

(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2009-72012
(P2009-72012A)

(43) 公開日 平成21年4月2日(2009.4.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2K 5/24 (2006.01)	HO2K 5/24 A	5H605
HO2K 21/24 (2006.01)	HO2K 21/24 G	5H621
	HO2K 21/24 M	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2007-239268 (P2007-239268)	(71) 出願人	000003997 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(22) 出願日	平成19年9月14日 (2007.9.14)	(74) 代理人	100147485 弁理士 杉村 憲司
		(74) 代理人	100072051 弁理士 杉村 興作
		(74) 代理人	100114292 弁理士 来間 清志
		(74) 代理人	100107227 弁理士 藤谷 史朗
		(74) 代理人	100134005 弁理士 澤田 達也

最終頁に続く

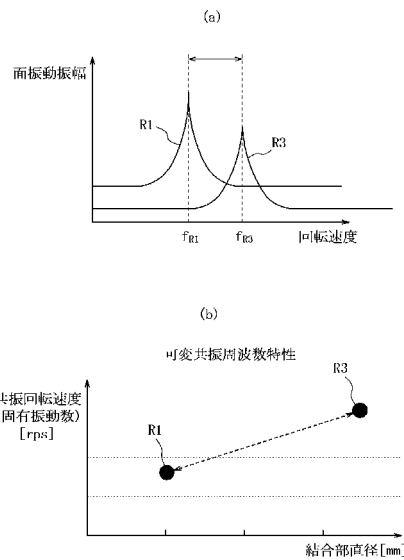
(54) 【発明の名称】 アキシシャルギャップ型回転電機

(57) 【要約】

【課題】 アキシシャルギャップ型回転電機の運転中にロータが面振動による共振を防止する。

【解決手段】 ステータ1と、円盤形状のロータ6とを軸線0方向に対向配置し、前記ステータ1と前記ロータ6との間で発生する電磁力で前記ロータ6を駆動するアキシシャルギャップ型の回転電機において、前記ロータ6と該ロータ6に結合する出力軸4との結合状態である接合部半径をR1からR3に変化させる。これにより、前記ロータ6が面振動により共振する固有振動数を、 f_{R1} に等しい前記ロータの回転速度から離隔して、 f_{R3} にする。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ステータと、円盤形状のロータとを軸線方向に対向配置し、前記ステータと前記ロータとの間で発生する電磁力で前記ロータを駆動するアキシアルギャップ型の回転電機において、

前記ロータと該ロータに結合する出力軸との結合状態を変化させることにより、前記ロータが面振動により共振する固有振動数を前記ロータの回転速度から離隔するよう構成したことを特徴とするアキシアルギャップ型回転電機。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のアキシアルギャップ型回転電機において、

前記電磁力の軸線方向成分によって前記結合状態を変化させることを特徴とするアキシアルギャップ型回転電機。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のアキシアルギャップ型回転電機において、

前記ロータと前記出力軸とが接合する接合面の半径を変化させることにより、前記結合状態を変化させることを特徴とするアキシアルギャップ型回転電機。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のアキシアルギャップ型回転電機において、

前記接合面が、軸線方向に突出したテーパと該テーパを受け止める面の組合せであることを特徴とするアキシアルギャップ型回転電機。

【請求項 5】

請求項 3 に記載のアキシアルギャップ型回転電機において、

前記接合面が、軸線方向に突出した曲面と該曲面を受け止める面の組合せであることを特徴とするアキシアルギャップ型回転電機。

【請求項 6】

請求項 3 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のアキシアルギャップ型回転電機において、

前記接合面に前記ロータの軸線方向位置を規定するストッパを介挿し、該ストッパは前記電磁力の軸線方向成分によって変形しながら前記接合面の半径を変化させることを特徴とするアキシアルギャップ型回転電機。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のアキシアルギャップ型回転電機において、

前記接合面は軸線方向に直角な環状であって、該環状接合面をなすロータ側部材または出力軸側部材のうち一方側部材の環状接合面内径側に前記ストッパを取り付け、

前記環状接合面外径側になる前記一方側部材の端面を前記ストッパよりも高剛性の部材で形成し、

前記ストッパを前記一方側部材の端面よりも軸線方向に突出させて他方側部材に接合し、

前記ストッパの変形により前記一方側部材の端面が他方側部材に接合することを特徴とするアキシアルギャップ型回転電機。

【請求項 8】

請求項 1 に記載のアキシアルギャップ型回転電機において、

前記ロータと前記出力軸とを相互に押圧させて接合し、

前記ロータと前記出力軸との間に前記押圧力を変化させるアクチュエータを設け、

該アクチュエータが前記ロータと前記出力軸との接合半径を変化させることにより、前記結合状態を変化させることを特徴とするアキシアルギャップ型回転電機。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のアキシアルギャップ型回転電機において、

前記アクチュエータは、前記ロータを軸線方向に変位させるピストン機構であることを特徴とするアキシアルギャップ型回転電機。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

請求項 9 に記載のアキシャルギャップ型回転電機において、
前記ピストン機構は、前記出力軸の回転速度が所定値より大きい場合に、前記ロータと前記ステータとのエアギャップを大きくすることを特徴とするアキシャルギャップ型回転電機。

【請求項 11】

前記ステータに電機子巻線を設け、前記ロータに永久磁石を設け、該ロータを前記電機子巻線の界磁と同期速度で駆動する請求項 2 に記載のアキシャルギャップ型回転電機において、

前記電機子巻線の電流値および電流位相角によって前記電磁力の軸線方向成分を制御する手段を設けたことを特徴とするアキシャルギャップ型回転電機。

10

【請求項 12】

請求項 11 に記載のアキシャルギャップ型回転電機において、

前記電磁力の軸線方向成分は、前記ステータと前記ロータとの間の吸引力であって、

前記手段は、前記出力軸の目標出力トルクを達成する前記電流位相角の極性を、前記吸引力を強める側にすることを特徴とするアキシャルギャップ型回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ステータと、円盤形状のロータとを軸線方向に対向配置したアキシャルギャップ型回転電機が、面振動により共振することを防止する技術に関する。

20

【背景技術】

【0002】

単位時間における円運動回数である回転電機のロータ回転速度が、単位時間における波形運動回数である回転電機の固有振動数と符合する場合、ロータが加振力を回転電機に与えることになって、回転電機が共振するという問題が知られている。

