

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7226189号
(P7226189)

(45)発行日 令和5年2月21日(2023.2.21)

(24)登録日 令和5年2月13日(2023.2.13)

(51)国際特許分類 F I
H 0 2 K 1/276(2022.01) H 0 2 K 1/276

請求項の数 4 (全9頁)

(21)出願番号	特願2019-154373(P2019-154373)	(73)特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22)出願日	令和1年8月27日(2019.8.27)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65)公開番号	特開2021-35209(P2021-35209A)	(74)代理人	100093779 弁理士 服部 雅紀
(43)公開日	令和3年3月1日(2021.3.1)	(72)発明者	内海 暁弘 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式 会社デンソー内
審査請求日	令和3年12月17日(2021.12.17)	(72)発明者	竹本 佳朗 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式 会社デンソー内
		審査官	谿花 正由輝

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 モータ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両のブレーキシステムに適用され、出力によりブレーキ液圧を発生させるモータであつて、

コイル(68)が巻回された筒状のステータ(60)と、

周方向に10個の磁極(57)が設けられ、前記ステータの内側で回転可能なロータ(50)と、

を備え、

前記ステータは、コアバック(61)から径内方向に突出する複数のティース(62)を有しており、前記ティースは、先端部(63)と根元側との周方向幅が同一であるストレート形状に形成されており、

前記ロータは、10個の前記磁極がロータコア(51)に埋め込まれたIPM構造により構成されており、

前記磁極は、径方向外側がフロントヨーク部(55)により覆われており、周方向に隣接する前記磁極同士の間突極部(53)が形成されており、

前記ロータの回転軸(O)を中心とする軸方向の投影において、前記突極部の径方向外端(531)は、前記フロントヨーク部の外縁の周方向端点(P1)を通る同心円の内側に位置するモータ。

【請求項2】

前記ロータの軸方向の投影において、前記磁極は、前記ロータの回転軸を通り径方向に

延びる径方向中心線 (C r) に対し対称な長方形状を呈しており、

前記突極部の径方向外端 (5 3 2) は、前記磁極の径方向外側の角 (P 2) を通る同心円の内側に位置する請求項 1 に記載のモータ。

【請求項 3】

前記突極部の径方向外端 (5 3 3) は、前記径方向中心線上における前記磁極の径方向最外点 (P 3) を通る同心円の内側に位置する請求項 2 に記載のモータ。

【請求項 4】

前記突極部の径方向外端 (5 3 4) は、前記径方向中心線上における前記磁極の径方向中間点 (P 4) を通る同心円の内側に位置する請求項 3 に記載のモータ。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【 0 0 0 1】

本発明は、モータに関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2】

従来、コイルが巻回された筒状のステータと、複数の磁極を有しステータの径方向内側に設けられるロータとを備え、コイルへの通電により発生する電磁力によってロータが回転するモータが知られている。

【 0 0 0 3】

例えば特許文献 1 に開示された電動モータは、ブレーキシステムにおいて、連動変換機構を介してブレーキディスクを押圧する電動式アクチュエータを構成している。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4】

【文献】特開 2 0 1 7 - 1 0 4 0 1 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5】

ここで、車両のブレーキシステムにおけるモータ技術の背景に関して説明する。近年、自動運転にともなう自動車補機システムへのニーズや、安全機能の向上として、自動ブレーキシステムの採用が増加している。また、ハイブリッド自動車や電気自動車の増加にともない、以前はエンジン負圧でまかなっていた加圧源を電動モータに置き換えた液圧式の電動ブレーキシステムなどの採用が増大している。

30

【 0 0 0 6】

液圧式ブレーキシステムには、モータ回転をボールねじで直線運動に変換することでシリンダ内のピストンを作動させてブレーキ液圧を発生させるタイプや、モータ回転をそのまま歯車機構に伝達し、歯車の歯のかみ合わせ部分で流体を輸送してブレーキ液圧を発生するギヤポンプのタイプがある。

