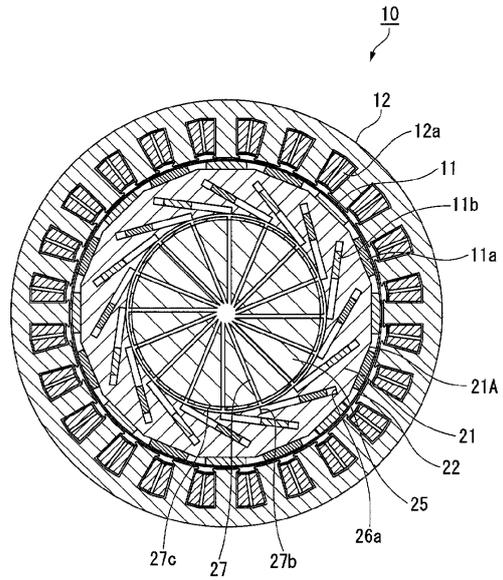
【図5】



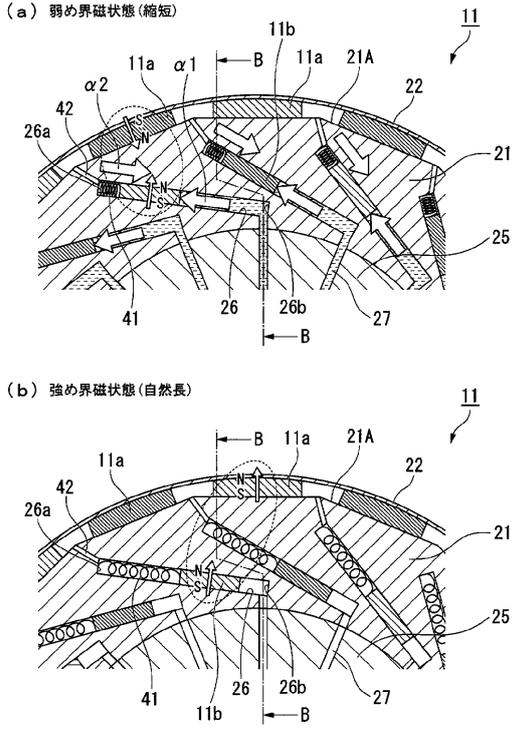
【図6】



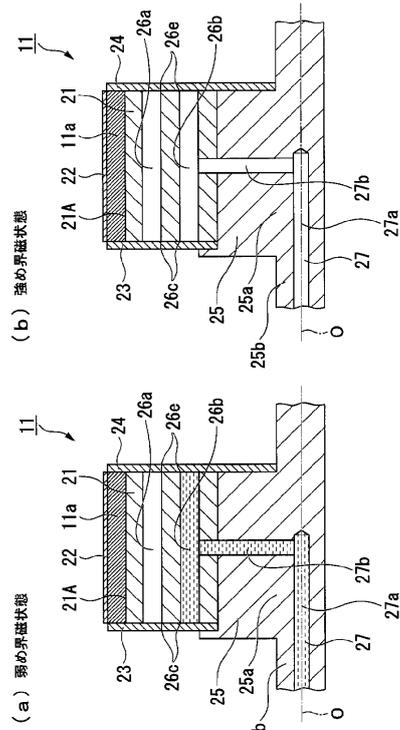
【図7】



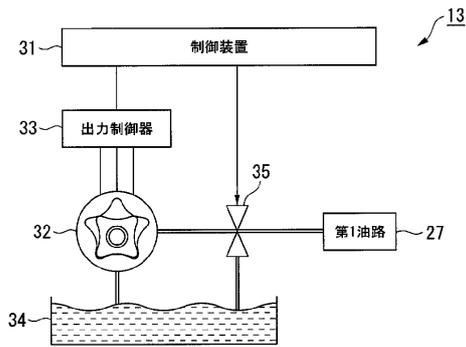
【図8】



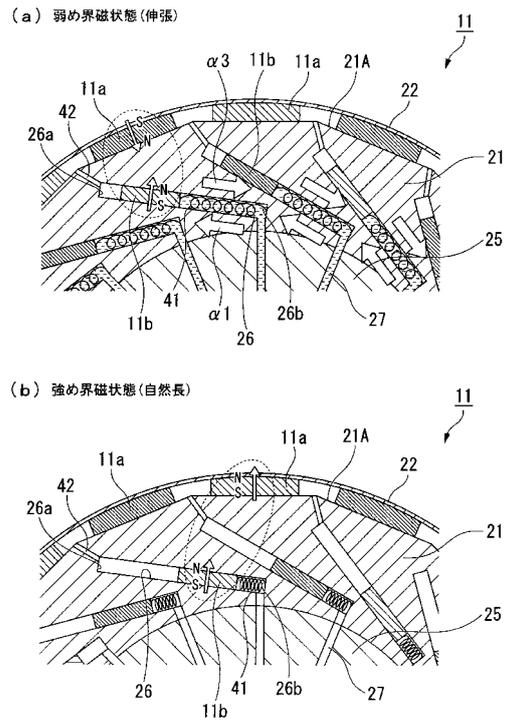
【図9】



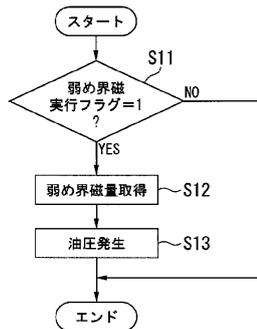
【図10】



【図12】



【図11】



フロントページの続き

- (72)発明者 福井 健太郎
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 貝塚 正明
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

審査官 高橋 祐介

- (56)参考文献 特開2002-204541(JP,A)
特開2002-112474(JP,A)
特開2004-072978(JP,A)
特開2006-014457(JP,A)
特開2005-168183(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| H02K | 1/27 |
| H02K | 21/16 |