そこで従来、回転電機の共振を防止する技術として、例えば特許文献 1 に記載のごときものが知られている。

特許文献 1 に記載の回転電機は、回転電機のフレームに熱交換器を取り付ける取付剛性調整ボルトの締め付け力を調整することにより取り付け剛性を適宜に変化させて、これにより回転電機全体の固有振動数を変化させるというものである。特許文献 1 に記載の技術は、回転電機の据え付け剛性が工場出荷時の評価と異なっても、共振現象を回避して静粛な運転を図るものである。

30

【特許文献 1】特開平 8 - 107650 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、上記従来のような回転電機によっても、回転電機のロータ自身の固有振動数を変化させることはできない。特に、ロータが円盤形状であるアキシャルギャップ型回転電機にあっては、ロータ厚みが小さく、当該ロータ厚みと比較してロータ半径が大きいことからロータの剛性が低く、軸線方向に直角な仮想平面に対してロータが撓んだり歪んだりする振動モードである面振動が生じやすい。

40

ロータ回転速度がロータ自身の固有振動数と符合した場合、ロータ自身の共振が無視し得ないほど大きくなって、回転電機の静粛な運転を妨げてしまう。

【0004】

なお、ロータにリブなどの補強部材を設けることが考えられるが、このような補強部材は、ロータを駆動する電磁力の磁気回路としてなんら有用でなく、むしろ、ロータ自身の体積が大きくなって、前記磁気回路を構成する磁束の密度を弱めてしまい、ロータ出力トルクが減少する。

【0005】

本発明は、上述の実情に鑑み、別途の補強部材をロータに設けることなく、ロータの共

50

振を効果的に防ぐことができる技術を提案するものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この目的のため本発明によるアキシアルギャップ型回転電機は、請求項1に記載のごとく、

ステータと、円盤形状のロータとを軸線方向に対向配置し、前記ステータと前記ロータとの間で発生する電磁力で前記ロータを駆動するアキシアルギャップ型の回転電機において、

前記ロータと該ロータに結合する出力軸との結合状態を変化させることにより、前記ロータが面振動により共振する固有振動数を前記ロータの回転速度から離隔するよう構成したことを特徴としたものである。

10

【発明の効果】

【0007】

かかる本発明の構成によれば、ロータと該ロータに結合する出力軸との結合状態を変化させることにより、前記ロータが面振動により共振する固有振動数を前記ロータの回転速度から離隔するよう構成したことから、回転電機の運転中にロータ自身の共振を防止して静粛な運転が可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、本発明の実施の形態を、図面に示す実施例に基づき詳細に説明する。

20

【実施例1】

【0009】

図1～図3は本発明の第1実施例になるアキシアルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図である。

【0010】

アキシアルギャップ型回転電機11のステータ1は、ステータコア2とステータ鉄心5と電機子巻線7とを具える。

強磁性体材料からなるステータコア2は円環状であり、ステータコア2の外周縁でモータケース8に支持固定される。またステータコア1の中央部には、中心孔3を設け、出力軸4を貫通させる。この出力軸4は中心孔3に設けた軸受で回動自在に支持される。ステータコア2のうち中心孔3より外径側の部位には、複数のステータ鉄心5を周方向に等間隔となるよう配置する。積層鋼板からなるステータ鉄心5は、ステータコア2から出力軸4の軸線O方向に突出し、先端5sが拡幅してロータ6と対向する。それぞれのステータコア5の軸線O方向中程には、電機子巻線7を巻回する。

30

【0011】

ロータ6は円盤状であり、エアギャップ9を介して上述したステータ鉄心先端5sと向き合うロータ6前面には複数の永久磁石10を周方向に等間隔となるよう配置する。ロータ6の内部には、バックヨーク12を埋設し、バックヨーク12を永久磁石10に貼り合わせる。永久磁石10は軸線O方向に着磁され、バックヨーク12は磁気回路を通す。ステータ1の電機子巻線7を流れる交流電流は回転磁界を発生させて、永久磁石10の磁束と共に磁気回路を形成する。この磁気回路は、ステータ1と、永久磁石10を具えるロータ6との間で電磁力を発生させて、ロータ6を同期モータとして回転させる。

40

【0012】

ロータ6の中央に前述の出力軸4を貫通する。この出力軸4はスプラインによりロータ6と相対回転不能に係合して、ロータ6の回転を取り出す。ステータ鉄心5と軸線O方向で同じ位置には、出力軸4の中程を拡径して大径部4dを形成する。大径部4dは、ロータ6側で軸線Oに直角な環状端面4tを具える。環状端面4tの内径側には、軸線Oを中心とする環状のストッパ13を取り付ける。ストッパ13は、ロータ6前面と接合して、ロータ6の軸線方向位置を規定する。

【0013】

50

ストッパ 1 3 は、テーパに形成され、ロータ 6 前面と出力軸 4 のストッパ 1 3 とが接合する接合面は、図 1 に示すように軸線 O 方向に突出したテーパと、このテーパを受け止める面の組合せになる。ストッパ 1 3 は、金属類の中でもヤング率の高い軽金属あるいはゴム類乃至樹脂類の中でもヤング率の低い硬質ゴム乃至硬質樹脂からなり、軸線 O 方向のスラストが生じると、僅かに変形する。そうすると、上述した接合面の接合面積が変化する。

【 0 0 1 4 】

ロータ 6 から見てストッパ 1 3 と反対側には、出力軸 4 に通された環状のカラー 1 4 と、菊ワッシャ 1 5 と、菊ワッシャ 1 5 によって緩まないよう出力軸 4 に螺合するロックナット 1 6 とを軸線 O 方向に順次配設する。カラー 1 4 はロータ 6 背面が出力軸 4 から抜け出ることを防止する。上述および図 1 に示すようにロータ 6 は前面および背面から軸線 O 方向位置を規定されて、軸線 O 方向にガタツキ無く出力軸 O と結合する。

10

【 0 0 1 5 】

次に第 1 実施例のアキシシャルギャップ型回転電機 1 1 の作用について説明する。

ステータ 1 とロータ 6 との間で磁気回路による電磁力が発生してロータ 6 が回転するが、この電磁力としてステータ 1 とロータ 6 との間には吸引力が発生する。ロータ 6 から見てステータ 1 と出力軸大径部 4 d とが同じ前面側にあることから、電磁力の軸線 O 方向成分になる吸引力が、大径部 4 d とロータ 6 との間に介在するストッパ 1 3 にスラストを与える。