【 0 0 0 7】

また液圧式ブレーキは、車両停止時のブレーキ力を維持する液圧保持力、及び、ブレーキ動作への高い追従性が求められる。したがって、液圧式の電動ブレーキシステムに用いられるモータには、低回転領域における拘束トルクの高トルク化と、無負荷 (又は低負荷) 領域における高回転化との両立が求められる。その両立のため、埋込永久磁石式 (以下「 I P M 」) モータが選定される。

40

【 0 0 0 8】

また、モータの駆動制御において、部品削減や省スペースを目的として、ロータ回転角を検出する位置センサを用いないセンサレス駆動方式の技術が知られている。本明細書では、 d 軸インダクタンスに対する q 軸インダクタンスの比 (L q / L d) を「突極比」という。センサレス駆動では、 q 軸インダクタンスと d 軸インダクタンスとの差が大きく、突極比が 1 から離れている方が良い。好ましくは、周方向に隣接する磁極同士の間突極

50

部を設けることにより、突極比が1より大きい場合、突極比をより大きくする作用が得られる。

【0009】

しかし、突極部を有するモータをセンサレス駆動させる場合、突極部とステータのティースとが対向する進角0度付近の回転位置で通電して起動すると、突極部が磁気飽和しやすく、位置推定に必要な突極比が維持しにくいという問題があった。

【0010】

本発明は上記の点に鑑みて創作されたものであり、その目的は、磁極間に突極部が設けられるモータにおいて、突極部がステータ励磁の影響を受けにくく、磁気飽和しにくい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】

【0011】

本発明は、車両のブレーキシステムに適用され、出力によりブレーキ液圧を発生させるモータであって、コイル(68)が巻回された筒状のステータ(60)と、周方向に10個の磁極(57)が設けられ、ステータの内側で回転可能なロータ(50)と、を備える。ステータは、コアバック(61)から径内方向に突出する複数のティース(62)を有しており、ティースは、先端部(63)と根元側との周方向幅が同一であるストレート形状に形成されている。ロータは、10個の磁極がロータコア(51)に埋め込まれたIPM構造により構成されている。

【0012】

磁極は径方向外側がフロントヨーク部(55)により覆われており、周方向に隣接する磁極同士の間突極部(53)が形成されている。ロータの回転軸(O)を中心とする軸方向の投影において、突極部の径方向外端(531)は、フロントヨーク部(55)の外縁の周方向端点(P1)を通る同心円の内側に位置する。

【0013】

本発明のモータは、突極部の径方向外端がフロントヨーク部に対し径方向内側に凹むように形成されており、突極部の径方向外端がティースの内端から離れる。したがって、突極部とティースとが対向する進角0度付近の回転位置で通電して起動した場合でも突極部がステータ励磁の影響を受けにくく、磁気飽和しにくくなる。そのため、センサレス駆動方式で位置推定に必要な突極比が維持しやすくなる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】車両のブレーキシステムの模式図。

【図2】各実施形態のモータの軸方向断面図。

【図3】図2のIII-III線径方向断面図。

【図4】図3のIV部拡大図。

【図5】(a)第1実施形態のモータの突極部付近の径方向拡大断面図、(b)比較例のモータの突極部付近の径方向拡大断面図。

【図6】第2、第3、第4実施形態によるモータの突極部の径方向外端位置を示す模式図。

【図7】その他の実施形態のティース形状を表す径方向拡大断面図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本明細書において「実施形態」とは本発明の実施形態を意味する。以下、モータの複数の実施形態を図面に基づいて説明する。本実施形態のモータは、車両のブレーキシステムに適用され、出力によりブレーキ液圧を発生させるモータである。複数の実施形態で実質的に同一の構成には同一の符号を付して説明を省略する。以下の第1～第4実施形態を包括して「本実施形態」という。

【0016】

図1に車両のブレーキシステム90を模式的に示す。モータ80の出力により液圧装置91が発生した液圧が配管92を經由してブレーキキャリパ93に供給される。ブレーキ

10

20

30

40

50

キャリパ 93 によりパッドがブレーキディスク 94 に押し付けられ、車輪が制動される。

【0017】

次に図 2 ~ 図 4 を参照し、モータ 80 の構成について説明する。本実施形態のモータ 80 は 3 相ブラシレスモータであって、ハウジング 70、ステータ 60 及びロータ 50 等が回転軸 0 に対して同軸に設けられている。

