(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2008-151293
(P2008-151293A)
(43)公開日　平成20年7月3日(2008.7.3)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
F16K 31/04	(2006.01)	F16K 31/04	A	3H052
F16K 1/00	(2006.01)	F16K 1/00	G	3H062
F16K 31/53	(2006.01)	F16K 31/53		3H063
F16H 1/06	(2006.01)	F16H 1/06		3J009

審査請求 未請求　請求項の数 7　ＯＬ　（全 16 頁）

(21)出願番号　特願2006-341247 (P2006-341247)
(22)出願日　平成18年12月19日 (2006.12.19)

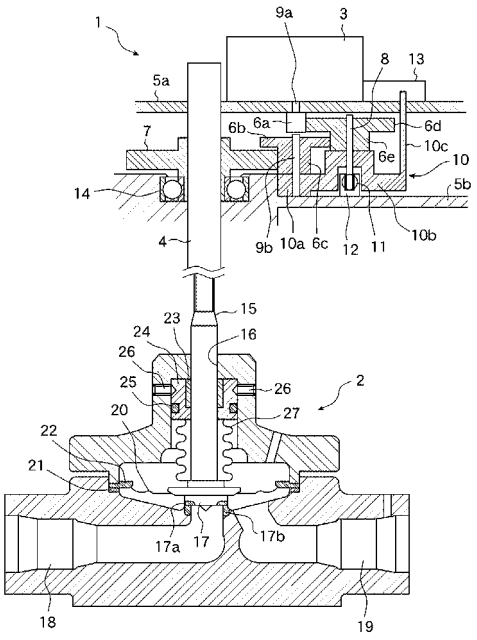
(71)出願人　000006666
株式会社山武
東京都千代田区丸の内２丁目７番３号
(74)代理人　100123434
弁理士　田澤　英昭
(74)代理人　100088605
弁理士　加藤　公延
(74)代理人　100101133
弁理士　濱田　初音
(72)発明者　古谷　元洋
東京都千代田区丸の内２丁目７番３号　株式会社山武内