【 0 0 1 6 】

この吸引力が少なく、ストッパ 1 3 を押圧する軸線 O 方向のスラストが少ない場合にはストッパ 1 3 が殆ど変形しないことから、ストッパ 1 3 とロータ 6 との接合面の半径は図 1 に示すように R 1 となる。

20

【 0 0 1 7 】

この吸引力が図 1 に示す場合よりも大きいとき、図 2 に細い矢で示す電磁力の軸線 O 方向成分がロータ 6 を引き寄せせる。そうするとスラストによりストッパ 1 3 が変形し、テーパが少なくなるとともにストッパ 1 3 とロータ 6 との接合面の半径が大きくなって図 2 に示すように R 2 となる ($R 1 < R 2$)。

【 0 0 1 8 】

この吸引力が図 2 に示す場合よりもさらに大きいとき、図 3 に太い矢で示す電磁力の軸線 O 方向成分がロータ 6 を引き寄せせる。そうするとスラストによりストッパ 1 3 がさらに変形し、テーパがなくなるとともにストッパ 1 3 とロータ 6 との接合面の半径が大きくなって図 3 に示すように R 3 となる ($R 1 < R 2 < R 3$)。この場合、ストッパ 1 3 よりも外径側にある大径部 4 d の環状端面 4 t が、ロータ 6 に接合する。環状端面 4 t およびロータ 6 は、ストッパ 6 よりもヤング率が小さい鋼なので、ロータ 6 の支持剛性が最も大きくなる。

30

【 0 0 1 9 】

このように電磁力の軸線 O 方向成分によって出力軸 4 とロータ 6 との接合面の半径を、R 1、R 2、R 3 と連続的に変化させて、ロータ 6 が面振動により共振する固有振動数を変化させる。図 3 に示す状態から吸引力を減少させると接合面の半径が R 3 から減少し、図 1 および図 2 に示す状態に戻る。

40

【 0 0 2 0 】

図 4 (a) は第 1 実施例におけるロータ 6 の面振動の振幅とロータ回転速度との関係を示すグラフである。接合面の半径が R 1 のとき、ロータ 6 の面振動の振幅が最も大きくなる固有振動数は f_{R1} である。つまりロータ回転速度が f_{R1} のとき、ロータ 6 の面振動が最も大きくなる。なお固有振動数もロータ回転速度も単位時間における運動であるため、双方とも図 4 (a) の横軸に示す。

【 0 0 2 1 】

接合面の半径が R 3 ($> R1$) のとき、ロータ 6 の面振動の振幅が最も大きくなる固有振動数は f_{R3} ($> f_{R1}$) である。接合面の半径が大きいほど、接合面積が大きくなり、ロー

50

タ 6 の支持剛性が高くなるため、固有振動数が大きくなる。

【 0 0 2 2 】

第 1 実施例では、図 4 (a) に矢で示すように、接合面の半径を R_1 と R_3 との間で変化させることで、ロータ 6 の面振動による固有振動数を変化させ、ロータ 6 の回転速度から離隔する。例えば、ロータ回転速度が f_{R3} のときは、接合面半径を R_1 として、ロータ固有振動数を f_{R3} から離隔する。また、ロータ回転速度が f_{R1} のときは、接合面半径を R_3 として、ロータ固有振動数を f_{R1} から離隔する。これにより、ロータ 6 の面振動の共振を防止することができ、静粛な運転が可能になる。

【 0 0 2 3 】

上述した図 4 (a) に示した第 1 実施例のロータ 6 の固有振動数につき、図 4 (b) のマップに改めて示す。図 4 (b) の横軸は上述した接合部半径を 2 倍した結合部直径である。また縦軸は面振動により共振するロータ 6 の共振回転速度であり、図 4 (a) に示した固有振動数と同じである。図 4 (b) に示すように、結合部直径が大きくなれば共振回転速度も大きくなる。第 1 実施例では結合部直径を変化させて、ロータ 6 の共振回転速度を実際の回転速度から離隔することにより、ロータ 6 の面振動の共振を防止することができ、静粛な運転が可能になる。

10

【 実施例 2 】

【 0 0 2 4 】

図 5 ~ 図 7 は本発明の第 2 実施例になるアキシアルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図である。図 5 は接合面半径が小さい状態 (= R_1) を表す。図 6 は接合面半径が図 5 の状態より大きい状態 (= R_2) を表す。また図 7 は接合面半径が図 6 の状態より大きい状態 (= R_4) を表す。この第 2 実施例の基本構成は、上述した第 1 実施例と共通するため、同一部材については、共通する符号を付して説明を省略し、異なる構成について説明する。

20

【 0 0 2 5 】

第 2 実施例のアキシアルギャップ型回転電機 2 1 は、出力軸 4 が貫通した環状のストッパ 2 3 を具える。ストッパ 2 3 の材質は上述した第 1 実施例のストッパ 1 3 と同じであるが、テーパではなく、凸曲面で、ストッパ 2 3 の表面は、周縁から軸中心に向かうほど、ロータ 6 側へ球面や双曲面などの曲面で突出し、ストッパ 2 3 の軸中心部がロータ 6 前面に接合する。これにより、ロータ 6 の軸線 O 方向の動きをガタツキ無く規制する。

30

これに対しストッパ 2 3 の周縁部は、図 5 に示すように端面 4 t よりも窪んでおり、軸線 O を中心とする環状の窪み部 4 k を形成する。

【 0 0 2 6 】

ステータ 1 とロータ 6 との間の吸引力 (電磁力) が少なく、ストッパ 2 3 を押圧する軸線 O 方向のスラストが少ない場合にはストッパ 2 3 が殆ど変形しないことから、ストッパ 2 3 とロータ 6 との接合面の半径は図 5 に示すように R_1 となる。

【 0 0 2 7 】

吸引力 (電磁力) が図 5 に示す場合よりも大きいとき、図 6 に細い矢で示す電磁力の軸線 O 方向成分がロータ 6 を引き寄せる。そうするとスラストによりストッパ 2 3 が変形し、凸曲面が少なくなるとともにストッパ 2 3 とロータ 6 との接合面の半径が大きくなって図 6 に示すように R_2 となる ($R_1 < R_2$) 。

