

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5413719号
(P5413719)

(45) 発行日 平成26年2月12日(2014.2.12)

(24) 登録日 平成25年11月22日(2013.11.22)

(51) Int.Cl.

F 1

B 6 0 T 13/74 (2006.01)

B 6 0 T 13/74 Z

F 1 6 D 65/18 (2006.01)

F 1 6 D 65/18

F 1 6 D 65/14 (2006.01)

F 1 6 D 65/14 3 4 0

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2009-180162 (P2009-180162)
 (22) 出願日 平成21年7月31日(2009.7.31)
 (65) 公開番号 特開2011-31749 (P2011-31749A)
 (43) 公開日 平成23年2月17日(2011.2.17)
 審査請求日 平成24年7月18日(2012.7.18)

(73) 特許権者 509186579
 日立オートモティブシステムズ株式会社
 茨城県ひたちなか市高場2520番地
 (74) 代理人 100068618
 弁理士 粁 経夫
 (72) 発明者 石井 英昭
 山梨県南アルプス市吉田1000番地 日
 立オートモティブシステムズ株式会社内
 審査官 森本 康正

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動ブレーキ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電動モータの回転を回転直動変換機構により直線運動に変換し、ブレーキ力を発生させる構成を備え、

前記回転直動変換機構は、複数の永久磁石が配置されるロータ鉄心を備える前記電動モータのロータによって回転駆動されるナット部材と、前記ナット部材の内周部に配置されて前記ナット部材の回転によって直線運動するネジ軸と、これらナット部材とネジ軸とのそれぞれの対向面に形成される螺旋溝に装填される複数の転動体とを備え、

前記ナット部材には、前記ネジ軸と噛合うナット部と、該ナット部から軸方向に沿って延び、前記ロータ鉄心が圧入されるロータ部とが同一部材で形成され、

前記ロータ部は、前記ナット部から軸方向に離れて配置されていることを特徴とする電動ブレーキ装置。

【請求項 2】

前記ロータ部は、前記ナット部よりも薄肉であることを特徴とする請求項 1 に記載の電動ブレーキ装置。

【請求項 3】

前記ロータ部の前記ロータ鉄心が固定される固定部位と前記ナット部との間には、環状溝または薄肉の部位が形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電動ブレーキ装置。

【請求項 4】

10

20

前記ナット部材は、前記ロータ部の前記ロータ鉄心が固定される固定部位と前記ナット部に対する逆側の前記ロータ部の端部との間に、前記固定部位よりも小径となった小径部が前記固定部位と軸方向に隣り合って形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の電動ブレーキ装置。

【請求項 5】

前記回転直動変換機構はケース内に配置され、前記ネジ軸は、戻しバネによって前記ケースに対して一方向に付勢されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の電動ブレーキ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、自動車のブレーキシステムに用いられる電動ブレーキ装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

自動車のブレーキシステムに用いられるブレーキ装置において、例えば特許文献 1 に記載されたもののよう、電動モータを倍力源として利用する電動倍力装置が知られている。この電動倍力装置は、ブレーキペダルの操作等に基づく駆動指令に応じて、電動モータを駆動し、電動モータのロータの回転を回転-直動変換機構であるボールネジ機構により直線運動に変換して出力部材に伝達し、ブレーキ力を発生させるようになっている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2008 - 302725 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献 1 に記載された電動ブレーキ装置の一種である電動倍力装置では、電動モータのロータの内周部にボールネジ機構の回転部材であるナット部材を挿入し、前記ロータとナット部材とが一体に回転するように互いに固定している。この構造において、電動モータのロータとボールネジ機構のナット部材とを結合すると共に、前記ロータの外周側には、回転磁界を発生するステータが配置されている。このような構造は複雑化し易く、より簡素化することが望まれている。

30

【0005】

本発明の目的は、電動モータのロータ内側に上記ボールネジ機構で代表される回転直動変換機構を配置した電動ブレーキ装置の簡素化に適した構造を提案することである。

以下に説明する実施の形態は上記目的および解決しようとする課題に止まらず、製品として望まれている課題を解決している。これらについては以下で説明する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