Ｆターム(参考)　3H052 AA01　BA25　DA03　EA16
3H062 AA02　AA15　BB04　CC15　EE06
FF03　FF30　GG01　HH01

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電動制御弁及び電動アクチュエータ

(57)【要約】
【課題】弁開度の制御において電動モータや伝達ギアに加わる負荷トルクを検知して駆動トルクを切り替えることで、必要な駆動トルクを的確に与えることができる電動制御弁及び電動アクチュエータを提供する。
【解決手段】電動モータ３の駆動トルクが伝達される第１伝達ギアと、第１伝達ギアに隣接し、第１伝達ギアと噛み合う第２伝達ギアと、第２伝達ギアと噛み合って電動モータ３の駆動トルクを出力軸に伝達する第３伝達ギアと、電動モータのトルク切り替えを行う駆動制御部を制御するスイッチ１３と、出力軸４の回転が規制された際に第１，第２伝達ギアを介して伝達されるトルクに対応する荷重で動作してスイッチ１３をオンオフするアーム１０とを備える。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
弁軸の駆動で弁開度が制御される弁本体と、前記弁軸に出力軸が連結され、電動モータの回転による駆動トルクで前記出力軸を介して前記弁軸を駆動することにより前記弁本体の弁開度を制御する電動アクチュエータとを備えた電動制御弁において、
前記電動モータの駆動トルクを低トルク又は高トルクのいずれかに切り替える駆動制御部と、
前記弁開度の制御において前記電動アクチュエータに加わる一定以上の負荷トルクを検知するトルク検知手段とを備え、
前記駆動制御部は、前記トルク検知手段による負荷トルクの検知に応じて、前記電動モータの駆動トルクを低トルク又は高トルクに切り替えることを特徴とする電動制御弁。
【請求項２】
弁本体は、流体の入出する弁開口部と、弁軸の端部に設けた弁体とを備え、前記弁軸が軸方向に移動して前記弁体が前記弁開口部を開閉する直動弁からなり、
トルク検知手段は、弁開度が全閉状態又は全開状態となって前記出力軸の回転が規制された際に電動モータから伝達される駆動トルクを負荷トルクとして検知することを特徴とする請求項１記載の電動制御弁。
【請求項３】
トルク検知手段は、
電動モータの駆動トルクが伝達される第１伝達ギアと、
前記第１伝達ギアに隣接し、前記第１伝達ギアと噛み合う第２伝達ギアと、
前記第２伝達ギアと噛み合って前記電動モータの駆動トルクを出力軸に伝達する第３伝達ギアと、
前記電動モータのトルク切替を行う駆動制御部を制御するスイッチと、
前記出力軸の回転が規制された際に前記第１伝達ギア及び前記第２伝達ギアを介して伝達された負荷トルクに対応する荷重で動作して前記スイッチをオンオフするスイッチ制御手段とを備えたことを特徴とする請求項２記載の電動制御弁。
【請求項４】
スイッチ制御手段は、
第２伝達ギアが回転自在に取り付けられた第１固定軸を有し、
前記第３伝達ギアの回転中心となる第２固定軸に回転自在に取り付けられ、
前記第２固定軸を中心とした回転が弾性体の付勢力により規制された部材からなり、
出力軸の回転が規制された際に第１伝達ギア及び前記第２伝達ギアを介して伝達される負荷トルクに対応する荷重で前記弾性体を変形させながら、前記第２固定軸を中心に回転してスイッチをオンオフすることを特徴とする請求項３記載の電動制御弁。
【請求項５】
電動モータの回転による駆動トルクで出力軸を回転させて弁開度を制御する電動アクチュエータにおいて、
前記電動モータの駆動トルクを低トルク又は高トルクのいずれかに切り替える駆動制御部と、
弁開度の制御で加わる一定以上の負荷トルクを検知するトルク検知手段とを備え、
前記駆動制御部は、前記トルク検知手段による負荷トルクの検知に応じて、前記電動モータの駆動トルクを低トルク又は高トルクに切り替えることを特徴とする電動アクチュエータ。
【請求項６】
トルク検知手段は、
電動モータの駆動トルクが伝達される第１伝達ギアと、
前記第１伝達ギアに隣接し、前記第１伝達ギアと噛み合う第２伝達ギアと、
前記第２伝達ギアと噛み合って前記電動モータの駆動トルクを出力軸に伝達する第３伝達ギアと、

オンオフに応じて駆動制御部によるトルク切り替えを制御するスイッチと、
前記出力軸の回転が規制された際に前記第１伝達ギア及び前記第２伝達ギアを介して前記電動モータから伝達される駆動トルクである負荷トルクに対応する荷重で動作して前記スイッチをオンオフするスイッチ制御手段とを備えたことを特徴とする請求項５記載の電動アクチュエータ。
【請求項７】
スイッチ制御手段は、
第２伝達ギアが回転自在に取り付けられる第１固定軸を有し、
前記第３伝達ギアの回転中心となる第２固定軸に回転自在に取り付けられ、
前記第２固定軸を中心とした回転が弾性体の付勢力により規制された部材からなり、
出力軸の回転が規制された際に第１伝達ギア及び前記第２伝達ギアを介して伝達される負荷トルクに対応する荷重で前記弾性体を変形させながら、前記第２固定軸を中心に回転してスイッチをオンオフすることを特徴とする請求項６記載の電動アクチュエータ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、直動弁を開度調節して流体の流量制御を行う電動制御弁及びこれに用いる電動アクチュエータに関するものである。
【背景技術】
【０００２】
グローブ弁等の直動弁の開度を操作するにあたり、全閉時には、内部リークを防ぐために一定以上の力で弁体を弁開口部に押し付ける必要がある。一方、中間開度での動作に必要な力は上記の力よりも小さくて済むのが一般的である。この全閉時に必要な押し付け力を与えるトルクを基にして、弁体の駆動用モータを選定すると、周囲温度環境や減速ギアユニットの効率のばらつき等から、高トルクの出力が可能なある程度大型のモータを選定することになる。また、このようなモータの出力に耐えられるように、アクチュエータのギアユニットも大型化する必要がある。これにより、電動制御弁全体の大型化やコスト面での不利が避けられなくなる。
【０００３】
このため、弁体を駆動させる駆動用モータのトルクを可変とし、全閉時に最も高いトルクで弁体を駆動できることが望ましい。このような制御を行う電動制御弁としては、例えば特許文献１に開示されるものがある。特許文献１の流量制御弁では、流入孔と流出孔を有する弁体の回転操作により開度が調節されるボール弁等の回転弁を制御するにあたり、弁体が全閉位置にあることを検知し、全閉位置付近でモータの出力トルクを増加させる。このように制御することにより、全閉位置から弁体を駆動する際に全閉位置に弁体が固着するのを防止でき、弁動作を確実に行うことができる。
【特許文献１】特開平８－２４７３２３号
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
特許文献１の流量制御弁では、全閉位置以外で流体などの影響により高トルク駆動が必要な場合に対応することができない。特に、直動弁では、上述したように内部リークを確実に防ぐため、弁体が弁開口部に接触した全閉状態になってから、さらに適切な回転トルクで弁体を押し付ける操作が必要であるが、特許文献１の構成では、これに対応することができない。
【０００５】
さらに、特許文献１のように、開度認識にモータの駆動パルスを利用する構成では、実際にモータが駆動パルス通りに動作していなかった場合、適切な位置で弁体の駆動トルクが切り替えられない可能性がある。
【０００６】