【0018】

図 2 に示すように、ハウジング 70 は、筒部 72 及び底部 73 を含む有底筒状を呈している。筒部 72 の開口端の周囲には鏝部 71 が形成されている。底部 73 の中央には底部側の軸受 77 を収容する軸受収容部 74 が形成されている。ハウジング 70 の開口側に装着されたハウジングカバー 75 の中央には、開口側の軸受 78 を収容する軸受収容部 76 が形成されている。

10

【0019】

筒状のステータ 60 は、ハウジング 70 の筒部 72 の内側に収容され、スロットに 3 相のコイル 68 が巻回されている。ロータ 50 は、ステータ 60 の内側に設けられ、中心にシャフト 59 が固定されている。シャフト 59 の両端は、軸受 77、78 により回転可能に支持されている。図 2 に示すロータ 50 は、複数の薄板状ロータコアが軸方向に積層されて構成されているが、一体のロータコアで構成されてもよい。

【0020】

図 3 及び図 4 に示すように、ロータ 50 は、周方向に複数（例えば 10 極）の永久磁石の磁極 57 が設けられ、ステータ 60 の内側で回転可能である。ロータコア 51 の径方向の中間部には複数の肉盗み部 52 が形成されている。本実施形態のロータ 50 は、複数の磁極 57 がロータコア 51 に埋め込まれた IPM 構造により構成されている。詳しくは複数の磁極 57 は、肉盗み部 52 の径方向外側の環状部分に埋め込まれている。磁極 57 は径方向外側がフロントヨーク部 55 により覆われており、周方向に隣接する磁極 57 同士の間には突極部 53 が形成されている。

20

【0021】

ステータ 60 は、コアバック 61 から径内方向に突出する複数（例えば 12 個）のティース 62 を有している。隣接するティース 62 同士の間には 3 相のコイル 68 が巻回されている。図 3、図 4 に例示するステータ 60 は、周方向に分割された分割コアで構成されているが、一体コアで形成されてもよい。

30

【0022】

また、本実施形態のティース 62 は、先端部 63 と根元側との周方向幅が同一であるストレート形状に形成されている。この構成は、特許第 5862145 号公報（対応 US 公報：US 9531222 B2）に開示されている。

【0023】

このような構成のブラシレスモータ 80 は、コイル 68 への通電によりステータ 60 に形成される回転磁界とロータ 50 の磁極 57 による磁界との相互作用により回転し、トルクを出力する。ここで、液圧式の電動ブレーキシステムに用いられるモータには、低回転領域における拘束トルクの高トルク化と、無負荷（又は低負荷）領域における高回転化との両立が求められる。本実施形態では、その両立のために IPM モータが選定される。

40

【0024】

また、センサレス駆動方式では、突極比向上作用のある突極部 53 が磁極 57 間に設けられる構成が好ましい。しかし、突極部 53 を有するモータ 80 をセンサレス駆動させる場合、突極部 53 とステータ 60 のティース 62 とが対向する進角 0 度付近の回転位置で通電して起動すると、突極部 53 が磁気飽和しやすく、位置推定に必要な突極比が維持しにくいという問題があった。そこで本実施形態のモータ 80 は、突極部 53 がステータ励磁の影響を受けにくく、磁気飽和しにくいように構成されている。

【0025】

（第 1 実施形態）

次に図 5（a）を参照し、第 1 実施形態のモータにおける突極部 53 付近の詳細な構成

50

について説明する。図5(a)において、磁極57は径方向外側がフロントヨーク部55により覆われている。フロントヨーク部55の径方向の幅は、磁極57の周方向中央で最も広く、周方向端部に近づくにしたがって狭くなる。フロントヨーク部55と突極部53とは、架橋部54を介して接続されている。架橋部54の径方向内側には、磁極57の周方向端部に面する空隙56が形成されている。