40

上記の課題を解決するために、本発明は、電動モータの回転を回転直動変換機構により直線運動に変換し、ブレーキ力を発生させる構成を備え、

前記回転直動変換機構は、複数の永久磁石が配置されるロータ鉄心を備える前記電動モータのロータによって回転駆動されるナット部材と、前記ナット部材の内周部に配置されて前記ナット部材の回転によって直線運動するネジ軸と、これらナット部材とネジ軸とのそれぞれの対向面に形成される螺旋溝に装填される複数の転動体とを備え、前記ナット部材には、前記ネジ軸と噛合うナット部と、該ナット部から軸方向に沿って延び、前記ロータ鉄心が圧入されるロータ部とが同一部材で形成され、前記ロータ部は、前記ナット部から軸方向に離れて配置されていることを特徴とする。

【発明の効果】

50

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、簡素化に適した電動ブレーキ装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図 1】本発明の一実施形態に係る電動倍力装置の縦断面図である。

【図 2】図 1 に示す電動ブレーキ装置の要部の拡大図である。

【図 3】電動モータの回転軸に垂直な断面の概念図を示す。

【図 4】回転子の部分拡大図である。

【図 5】回転子の他の実施形態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

10

【 0 0 0 9 】

以下に説明する実施の形態は上記目的および解決しようとする課題に止まらず、製品として望まれている課題を多数解決している。これらの内幾つかについて次に説明する。以下の実施の形態によれば、ナット部材の位置に対して軸方向にずれた位置で電動モータの回転子を固定しているので、回転子の固定に伴う応力の影響を少なくできる。特にボールネジ機構を使用した回転直動変換機構を使用する場合に、応力による影響を受け易い問題があるが、上記構造により、影響を低く抑えることができる。

電動モータの回転子に磁石内蔵構造を使用しているので、ステータと回転子間の磁気抵抗を低減でき、効率の向上につながる。とくに、回転子に形成された磁石挿入孔により、磁石を固定するので、ステータ鉄心と回転子鉄心のギャップを小さくでき、磁気抵抗を低減できる。

20

回転子の磁極間に補助磁極を形成し、リラクタンストルクを利用する構造としているので、電源電圧の低下に対しても電動モータへの電流の供給を維持し易い特性となり、安全性をより向上できる。

回転子の磁極数を6極以上、特に実施例では8極としているので、d 軸と q 磁区の磁気回路を径方向のより外周側に形成できる。このため回転子鉄心の中心部に孔を形成しても効率の低下が少なく、回転子鉄心の中心部を他の目的に利用できる。また中心部を通る d 軸と q 磁区の磁束を低減できるので、回転子鉄心の中心部にボールネジ機構のロータや、シリンダ機構など積層されていない金属が配置されても、渦電流の発生が少なく、さらに渦電流による発熱も低減できる。

30

【 0 0 1 0 】

以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

図 1 に本実施形態に係る電動ブレーキ装置である電動倍力装置 1 の全体図を示し、図 2 にその要部の拡大図を示す。図 1 及び図 2 に示すように、電動倍力装置 1 は、自動車のエンジンルーム R 1 と車室 R 2 とを仕切る隔壁 W に一端部が固定され、他端部にタンデム型のマスタシリンダ 2 を結合したケース 3 を備えている。以下、便宜上、エンジンルーム R 1 側を前側、車室 R 2 側を後側として説明する。

【 0 0 1 1 】

ケース 3 は、筒状のケース本体 4 とケース本体 4 の後端部にボルト 5 によって取付けられたリヤカバー 6 とから構成されている。ケース本体 4 の前端には段付の前壁 4 A が一体に形成されており、前壁 4 A にマスタシリンダ 2 が取付けられている。ケース 3 は、リヤカバー 6 に設けられたスタッドボルト 7 によって隔壁 W に取付けられ、リヤカバー 6 に一体に形成されて後方に突出する円筒部 6 A が隔壁 W を貫通して車室 R 2 側へ延びている。ケース 3 には、プライマリピストン 8 が組込まれたマスタシリンダ 2 の後端部が前方から挿入され、また、電動モータ 9 及び直動変換機構として動作するボールネジ機構 10 が収容され、更に、ケース 3 の上部には、電動モータ 9 を駆動するための制御装置 11 が取付けられている。