40

【 0 0 2 8 】

吸引力 (電磁力) が図 6 に示す場合よりもさらに大きいとき、図 7 に太い矢で示す電磁力の軸線 O 方向成分がロータ 6 を引き寄せる。そうするとスラストによりストッパ 2 3 がさらに変形して凸曲面がなくなるとともに、ストッパ 1 3 とロータ 6 との接合面の半径が大きくなって図 7 に示すように窪み部 4 k を除いた R_4 となる ($R_1 < R_2 < R_4$) 。この場合、ストッパ 1 3 よりも外径側にある大径部 4 d の環状端面 4 t が、ロータ 6 に接合する。環状端面 4 t およびロータ 6 は、ストッパ 6 よりもヤング率が小さく高鋼性なので、ロータ 6 の支持剛性が最も大きくなる。

【 0 0 2 9 】

50

図8は第2実施例におけるロータ6の面振動の振幅とロータ回転速度との関係を示すグラフである。接合面の半径が R_1 のとき、ロータ6の面振動の振幅が最も大きくなる固有振動数は f_{R_1} である。つまりロータ回転速度が f_{R_1} のとき、ロータ6の面振動が最も大きくなる。

【0030】

接合面の半径が $R_4 (>R_1)$ のとき、ロータ6の面振動の振幅が最も大きくなる固有振動数は $f_{R_4} (>f_{R_1})$ である。接合面の半径が大きいくほど、接合面積が大きくなり、ロータ6の支持剛性が高くなるため、固有振動数が大きくなる。

【0031】

第2実施例では、図8に矢で示すように、接合面の半径を R_1 と R_4 との間で変化させることで、ロータ6の面振動による固有振動数を変化させ、ロータ6の回転速度から離隔する。例えば、ロータ回転速度が f_{R_4} のときは、接合面半径を R_1 として、ロータ固有振動数を f_{R_4} から離隔する。また、ロータ回転速度が f_{R_1} のときは、接合面半径を R_4 として、ロータ固有振動数を f_{R_1} から離隔する。これにより、ロータ6の面振動の共振を防止することができ、静粛な運転が可能になる。

10

【0032】

特に第2実施例では、ロータ6と出力軸4とが接合する接合面が、軸線O方向に突出した曲面であるストッパ23と、該曲面を受け止めるロータ6前面の組合せであることから、

前述した第1実施例のテーパであるストッパ13とは、前記吸引力に対するロータ固有振動数の変化特性を異ならせることができる。また、窪み部4kを具えることから、ロータ固有振動数を非連続的に変化させることができる。

20

【実施例3】

【0033】

図9および図10は本発明の第3実施例になるアキシアルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図である。図9は接合面半径が小さい状態(= R_1)を表す。図10は接合面半径が図9の状態より大きい状態(= R_3)を表す。この第3実施例の基本構成は、上述した第1実施例と共通するため、同一部材については、共通する符号を付して説明を省略し、異なる構成について説明する。

【0034】

第3実施例のアキシアルギャップ型回転電機31は、出力軸4が貫通した環状のストッパ33を具える。ストッパ33の材質は上述した第1実施例のストッパ13と同じであるが、テーパではなく、軸線Oに直角な平面でロータ6前面に接合する。これにより、ロータ6の軸線O方向の動きをガタツキ無く規制する。

30

【0035】

ステータ1とロータ6との間の吸引力(電磁力)が少なく、吸引力(電磁力)の軸線O方向成分が図9に細い矢で示すように少ない場合には、ストッパ33が殆ど変形しないことから、ストッパ33とロータ6との接合面の半径は図9に示すように R_1 となる。

【0036】

吸引力(電磁力)が図9に示す場合よりも大きいとき、図10に太い矢で示す電磁力の軸線O方向成分がロータ6を引き寄せさせる。そうするとスラストによりストッパ33が変形して、ストッパ13よりも外径側にある大径部4dの環状端面4tが、ロータ6に接合する。環状端面4tおよびロータ6は、ストッパ6よりもヤング率が小さく高鋼性なので、ロータ6の支持剛性が最も大きくなる。

40

【0037】

第3実施例でも接合面の半径を R_1 と R_3 との間で変化させることで、ロータ6の面振動による固有振動数を変化させ、ロータ6の回転速度から離隔する。例えば、ロータ回転速度が f_{R_3} のときは、接合面半径を R_1 として、ロータ固有振動数を f_{R_3} から離隔する。また、ロータ回転速度が f_{R_1} のときは、接合面半径を R_3 として、ロータ固有振動数を f_{R_1} から離隔する。これにより、ロータ6の面振動の共振を防止することができ、静粛な運

50

転が可能になる。

【0038】

特に第3実施例では、ロータ6と出力軸4とが接合する接合面が、軸線O方向に直角な平面であるストッパ33と、該平面を受け止めるロータ6前面の組合せであることから、前述した第1実施例のテーパであるストッパ13とも、第2実施例の曲面であるストッパ23とも異なるよう、前記吸引力に対するロータ固有振動数の変化特性を設計することができる。

【実施例4】

【0039】

図11は本発明の第4実施例になるアキシアルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図である。図11は接合面半径が小さい状態(=R1)を表す。この第4実施例の基本構成は、上述した第1実施例と共通するため、同一部材については、共通する符号を付して説明を省略し、異なる構成について説明する。

10

【0040】

第4実施例のアキシアルギャップ型回転電機41は、出力軸大径部4dの軸線Oに直角な端面が、ロータ6前面に直接に接合する。これにより、ロータ6の軸線O方向の動きをガタつき無く規制する。ロータ6前面は、図11に示すように、軸中心部でテーパに形成される。

【0041】

吸引力(電磁力)が図11に示す場合よりも大きいとき、電磁力の軸線O方向成分がロータ6を引き寄せる。そうするとスラストによりテーパ6前面が変形し、テーパが少なくなるとともに大径部4dとロータ6との接合面の半径が大きくなる。

20

【0042】

このように電磁力の軸線O方向成分によって出力軸4とロータ6との接合面の半径を変化させて、ロータ6が面振動により共振する固有振動数を変化させる。これにより、ロータ6の面振動の共振を防止することができ、静粛な運転が可能になる。