また、特許文献１の流量制御弁では、検知された全閉位置を登録しておくメモリや、ステッピングモータの駆動パルスの周波数制御を行うマイクロコンピュータが必要であり、アクチュエータの制御回路の複雑化や、高コスト化を招く場合がある。

【０００７】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、弁開度の制御において電動モータや伝達ギアに加わる負荷トルクを検知して駆動トルクを切り替えることで、必要な駆動トルクを的確に与えることができる電動制御弁及びこれに用いる電動アクチュエータを得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

この発明に係る電動制御弁は、電動モータの駆動トルクを低トルク又は高トルクのいずれかに切り替える駆動制御部と、弁開度の制御において電動アクチュエータに加わる一定以上の負荷トルクを検知するトルク検知手段とを備え、駆動制御部が、トルク検知手段による負荷トルクの検知に応じて、電動モータの駆動トルクを低トルク又は高トルクに切り替えるものである。

【０００９】

この発明に係る電動制御弁は、弁本体が、流体の入出する弁開口部と、弁軸の端部に設けた弁体とを備え、弁軸が軸方向に移動して弁体が弁開口部を開閉する直動弁からなり、トルク検知手段が、弁開度が全閉状態又は全開状態となって出力軸の回転が規制された際に電動モータから伝達される駆動トルクを負荷トルクとして検知するものである。

【００１０】

この発明に係る電動制御弁は、トルク検知手段が、電動モータの駆動トルクが伝達される第１伝達ギアと、第１伝達ギアに隣接し、第１伝達ギアと噛み合う第２伝達ギアと、第２伝達ギアと噛み合って電動モータの駆動トルクを出力軸に伝達する第３伝達ギアと、電動モータのトルク切替を行う駆動制御部を制御するスイッチと、出力軸の回転が規制された際に第１伝達ギア及び第２伝達ギアを介して伝達された負荷トルクに対応する荷重で動作してスイッチをオンオフするスイッチ制御手段とを備えるものである。

【００１１】

この発明に係る電動制御弁は、スイッチ制御手段が、第２伝達ギアが回転自在に取り付けられた第１固定軸を有し、第３伝達ギアの回転中心となる第２固定軸に回転自在に取り付けられ、第２固定軸を中心とした回転が弾性体の付勢力により規制された部材からなり、出力軸の回転が規制された際に第１伝達ギア及び第２伝達ギアを介して伝達される負荷トルクに対応する荷重で弾性体を変形させながら、第２固定軸を中心に回転してスイッチをオンオフするものである。