40

【 0 0 1 2 】

マスタシリンダ 2 は、タンデム型のマスタシリンダであって、プライマリピストン 8 及びセカンダリピストン（図示せず）を備え、これらの前進によって液圧ポート 12 A、1

50

2 B から 2 系統の液圧通路に液圧を供給し、また、適宜、上部に取付けられたリザーバ 1 3 からブレーキ液を補充する。そして、万一、一方の系統の液圧回路が失陥しても、他方の系統への液圧の供給を維持して、制動力を確保できるようになっている。

【 0 0 1 3 】

プライマリピストン 8 には、その中間壁に入力ピストン 1 4 が摺動可能かつ液密的に挿入されている。入力ピストン 1 4 の後端部には、リヤカバー 6 の円筒部 6 A 及びプライマリピストン 8 の後部に挿入された入力ロッド 1 5 の先端部が連結され、入力ロッド 1 5 の後端側は、円筒部 6 A から車室 R 2 内へ延出され、その端部にブレーキペダル（図示せず）が連結される。プライマリピストン 8 の後端部には、フランジ状のバネ受 1 6 が取付けられ、プライマリピストン 8 は、マスタシリンダ 2 の後端部とバネ受 1 6 との間に介装された圧縮コイルばねである戻しバネ 1 7 によって後退方向に付勢されている。また、入力ピストン 1 4 は、プライマリピストン 8 の中間壁との間及びバネ受 1 6 との間にそれぞれ介装されたバネ 1 8、1 9 によって、図 1 に示す中立位置に弾性的に保持されている。

10

【 0 0 1 4 】

電動モータ 9 は、永久磁石埋め込み型同期モータであって、ケース本体 4 の前壁 4 A の後側の段部にボルト 2 0 によって固定された複数のコイルを有するステータ 2 1 と、ステータ 2 1 の内周面に対向して配置された円筒状のロータ鉄心 2 2 と、ロータ鉄心 2 2 の内部に挿入された複数の永久磁石 2 3 とを含んでいる。

【 0 0 1 5 】

ボールネジ機構 1 0 は、軸受 2 4、2 5 によってケース 3 に回転可能に支持される回転部材である円筒状のナット部材 2 6 と、ナット部材 2 6 及びリヤカバー 6 の円筒部 6 A 内に挿入された直動部材である円筒状のネジ軸 2 7 と、これらの互いの対向面に形成されたボール溝 2 6 A、2 7 A 間に装填された複数の転動体であるボールとを備えている。そして、ネジ軸 2 7 の後端部には軸方向に伸びるスリットが形成されており、このスリットにはリヤカバー 6 の円筒部 6 A の後端のストッパ 3 0 が挿入されている。これにより、ネジ軸 2 7 は、軸方向に沿って移動可能で、かつ、軸回りに回転しないように支持される。ナット部材 2 6 の回転により、ボール溝 2 6 A、2 7 A に沿ってボールが転動することにより、ネジ軸 2 7 が軸方向に移動するようになっている。ナット部材 2 6 は、電動モータ 9 のロータ鉄心 2 2 が圧入され、これと一体に回転する。

20

【 0 0 1 6 】

ネジ軸 2 7 は、ケース本体 4 の前壁 4 A 側との間に介装された圧縮テーパコイルバネである戻しバネ 2 9 によって後退方向に付勢され、リヤカバー 6 の円筒部 6 A に設けられたストッパ 3 0 によって後退位置が規制されている。ネジ軸 2 7 内には、プライマリピストン 8 の後端部が挿入され、ネジ軸 2 7 の内周部に形成された段部 3 1 にバネ受 1 6 が当接してプライマリピストン 8 の後退位置が規制されている。これにより、プライマリピストン 8 は、ネジ軸 2 7 と共に前進し、また、段部 3 1 から離間して単独で前進することができる。

30

【 0 0 1 7 】

ケース 4 内には、ロータ鉄心 2 2 及びナット部材 2 6 の回転位置を検出するレゾルバ 3 2 が設けられている。レゾルバ 3 2 は、リヤカバー 6 にボルト 3 3 によって取付けられたレゾルバステータ 3 4 と、レゾルバステータ 3 4 の内周部に対向させてロータ部材 2 6 の外周部に取付けられたレゾルバロータ 3 5 とから構成されている。