【0043】

上述した第1～第4実施例のアキシアルギャップ型回転電機11, 21, 31, 41はいずれも吸引力になる電磁力の軸線O方向成分によって出力軸4とロータ6との接合面の半径を変化させる。この電磁力の制御は、図12に示す交流電流と吸引力との関係を表した特性図に基づく。

30

【0044】

図12中、横軸は電機子巻線7を流れる相電流の実効値(または最大値)であり、縦軸は、ステータ1とロータ6との間に発生する電磁力の軸線O方向成分になる吸引力である。また、図12中には、電流位相角が-90度(強め界磁)のときを破線で示す。また、電流位相角が0度のときを実線で示す。また、電流位相角が+90度(弱め界磁)のときを一点鎖線で示す。

通常は、相電流を I_a 以下にしてアキシアルギャップ型回転電機11, 21, 31, 41を駆動運転する。また電流位相角の極性を+側にする弱め界磁制御を行う。このため、吸引力を弱める側になる。したがって通常運転における駆動時使用領域は、図12に示すように $\theta = 0$ 度の線と、電機位相角 $\theta = +90$ 度の線と、相電流 $= I_a$ の線で包囲されたを示す。

40

【0045】

上述した通常運転における駆動時使用領域に対し、ロータ固有振動数を前述した図4および図8のように変化させてロータ回転速度から離隔するときは、相電流を I_a 以上にしてアキシアルギャップ型回転電機11, 21, 31, 41を駆動運転する。また電流位相角の極性を-側にする強め界磁制御を行う。このため、吸引力を強める側になる。図12には、実線の楕円で示すように、固有振動数を回転速度から離隔する運転における固有値可変制御領域を示す。

【0046】

50

ここで弱め界磁制御および強め界磁制御につき、図13に沿って説明する。図13は、ステータ鉄心5と、磁石10との周方向相対位置関係を模式的に示す周方向展開図であって、電流位相角が0のときを示す。図13において、電流位相角の極性を-側にするると先端5sがN極であるステータ鉄心5に、前面がS極の永久磁石10bが近づくこととなり、吸引力が強くなることが理解されよう。

【実施例5】

【0047】

図14および図15は本発明の第5実施例になるアキシアルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図である。図14は接合面半径が大きい状態(=R3)を表す。図15は接合面半径が図14の状態より小さい状態(=R1)を表す。この第5実施例の基本構成は、上述した第1実施例と共通するため、同一部材については、共通する符号を付して説明を省略し、異なる構成について説明する。

10

【0048】

第5実施例のアキシアルギャップ型回転電機51は、ロータ6と出力軸4との接合面積を変化させるアクチュエータを具える。このアクチュエータは、ロータ6を軸線方向に変位させるピストン機構である。

【0049】

環状の皿ばね52に出力軸4を貫通し、この皿ばね52をロータ6背面に配設する。カラー14は皿ばね52が軸線0方向に抜け出ることを防止する。皿ばね52はロータ6を出力軸大径部4d側に押圧し、図14に示すようにロータ6を出力軸大径部4dに接合する。

20

【0050】

出力軸大径部4dには、軸線0方向に摺動するピストン53と、ピストン53を収納するシリンダ54を設ける。シリンダ54は、出力軸4内部に設けた油圧配管55と接続する。ロータ6が大径部4dに半径R3で接合する間、図14に示すようにピストン53は完全にシリンダ54に収納されている。

【0051】

油圧配管55からシリンダ54に油圧を供給して、ピストン53を大径部4dの環状端面4tから突出させてロータ6を皿ばね52側に変位させると、図15に示すように、ロータ6と出力軸大径部4dとの接合面半径がR1と小さくなる。

30

なお、シリンダ54の油圧を低下させると、皿ばね52の押圧力によってピストン53は環状端面4tまで後退する。このようにシリンダ54の油圧を変化させることにより、接合面半径をR1またはR4に任意に変化させることができる。

【0052】

以上の説明から明らかなように第5実施例では、図16の特性図に示すように、接合面半径がR3のとき面振動により共振する固有振動数(回転速度)は f_{R3} である。接合面半径がR1のとき面振動により共振する固有振動数(回転速度)は f_{R1} である。ロータ6と出力軸4との接合半径がR3と大きければ、ロータ6の支持剛性が高いため、図16に示すように、固有振動数 f_{R3} が固有振動数 f_{R1} より大きくなる。固有振動数を図16の矢に示すように小さくするには、シリンダ54に油圧を供給して接合面半径をR3からR1に小さくする。

40

【0053】

また第5実施例のアキシアルギャップ型回転電機51では、ピストン機構を用いてロータ6の軸線0方向に変位させることから、第1~第4実施例のアキシアルギャップ型回転電機よりも、遥かにロータ6の軸線0方向変位量を大きくすることができ、エアギャップ9を大きくすることができる。したがって、ロータ回転速度が所定値よりも大きい場合には、エアギャップ9を大きくしてモータとしての高速回転に不利益となる誘起電圧を低下させることができる。

【0054】

これまで説明して来た第1~第5実施例のアキシアルギャップ型回転電機11, 21,

50

3 1 , 4 1 , 5 1 はロータを 1 個具える構造であったが、以下に説明するようにロータを 2 個具えた 2 ロータ 1 ステータ構造のアキシシャルギャップ型回転電機であっても、ロータと出力軸との結合状態を変化させて、ロータが面振動により共振する固有振動数をロータの回転速度から離隔することが可能である。

【実施例 6】

【0055】

図 17 は本発明の第 6 実施例になるアキシシャルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図であり、接合面半径が小さい状態 (= R 1) を表す。この第 6 実施例の基本構成は、上述した第 1 実施例と共通し、ステータ 1 からみてロータ 6 を左右対称に配置したものである。

10

【実施例 7】

【0056】

図 18 は本発明の第 7 実施例になるアキシシャルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図であり、接合面半径が大きい状態 (= R 3) を表す。この第 7 実施例の基本構成は、上述した第 5 実施例と共通し、ステータ 1 からみてロータ 6 を左右対称に配置したものである。

【0057】

なお、上述したのはあくまでも本発明の一実施例であり、本発明はその主旨に逸脱しない範囲において種々変更が加えられうるものである。

【図面の簡単な説明】

20

【0058】

【図 1】本発明の第 1 実施例になるアキシシャルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図である。

【図 2】本発明の第 1 実施例になるアキシシャルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図である。

【図 3】本発明の第 1 実施例になるアキシシャルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図である。