【0026】

フロントヨーク部55の外縁の周方向端点P1は、架橋部54との境界に位置する。図中、フロントヨーク部55の外縁の周方向端点P1を通る同心円を二点鎖線で示す。第1実施形態では、ロータ50の回転軸Oを中心とする軸方向の投影において、突極部53の径方向外端531は、フロントヨーク部55の外縁の周方向端点P1を通る同心円の内側に位置する。

10

【0027】

自明ではあるが、「同心円」とは、ロータ50の回転軸Oを中心とする同心円である。つまり第1実施形態では、突極部53の径方向外端531について、ロータ50の回転軸Oからの距離が最大となる限界位置がフロントヨーク部55の外縁の形状を基準として特定される。

【0028】

図5(b)に比較例の突極部53を示す。比較例では、突極部53の径方向外端539は、フロントヨーク部55の外縁の周方向端点P1を通る同心円とほぼ同一円状に位置する。この構成では、図5(b)に示す回転位置、すなわち、突極部53とティース62とが対向する進角0度付近の回転位置で通電して起動したとき、突極部53の径方向外端539とティース62の内端630との距離が近いため、突極部53がステータ励磁の影響を受けやすく、磁気飽和しやすくなる。そのため、センサレス駆動方式で位置推定に必要な突極比が維持しにくくなる。

20

【0029】

それに対し、図5(a)に示す第1実施形態では、突極部53の径方向外端531がフロントヨーク部55に対し径方向内側に凹むように形成されており、突極部53の径方向外端531がティース62の内端630から離れる。したがって、突極部53とティース62とが対向する進角0度付近の回転位置で通電して起動した場合でも突極部53がステータ励磁の影響を受けにくく、磁気飽和しにくくなる。そのため、センサレス駆動方式で位置推定に必要な突極比が維持しやすくなる。

30

【0030】

さらに本実施形態では、ティース62の先端部63がストレート形状に形成されているため、図7に示す、ティース先端部が周方向両側に広がっている形状に比べ、ティース先端部の周方向両端からフロントヨーク部55への漏れ磁束を抑制することができる。そのため、突極部53がステータ励磁の影響をより受けにくく、磁気飽和しにくくなる。

【0031】

(第2、第3、第4実施形態)

次に図6を参照し、第1実施形態に対し、突極部53の径方向外端の限界位置が異なる第2、第3、第4実施形態について説明する。第2、第3、第4実施形態における径方向外端532、533、534の限界位置は、磁極57の位置を基準として特定される。図6には、ロータ50の回転軸Oに対する磁極57及び突極部53の径方向外端532、533、534の限界位置のみを模式的に表す。

40

【0032】

第2、第3、第4実施形態に共通の前提として、ロータ50の軸方向の投影において、磁極57は、ロータ50の回転軸Oを通り径方向に延びる径方向中心線Crに対し対称な長方形を呈している。

【0033】

第2実施形態では、突極部53の径方向外端532は、磁極57の径方向外側の角P2を通る同心円の内側に位置する。磁極57の径方向外側の角P2は、フロントヨーク部5

50

5の外縁の周方向端点P1に対し、ほぼフロントヨーク部55の径方向幅分、内側に位置している。したがって第2実施形態は、第1実施形態に比べ、突極部53の径方向外端532がティース62の内端630からさらに離れるため、突極部53がステータ励磁の影響をより受けにくく、磁気飽和しにくくなる。

【0034】

第3実施形態では、突極部53の径方向外端533は、径方向中心線Cr上における磁極57の径方向最外点P3を通る同心円の内側に位置する。磁極57の径方向最外点P3は径方向外側の角P2よりもさらに内側に位置している。したがって第3実施形態は、第2実施形態に比べ、突極部53がステータ励磁の影響をより受けにくく、磁気飽和しにくくなる。