40

【 0 0 1 8 】

次に、主に図 2 を参照して、ボールネジ機構 1 0 のナット部材 2 6 について更に詳細に説明する。

図 2 に示すように、ナット部材 2 6 は、ケース 3 内において、ケース本体 4 の前壁 4 A の端部近傍からリヤカバー 6 の後壁の端部近傍にわたって軸方向に延びている。ナット部材 2 6 は、ボール溝 2 6 A を有する後部側のナット部 3 6 と、ナット部 3 6 から軸方向に沿って前方に延びるロータ部 3 7 とからなり、ロータ部 3 7 にロータ鉄心 2 2 を圧入して固定する。ロータ鉄心 2 2 が圧入される部分は、端部と比較してわずかな段差が設けられ

50

ており、この圧入部分までの挿入抵抗を低減している。また、ナット部 36 に隣接する段差部にはわずかな環状溝が形成されており、応力を緩和している。ロータ部 37 の肉厚 t は、ナット部 36 の肉厚 T よりも薄肉として、ロータ鉄心 22 を圧入したとき、その嵌め合いによってロータ部 37 に生じる応力（歪み）がボール溝 26A を有するナット部 36 に伝達し難くなっている。ナット部材 26 は、ロータ部 37 の先端部がケース本体 4 の前側の前壁 4A に隣接して設けられた軸受 24 によって支持され、ナット部 36 の後端部がリヤカバー 6 の段部に設けられた軸受 25 によって支持されて、ケース 3 に対して回転可能に支持されている。ナット部 36 の外周部には、止輪 38 によってレゾルバロータ 35 が取付けられている。レゾルバロータ 35 は、圧入や接着などによって取付けてもよいが、その場合はナット部 36 ひいてはボール溝 26A に与える影響（例えば、圧入による応力）を考慮しておくことが望ましい。

10

【0019】

なお、ナット部材 26 は、ロータ部 37 とナット部 36 との間に薄肉の部位を設け、その部分の断面積を小さくすることにより、その部分に応力を集中させて、ロータ部 37 に生じた応力をナット部 36 に伝達し難くしてもよい。また、ロータ部 37 の内周面は、戻しパネ 29 に沿ってテーパ状に形成してもよい。

【0020】

制御装置 11 は、入力ロッド 15 の変位を検出する変位センサ（図示せず）、レゾルバ 32、マスタシリンダ 2 の液圧を検出する液圧センサ 39 及びこれらを含む各種センサからの検出信号に基づいて電動モータ 9 の回転を制御するものである。

20

【0021】

以上のように構成した本実施形態の作用について、次に説明する。

ブレーキペダルを操作して入力ロッド 15 によって入力ピストン 14 を前進させると、入力ロッド 15 の変位を変位センサによって検出し、制御装置 11 によって入力ロッド 15 の変位に基づいて電動モータ 9 の作動を制御し、ボールネジ機構 10 を介してプライマリピストン 8 を前進させて入力ロッド 15 の変位に追従させる。これにより、マスタシリンダ 2 に液圧が発生し、この液圧を液圧ポート 12A、12B から各車輪のブレーキキャリパに供給して制動力を発生させる。

【0022】

このとき、マスタシリンダ 2 で発生した液圧の一部を入力ピストン 14 によって受圧し、その反力を入力ロッド 15 を介してブレーキペダルにフィードバックする。これにより、所定の倍力比をもって所望の制動力を発生させることができる。また、入力ピストン 14 に対するプライマリピストン 8 の追従位置を適宜調整して、パネ 18、19 のパネ力を入力ピストン 14 に作用させて、入力ロッド 15 に対する反力を加減することにより、倍力制御、ブレーキアシスト制御、車両安定性制御、車間制御、回生協調制御等の自動ブレーキ制御時に適したブレーキペダル反力を得ることができる。