【図 4】同実施例のロータの面振動により共振する固有振動数を示す特性図であり、(a) はロータ面振動の振幅とロータ回転速度との関係を示すグラフ、(b) は結合状態の変化と共振回転速度との関係を示すグラフである。

30

【図 5】本発明の第 2 実施例になるアキシシャルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図である。

【図 6】本発明の第 2 実施例になるアキシシャルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図である。

【図 7】本発明の第 2 実施例になるアキシシャルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図である。

【図 8】同実施例におけるロータ面振動の振幅とロータ回転速度との関係を示すグラフである。

【図 9】本発明の第 3 実施例になるアキシシャルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図である。

40

【図 10】本発明の第 3 実施例になるアキシシャルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図である。

【図 11】本発明の第 4 実施例になるアキシシャルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図である。

【図 12】第 1 ~ 第 4 実施例のアキシシャルギャップ型回転電機の相電流と吸引力との関係を示す特性図である。

【図 13】ステータ鉄心とロータ永久磁石との周方向相対位置関係を模式的に示す周方向展開図である。

【図 14】本発明の第 5 実施例になるアキシシャルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図である。

50

【図 1 5】本発明の第 5 実施例になるアキシアルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図である。

【図 1 6】同実施例におけるロータ面振動の振幅とロータ回転速度との関係を示すグラフである。

【図 1 7】本発明の第 6 実施例になるアキシアルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図である。

【図 1 8】本発明の第 7 実施例になるアキシアルギャップ型回転電機の構造を概略示す縦断面図である。

【符号の説明】

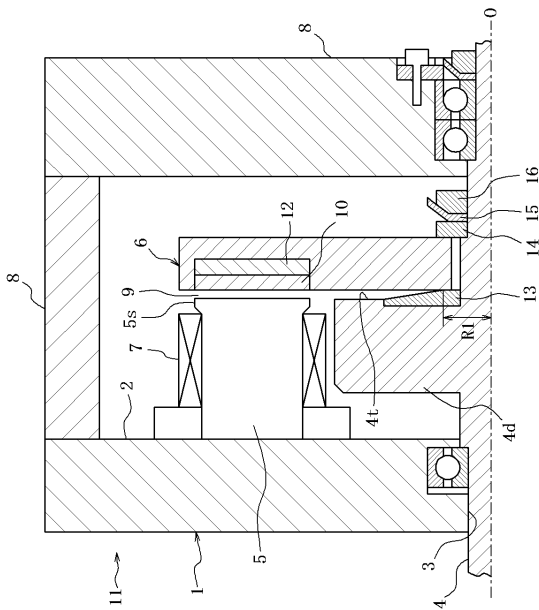
【 0 0 5 9 】

- 1 回転電機のステータ
- 2 ステータコア
- 4 出力軸
- 5 ステータ鉄心
- 6 回転電機のロータ
- 7 電機子巻線
- 8 モータケース
- 9 エアギャップ
- 1 0 ロータ永久磁石
- 1 2 バックヨーク
- 1 3 ストップバ
- 1 4 カラー
- 1 5 菊ワッシャ
- 1 6 ロックナット
- 2 3 , 3 3 ストップバ
- 5 2 皿ばね
- 5 3 ピストン
- 5 4 シリンダ
- 5 5 油圧配管