【００１２】

この発明に係る電動アクチュエータは、電動モータの駆動トルクを低トルク又は高トルクのいずれかに切り替える駆動制御部と、弁開度の制御において加わる負荷トルクを検知するトルク検知手段とを備え、駆動制御部が、トルク検知手段による負荷トルクの検知に応じて、電動モータの駆動トルクを低トルク又は高トルクに切り替えるものである。

【００１３】

この発明に係る電動アクチュエータは、トルク検知手段が、電動モータの駆動トルクが伝達される第１伝達ギアと、第１伝達ギアに隣接し、第１伝達ギアと噛み合う第２伝達ギアと、第２伝達ギアと噛み合って電動モータの駆動トルクを出力軸に伝達する第３伝達ギアと、オンオフに応じて駆動制御部によるトルク切り替えを制御するスイッチと、出力軸の回転が規制された際に第１伝達ギア及び第２伝達ギアを介して電動モータから伝達される駆動トルクである負荷トルクに対応する荷重で動作してスイッチをオンオフするスイッチ制御手段とを備えるものである。

【００１４】

この発明に係る電動アクチュエータは、スイッチ制御手段が、第２伝達ギアが回転自在に取り付けられる第１固定軸を有し、第３伝達ギアの回転中心となる第２固定軸に回転自

在に取り付けられ、第２固定軸を中心とした回転が弾性体の付勢力により規制された部材からなり、出力軸の回転が規制された際に第１伝達ギア及び第２伝達ギアを介して伝達される負荷トルクに対応する荷重で前記弾性体を変形させながら、第２固定軸を中心に回転してスイッチをオンオフするものである。

【発明の効果】

【００１５】

この発明によれば、弁開度の制御において電動アクチュエータに加わる負荷トルクを検知し、この負荷トルクの検知に応じて電動モータの駆動トルクを低トルクから高トルクに切り替えるので、通常時に低トルクで動作させ、必要に応じて高トルクに切り替えることができることから、出力トルクの高い大型のモータを用いることなく、安価に構成できる上、小型化を図ることも可能である。また、弁体の位置で駆動トルクを切り替えるのではなく、弁体の駆動に際して生じる負荷トルクを検知して駆動トルクを切り替えることから、必要なトルクを的確に与えることができるという効果がある。

【００１６】

この発明によれば、直動弁の弁開度が全閉状態又は全開状態となって出力軸の回転が規制された際に電動モータから伝達される駆動トルクを負荷トルクとして検知するので、直動弁の全閉時に過大なトルクの荷重が弁体にかかることが防止され、さらに内部リークを防ぐのに必要な弁体の押し付け操作を確実に行うことができるという効果がある。

【００１７】

この発明によれば、電動モータの駆動トルクが伝達される第１伝達ギアと、第１伝達ギアに隣接し、第１伝達ギアと噛み合う第２伝達ギアと、第２伝達ギアと噛み合って電動モータの駆動トルクを出力軸に伝達する第３伝達ギアと、オンオフに応じて駆動制御部によるトルク切り替えを制御するスイッチと、出力軸の回転が規制された際に第１伝達ギア及び第２伝達ギアを介して伝達された負荷トルクに対応する荷重で動作してスイッチをオンオフするスイッチ制御手段とを備えるので、複雑な回路を必要とせず、簡易な構成で電動モータや伝達ギアに対する負荷トルクを検知することができるという効果がある。

【００１８】

この発明によれば、スイッチ制御手段が、第２伝達ギアが回転自在に取り付けられる第１固定軸を有し、第３伝達ギアの回転中心となる第２固定軸に回転自在に取り付けられ、第２固定軸を中心とした回転が弾性体の付勢力により規制された部材からなり、出力軸の回転が規制された際に第１伝達ギア及び第２伝達ギアを介して伝達される負荷トルクに対応する荷重で弾性体を変形させながら、第１固定軸と共に第２固定軸を中心に回転してスイッチをオンオフするので、負荷トルクの検知を簡易な構成で実現することができるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１９】