30

【0023】

ボールネジ機構 10 のナット部材 26 と電動モータ 9 のロータ鉄心 22 とを圧入によって結合したことにより、構造が簡素で部品点数が少なくてすむ。このとき、ロータ鉄心 22 が圧入されるロータ部 37 は、ボール溝 26A が形成されたナット部 36 から軸方向に離れており、また、ナット部 36 よりも薄肉となっているので、ロータ鉄心 22 の圧入によって生じる応力（歪み）がナット部 36 に伝達され難くなり、ナット部 36 の歪みを抑制してボール溝 26A の高い寸法精度を維持することができる。

40

【0024】

なお、ロータ部 37 がナット部 36 から軸方向に離れているという構成は、ロータ鉄心 22 を圧入以外の方法（例えば、接着）によりロータ部 37 に配置した場合であっても有用である。ロータ部 37 とナット部 36 が軸方向に離れていないと、次のような問題が生じることがあるからである。例えば、後述のように、ロータ鉄心 22 の挿入後に永久磁石 23 を磁化する工程を採用した場合は、磁化工程によりナット部 36 やボールが不必要に磁化されるおそれがある。また、ロータ鉄心 22 をロータ部 37 に接着する場合は、熱硬

50

化タイプの接着剤を採用すると、加熱によりナット部 3 6 のグリースに影響を与えるおそれがある。

【 0 0 2 5 】

電動モータ 9 を高効率の永久磁石埋め込み型同期モータとしたことにより、消費電力を低減することができる。しかしながら、電動モータ 9 は、ロータ鉄心の表面に永久磁石を配置した同期モータ、あるいは、誘導モータ等の他の形式のモータとしてもよい。

【 0 0 2 6 】

次に、電動倍力装置 1 の組立工程について説明する。

ケース本体 4 に一方の軸受 2 4 及び電動モータ 9 のステータ 2 1 を取り付け、リヤカバー 6 に他方の軸受 2 5 及びレゾレバステータ 3 4 を取り付け、また、ナット部材 2 6、ネジ軸 2 7 及びボールをアセンブリしたボールネジ機構 1 0 のナット部材 2 6 にロータ鉄心 2 2 及びレゾルバロータ 3 5 を取付けておく。そして、これらのケース本体 4 に、ボールネジ機構 1 0 を組付け、リヤカバー 6 を結合し、更に、制御装置 1 1 を取付けて、ステータ 2 1 及びレゾルバステータ 3 4 と制御装置 1 1 の制御基板とをバスバー（図示せず）等を用いて結線する。

【 0 0 2 7 】

この状態で、制御装置 1 1 に通電することにより、電動モータ 9 を作動させて、ボールネジ機構 1 0 を駆動し、また、レゾルバ 3 2 を作動させることができるので、これらの作動状態を検査することが可能になる。このとき、ナット部材 2 6 のロータ部 3 7 の内周面に、軸方向に延びるキー溝のような凹凸部を形成しておくことにより、この凹凸部に検査装置の検出部を嵌合させることで、ナット部材 2 6 の回転運動（トルクや速度など）を容易に測定することができ、電動モータ 9 の作動を検査することができる。

【 0 0 2 8 】

そして、プライマリピストン 8、入力ピストン 1 4 及び入力ロード 1 5 等が組込まれたケース 3 にマスタシリンダ 2 を前方から組付ける。このようにして、電動倍力装置を組立てることができる。

【 0 0 2 9 】

図 3 は電動モータ 9 を回転軸に対して垂直な面による断面の概念図である。ステータ 2 1 のティース 4 2 には固定子巻線 4 4 が集中巻方式によって巻回されている。またステータ 2 1 の固定子鉄心は、渦電流を減らす目的で、回転軸に沿った方向に積層された電磁鋼板によって作られている。ステータ 2 1 のティース 4 2 の内側には、エアギャップを介して回転子 5 2 がナット部材 2 6 のロータ部 3 7 に固定されている。固定方法としては、ナット部材 2 6 のロータ部 3 7 に回転子 5 2 を圧入する方法や、ナット部材 2 6 のロータ部 3 7 と回転子 5 2 との間にキーを挿入する方法などがある。この実施の形態では、ナット部材 2 6 のロータ部 3 7 の外周側に回転子 5 2 を圧入することにより固定している。