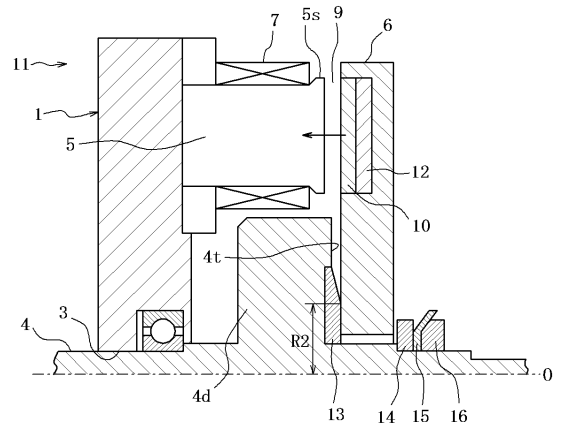
10

20

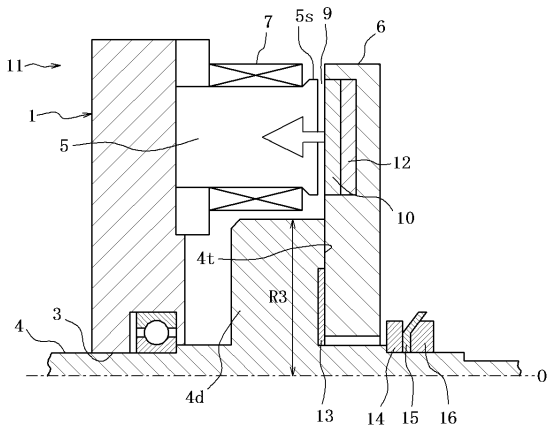
【 図 1 】



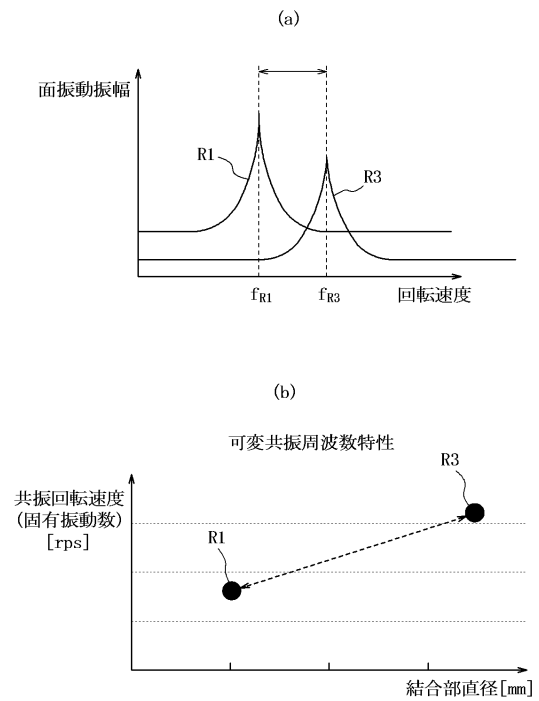
【 図 2 】



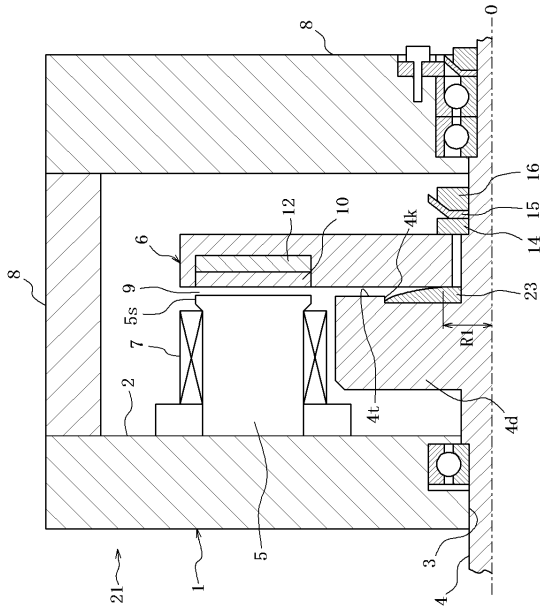
【 図 3 】



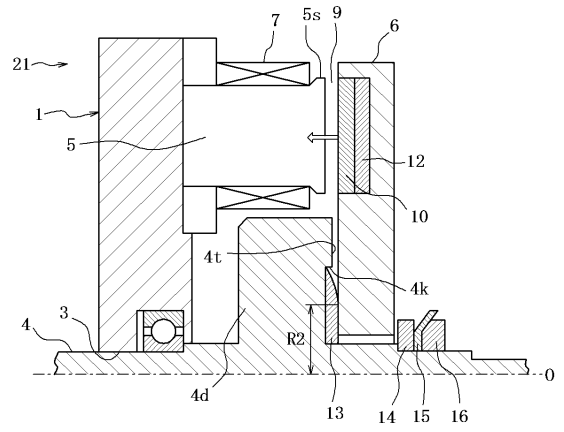
【 図 4 】



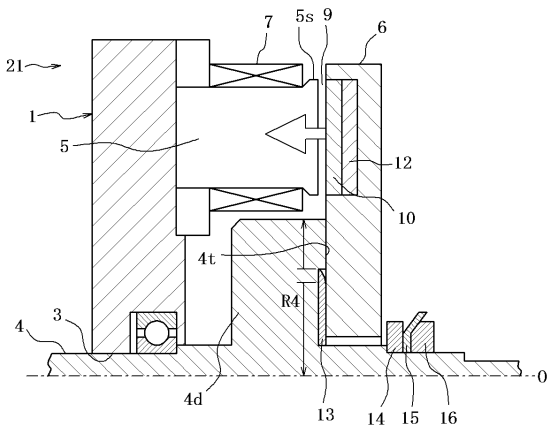
【図 5】



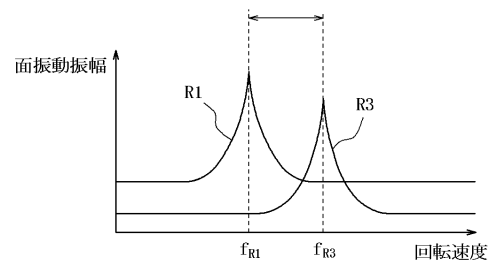
【図 6】



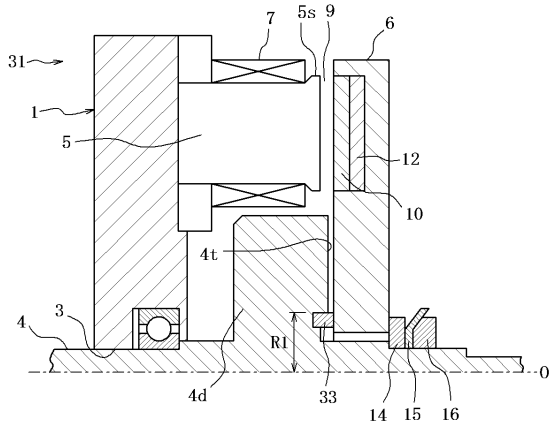
【図 7】



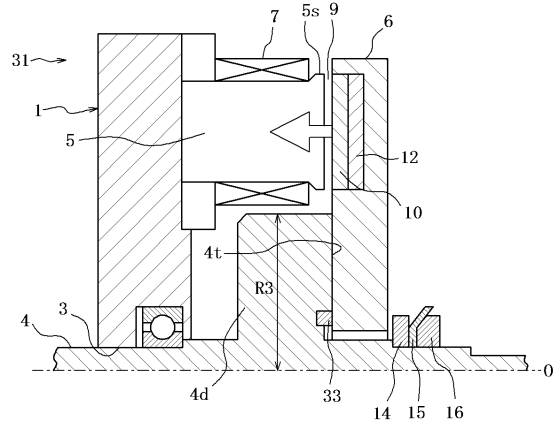
【図 8】



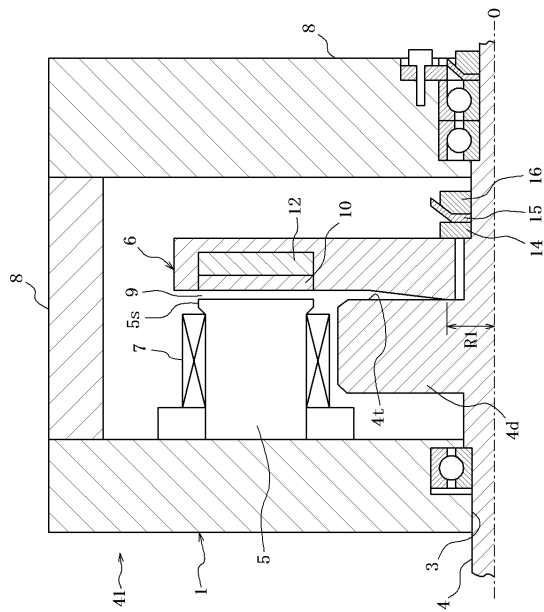
【図 9】



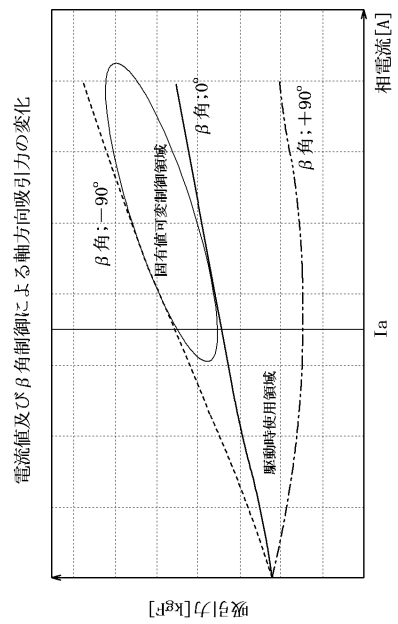