【0035】

第4実施形態では、突極部53の径方向外端534は、径方向中心線Cr上における磁極57の径方向中間点P4を通る同心円の内側に位置する。磁極57の径方向中間点P4は径方向最外点P3よりもさらに内側に位置している。したがって第4実施形態は、第3実施形態に比べ、突極部53がステータ励磁の影響をより受けにくく、磁気飽和しにくくなる。

【0036】

(その他の実施形態)

(a) 上記実施形態では、ステータ60のティース62はストレート形状に形成されている。これに対し図7に示すように、ティース62の先端部639が周方向両側に広がっている形状としてもよい。突極部53の径方向外端531がフロントヨーク部55に対し径方向内側に凹むように形成されていれば、ティース62がストレート形状でなくても、磁気飽和を抑制する効果はある程度得られる。

【0037】

(b) 図3、図4に示す3相ブラシレスモータは10極12スロットの構成であるが、磁極及びスロット(或いはティース)の数はこれに限らない。また、3相モータに限らず、4相以上の多相モータであってもよい。

【0038】

(c) 本発明のモータは、車両のブレーキシステム90に限らず、モータトルクを利用するどのようなシステムに適用されてもよい。また、モータの駆動はセンサレス駆動方式に限らず、位置センサにより回転角をフィードバックする方式により駆動されてもよい。

【0039】

以上、本発明はこのような実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において、種々の形態で実施することができる。

【符号の説明】

【0040】

50・・・ロータ、 51・・・ロータコア、
 53・・・突極部、 531-534・・・径方向外端、
 57・・・磁極、
 60・・・ステータ、 68・・・コイル、
 80・・・モータ。