【 0 0 3 0 】

回転子 5 2 は回転子鉄心 2 2 と前記回転子鉄心 2 2 の内部に挿入された永久磁石 2 3 とを有している。前記回転子鉄心 2 2 は渦電流を低減するために回転軸に沿った方向に積層された磁性鋼板によって構成されている。積層された磁性鋼板からなる回転子鉄心 2 2 は周方向において等間隔にしかも回転軸に沿った方向に伸びる磁石挿入孔が形成されている。この磁石挿入孔に永久磁石 2 3 が挿入されている。実際に製造工程では、磁化されていないネオジウムあるいはフェライトなどの磁性材料から成る磁性材を挿入し、挿入後外部から強い磁束を前記磁性材に流すことにより磁化し、永久磁石を作る。挿入前に磁化すると強力な磁石であるため、回転子鉄心 2 2 との間に強力な吸引力が働き生産性が低下する。また鉄粉や磁性粉を引き寄せる恐れがあり、生産中に上記異物が付く恐れがある。永久磁石の磁化方向は、例えばある永久磁石 2 3 が、固定子側が N 極で回転子の中心側が S 極となるように磁化されると、隣の永久磁石 2 3 は逆方向、すなわち固定子側が S 極で回転子の中心側が N 極となるように、磁極毎に逆方向に磁化される。

【 0 0 3 1 】

各永久磁石 2 3 は回転子 5 2 の磁極を形成し、各永久磁石 2 3 で発生する d 軸の磁束が

10

20

30

40

50

、永久磁石 2 3 と回転子鉄心 2 2 のティース 4 2 側表面との間に形成される磁極片 5 6 からステータ 2 1 に導かれ、固定子巻線 4 4 が作る回転磁界に基づいて回転トルク（以下磁石トルクと記す）を発生する。一方固定子巻線 4 4 が作る回転磁界により回転子鉄心 2 2 の各磁極と次の磁極との間に形成された補助磁極 5 4 に q 軸の磁束が通る。回転磁界による前記補助磁極 5 4 の磁気回路のリラクタンスと永久磁石を通る磁気回路のリラクタンスとの差に基づき回転トルク（以下リラクタンストルクと記す）が発生する。電動モータ 9 の発生トルクは上記磁石トルクと上記リラクタンストルクの合計となる。

【 0 0 3 2 】

リラクタンストルクを大きくすることにより、高速回転時のトルクの低下を少なくできる。またリラクタンストルクを大きくすることにより、永久磁石 2 3 の量を減らすことができ、貴重な磁石材料の使用量を少なくできるので、原価低減につながる。供給される電力に基づく電動モータ 9 の発生トルクは上記磁石トルクと上記リラクタンストルクの合計となるので、上記磁石トルクの割合を下げると、永久磁石 2 3 の量すなわち永久磁石 2 3 が発生する磁束量を少なくできる。永久磁石 2 3 が発生する磁束は内部誘起電圧を発生するため、電動モータ 9 の回転速度が増加するにつれ、内部誘起電圧が増大する。一方電動モータ 9 に流れ込む電流は、電源電圧と前記内部誘起電圧との差の電圧に基づく。従って電動モータ 9 の回転速度が増加するにつれ、電動モータ 9 に供給できる電流が減少し、高速回転時の発生トルクが減少する。本実施の形態では補助磁極 5 4 を磁極間に形成し、リラクタンストルクを利用しているので、高速回転時の内部誘起電圧を抑えることができ、電動モータ 9 への電流の供給を増やすことができる。

【 0 0 3 3 】

本実施の形態では、車両に搭載された 1 4 ボルト系などの低電圧電源として動作するバッテリーの電力で制御装置 1 1 が動作する。上記低電圧電源は他の電気負荷、例えばヘッドライト、あるいはエアコンディショナの駆動モータなどにも電力を供給しているので、他の電気負荷の影響を受け、電源電圧が低下する可能性がある。このような状態においても制動力の制御を高い信頼性を持って行うためには、電動モータ 9 の内部誘起電圧の上昇を抑えることが望ましい。補助磁極 5 4 を形成し、リラクタンストルクを発生する構造とすることで、上記課題に対応できる。