実施の形態１．

図１は、この発明の実施の形態１による電動制御弁の構成を示す図であり、内部構成の説明のため部分的に電動アクチュエータの出力軸及びこれに連結した弁軸の軸方向に沿った断面で表している。図１では、実施の形態１による電動制御弁を構成する電動アクチュエータ１及び弁本体２を示しており、電動アクチュエータ１の駆動制御部については図示を省略している。なお、電動アクチュエータ１の駆動制御部の詳細は後述する。

【００２０】

電動アクチュエータ１は、ケーシング内に収納された支持プレート５ａ，５ｂ、支持プレート５ａ上に配置された電動モータ３、支持プレート５ａ，５ｂを貫通して回転自在に設けられた出力軸４、リミットスイッチ１３、リミットスイッチ１３をオンオフするアーム１０、及び電動モータ３の回転トルクを出力軸４まで伝達するギアユニットを備える。

【００２１】

電動モータ３としては、高トルク出力が可能な大型なモータではなく、回転数、供給電流や供給電圧を変えることで容易に出力トルクを変更できるステッピングモータを使用す

る。支持プレート５ａと支持プレート５ｂは、ケーシング内に一定の間隔で平行に配置される。電動モータ３の回転軸９ａは、支持プレート５ａを貫通して配置されており、回転軸９ａには伝達ギア６ａが取り付けられる。電動アクチュエータ１の出力軸４は、図１の下方に取り付けられる弁本体２の弁軸１５に連結され、ボールベアリング１４を介して回転する。

【００２２】

ギアユニットは、電動モータ３の回転軸９ａに取り付けられた伝達ギア（第１伝達ギア）６ａ、伝達ギア６ａと噛み合う伝達ギア部６ｄ、伝達ギア部６ｄと同軸に一体に形成された伝達ギア部６ｅ、支持プレート５ｂに形成された固定軸（第２固定軸）９ｂに取り付けられ、伝達ギア部６ｅと噛み合う伝達ギア部６ｂ、伝達ギア部６ｂと同軸に形成されて一体に回転する伝達ギア部６ｃ、出力軸４と一体に回転する伝達ギア７を備える。

【００２３】

伝達ギア部６ｂは、伝達ギア部６ｂより小径の伝達ギア部６ｅと噛み合っており、支持プレート５ｂ側に同軸に伝達ギア部６ｂより小径の伝達ギア部６ｃが一体に形成される。また、伝達ギア部６ｂ，６ｃは、支持プレート５ｂに形成された固定軸９ｂを中心に回転自在に取り付けられる。この伝達ギア部６ｂ，６ｃが第３伝達ギアを構成する。

【００２４】

伝達ギア部６ｄは、電動モータ３の回転軸９ａに取り付けられた小径の伝達ギア６ａと噛み合っており、支持プレート５ｂ側に同軸に伝達ギア部６ｄより小径の伝達ギア部６ｅが一体に形成される。また、伝達ギア部６ｄ，６ｅは、アーム１０に形成された固定軸（第１固定軸）８を中心にアーム１０とは独立して回転自在に取り付けられる。この伝達ギア部６ｄ，６ｅが第２伝達ギアを構成する。

【００２５】

アーム１０は、固定軸９ｂが挿通される基部１０ａ、基部１０ａとアーム部１０ｃを接続する梁部１０ｂ、及びリミットスイッチ１３を押下するアーム部１０ｃからなり、基部１０ａを介して固定軸９ｂを中心に回転自在である。梁部１０ｂには固定軸８が形成され、伝達ギア部６ｄ，６ｅが取り付けられる。

【００２６】

アーム部１０ｃは、支持プレート５ａに設けた貫通孔を通して支持プレート５ａ上に突出しており、アーム１０の固定軸９ｂを中心とした回転に伴ってリミットスイッチ１３を押下する。また、固定軸８の図１紙面垂直方向の両側には、スプリング止め部１２がそれぞれ形成されており、このスプリング止め部１２と固定軸８の間にコイルスプリング１１が配置されている。