【図 10】



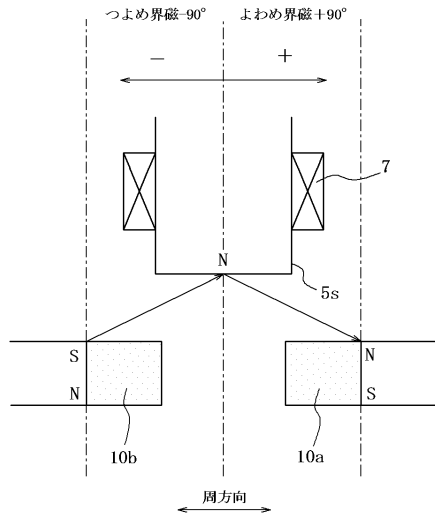
【図 11】



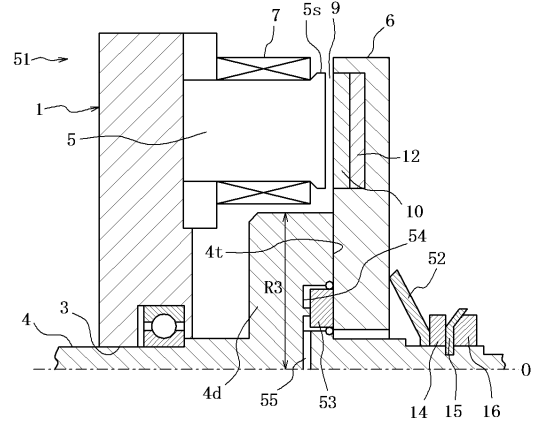
【図 12】



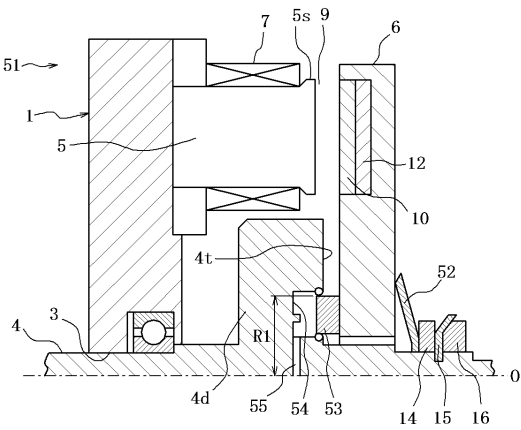
【図 13】



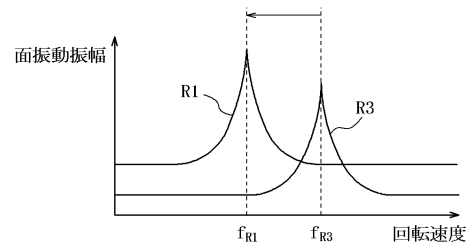
【図 14】



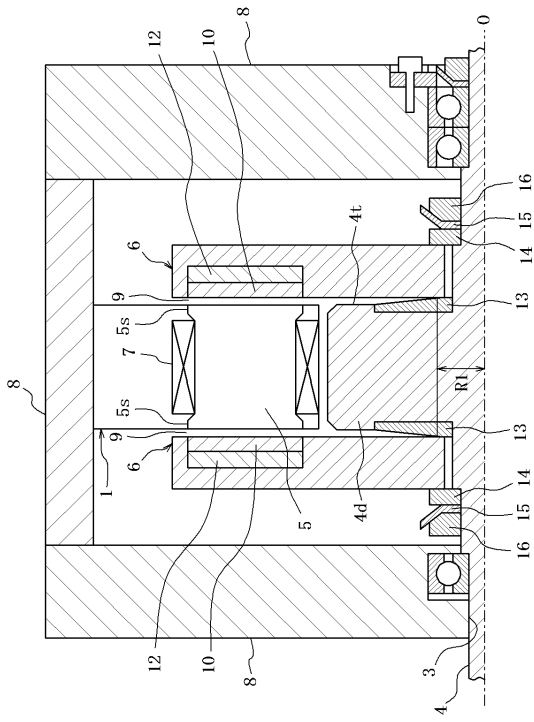
【図 15】



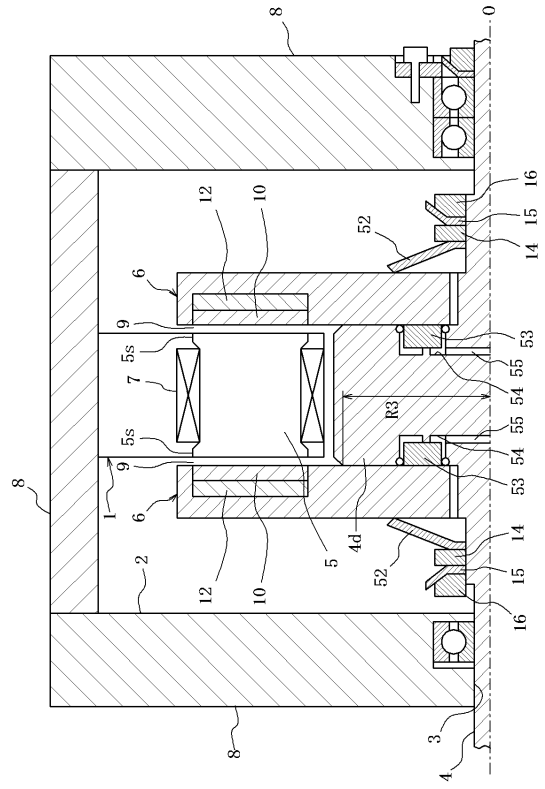
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 大記

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

Fターム(参考) 5H605 AA04 CC02 CC03 CC04 CC05 EA02 EB10 GG14 GG21
5H621 AA02 BB07 HH03 JK05 PP05