【 0 0 3 4 】

図 4 は、図 3 の N 極の磁極と S 極の磁極およびこれらの磁極間の補助磁極を部分拡大した部分拡大図である。固定子側が N 極である N 極の永久磁石 2 3 から d 軸磁束が磁極片 5 6 を介してステータ 2 1 に供給され、一方ステータ 2 1 から磁極片 5 6 を介して S 極の永久磁石 2 3 へ d 軸磁束が供給される。この磁束により上記磁石トルクが発生する。またステータ 2 1 から補助磁極 5 4 に q 軸磁束が供給され、他の補助磁極 5 4 から q 軸磁束がステータ 2 1 に戻る。この q 軸磁束に基づいてリラクタンストルクが発生する。各永久磁石 2 3 の端部に漏れ磁束が生じるのを丸で示したブリッジ部 5 8 で低減する。磁石端部と回転子鉄心 2 2 のステータ 2 1 側端面との間の磁気通路の断面積を小さくすることにより、飽和状態を作り、このブリッジ部を通る磁束を絞り込む。この部分を上述のブリッジ部と呼ぶ。このブリッジ部 5 8 は磁極片 5 6 と補助磁極 5 4 との間に設けられ、磁極片 5 6 と補助磁極 5 4 との間の漏れ磁束を低減する。この構造により、電動モータ 9 の効率向上が図られる。

【 0 0 3 5 】

本実施の形態では回転子 5 2 の磁極数を 6 以上としている。このように磁極数を増やすことにより、永久磁石 2 3 の中心側の回転子鉄心 2 2 において、上記 d 軸や q 軸の磁束が通る磁気回路を永久磁石 2 3 の近くに形成できる。すなわち、回転子鉄心 2 2 の中心近くではなく、径方向における永久磁石 2 3 の近くに形成できる。このため回転子鉄心 2 2 の中心側の空隙を大きくすることによる効率の低下を低減できる。永久磁石 2 3 の中心側の回転子鉄心 2 2 からさらにロータ部 3 7 に磁束が入り込むと、ロータ部 3 7 は積層構造ではないので渦電流が発生し、効率の低下や温度上昇が起こるが、上述のように回転子 5 2 の磁極数を 6 以上としているので、永久磁石 2 3 の中心側を通る磁束の磁気回路が永久磁

石 2 3 に近いところに形成され、ロータ部 3 7 を通る磁束を少なくできる。ただし、磁極数を増加させると構造が複雑となり、生産性が低下する。この点から 1 6 極以下が望ましい。

【 0 0 3 6 】

図 5 は他の実施の形態である。図 3 や図 4 との違いは、磁石挿入孔の両側に磁気空隙 6 2 を形成したことである。磁極を形成するための永久磁石 2 3 と補助磁極 5 4 との間に磁気空隙 6 2 を形成することで、コギングトルクを低減でき、回転が滑らかになる。さらに磁気空隙 6 2 と回転子鉄心 2 2 のステータ 2 1 側表面との間に磁気ブリッジ部 5 8 を形成でき、漏れ磁束の低減につながり、効率向上につながる。図 5 に示す構造において、図 3 と図 4 で説明した効果が同様に期待できる。極数が 6 極以上の 8 極であるので、上記 d 軸や

10

【 0 0 3 7 】

なお、本実施形態では、電動倍力装置を用いて本発明の技術的意義を説明したが、本発明は電動倍力装置への適用に限られるものではなく、他の電動ブレーキ装置、例えば電動モータによって、摩擦パッドをディスクに押し付けるような電動ディスクブレーキにも適用可能である。