10

20

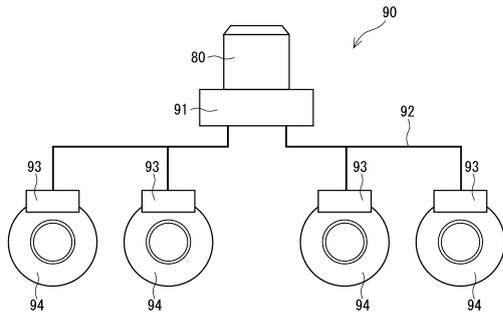
30

40

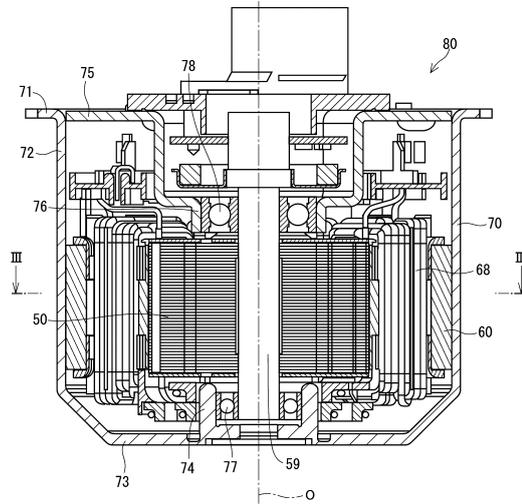
50

【図面】

【図 1】



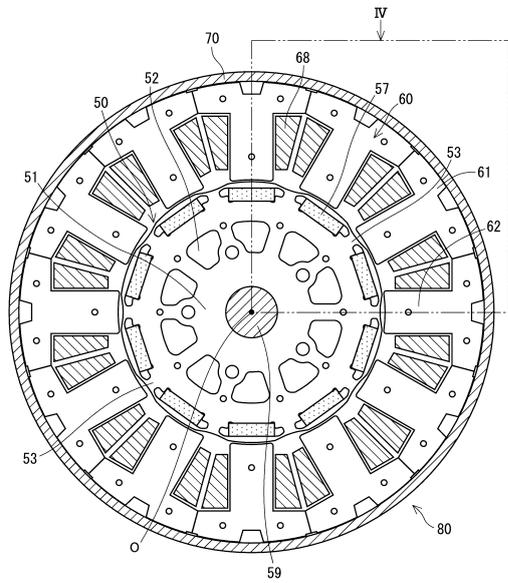
【図 2】



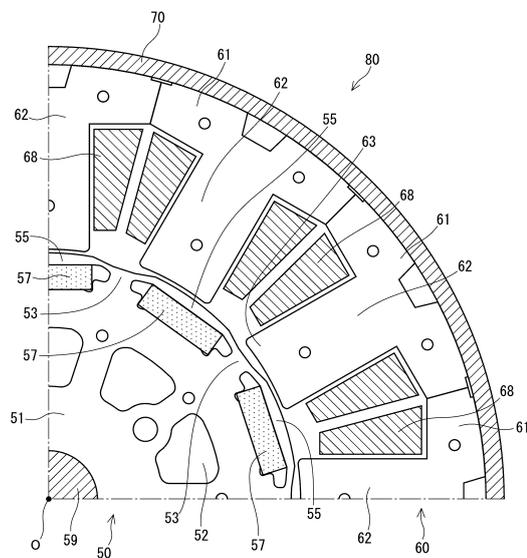
10

20

【図 3】



【図 4】



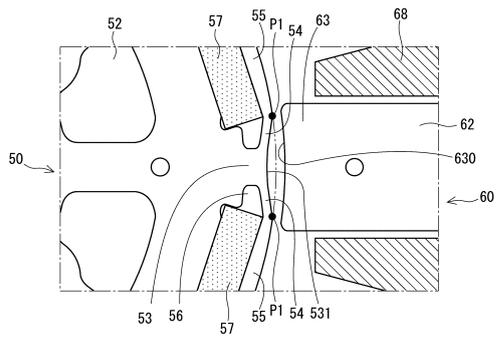
30

40

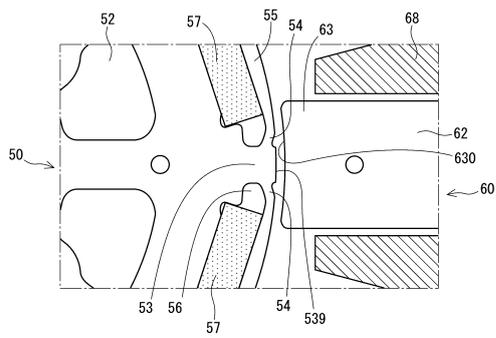
50

【 図 5 】

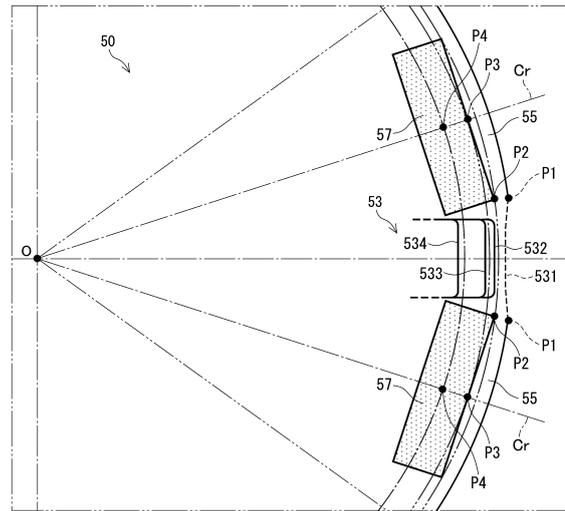
(a) 第1実施形態



(b) 比較例



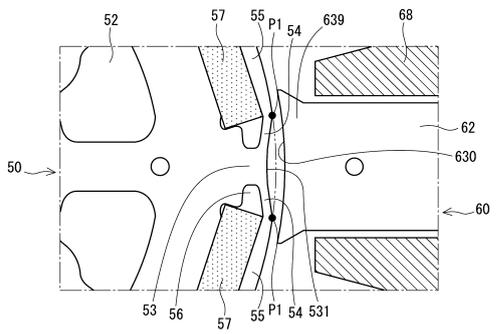
【 図 6 】



10

20

【 図 7 】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2018/230309(WO, A1)
特開2009-095110(JP, A)
特許第5862145(JP, B2)
特開2019-126139(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H02K 1/276