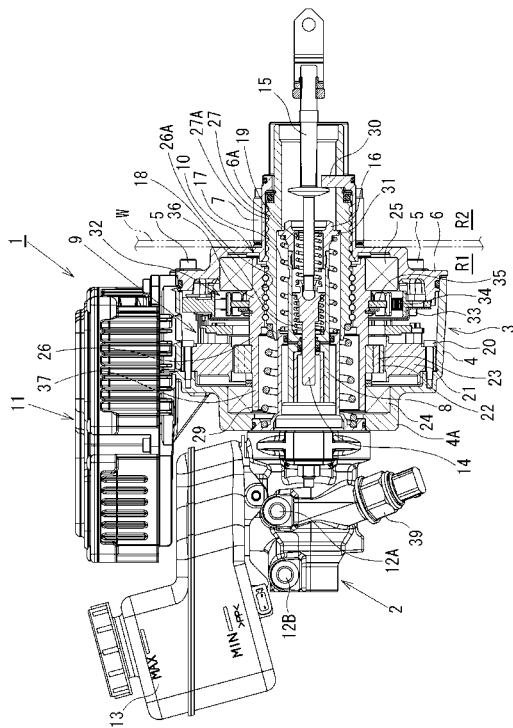
【 符号の説明 】

【 0 0 3 8 】

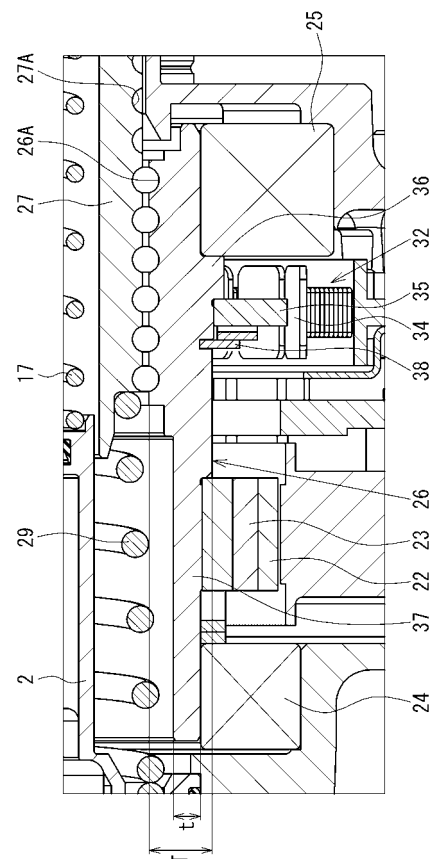
1 電動倍力装置、2 マスタシリンダ、8 プライマリピストン（ピストン）、9 電動モータ、10 ポールネジ機構、22 ロータ鉄心、26 ナット部材、27 ネジ軸、36 ナット部、37 ロータ部

20

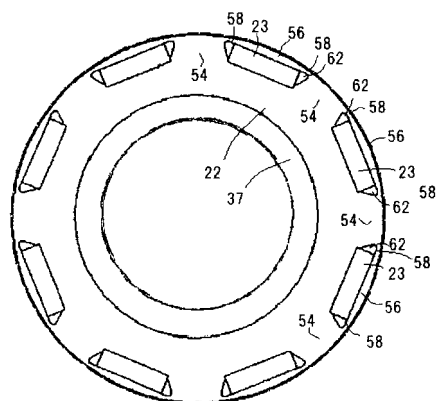
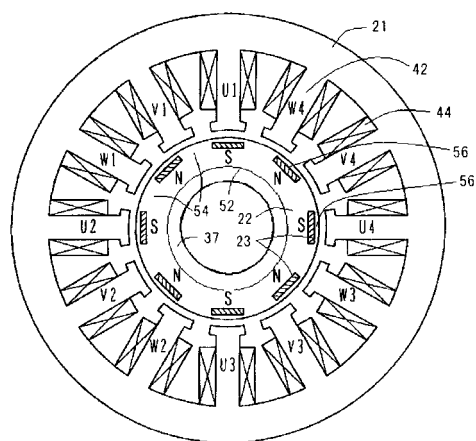
【 図 1 】



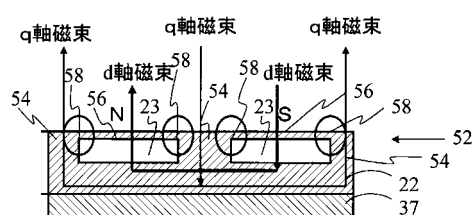
【 図 2 】



【 図 5 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-213080(JP,A)
特開2002-284029(JP,A)
特開2009-005421(JP,A)
特開2007-271031(JP,A)
特開2008-302725(JP,A)
特開2008-138878(JP,A)
特開2009-006756(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60T 13/74

F16D 49/00-71/04