【００２７】

リミットスイッチ１３は、支持プレート５ａ上に設けられ、アーム１０の移動により押下されてオン状態になる。このリミットスイッチ１３のオンオフに応じて、後述する駆動制御部が、電動モータ３の出力トルクを切り替え、例えば弁体１７が弁開口部に着座して全閉状態になった後、通常より高い駆動トルクで弁体１７を押し付ける操作が行われる。

【００２８】

上述したギアユニット、アーム１０及びリミットスイッチ１３を含む構成が、弁体１７が弁開口部に着座して出力軸４の回転がロックされた際における電動モータ３や伝達ギアへの一定以上の負荷トルクを検知するトルク検知手段を構成する。

【００２９】

また、図１の例では、直動弁であるグローブ弁を弁本体２として使用しており、図１に示すように、流体通路１８，１９を備えたブロックと、弁軸１５が摺動孔１６を挿通するブロックとから構成される。これらブロックの連結部分の周縁には、リング状のガスケット２１とダイヤフラム押さえ２２が載置されている。また、ブロックの連結部分の内空間は、ダイヤフラム押さえ２２を介して設置された円板状のダイヤフラム２０によって弁体１７側の空間と弁軸１５の他端側の空間とに分離されている。

【００３０】

弁軸１５の上端は、電動アクチュエータ１の出力軸４に連結され、出力軸４の回転に伴って摺動孔１６内を上下方向に摺動する。弁軸１５の下端には、弁体１７が取り付けられており、この弁体１７の下端周縁には、全閉時に弁開口部のシートリング１７ｂに接触するシール部材１７ａが設けられる。弁軸１５は、出力軸４の回転に伴って昇降し、弁体１７により流体通路１８の開口端である弁開口部を開放させたり、閉塞させたりする。これにより、流体通路１８から流体通路１９への流体の流れが制御される。

【００３１】

摺動孔１６を挿通した弁軸１５には、シール部材２３が当接して設けられ、シール部材２３は、リング状の軸支持部材２４によって保持される。軸支持部材２４は、止めねじ２６により弁本体２の筐体に固定されており、止めねじ２６による固定箇所と弁本体２の内部との間を軸支持部材２４の外周に設けたＯ－リング２５でシールしている。

【００３２】

また、軸支持部材２４の下面と弁軸１５の下端部付近とは、ステンレスなどからなるベローズ２７により上下端が密着固定されている。このベローズ２７は、弁軸１５の摺動孔１６側の部分と弁本体２の内部とをシールしている。

【００３３】

次に動作について説明する。

図２は、図１中のアームの動作を説明するための図であり、図２（ａ）は中間開度での状態を示し、図２（ｂ）は全閉でリミットスイッチをオンにした状態を示している。なお、図２は、図１に示す電動アクチュエータ１の支持プレート５ｂ側から見た図であり、内部構造を視認し易くするために支持プレート５ｂを透かし、支持プレート５ａ上のリミットスイッチ１３は破線で記載している。また、図１で示した構成を適宜説明する。

【００３４】

弁が全閉になるまでの中間開度では、伝達ギア部６ｄ，６ｅの固定軸８がコイルスプリング１１により両側から支持されて、図２（ａ）に示す中間位置にある。このとき、後述する駆動制御部は、通常時の駆動トルクとして高速かつ低トルクで弁体１７を移動させる。この場合、伝達ギア部６ｄ，６ｅは、電動モータ３からの回転トルクに応じて固定軸８を中心に回転し、このトルクが伝達されて出力軸４及び弁軸１５が回転し、弁体１７が弁開口部の方向に移動する。

【００３５】

弁体１７の移動が進み、弁開口部に着座して全閉状態になると、弁体１７の弁軸１５の軸方向の移動限界に達して出力軸４の回転がロック（規制）され、これに伴って伝達ギア７、伝達ギア部６ｃ，６ｂの回転がロックされる。この状態でさらに加えられる回転トルクは、電動モータ３や伝達ギアへの負荷トルクとなり、この負荷トルクに対応する荷重が一定以上となると、電動モータ３や伝達ギアへ過大な負荷を及ぼす可能性がある。

【００３６】

そこで、本発明では、全閉状態となって出力軸４や伝達ギア部６ｂの回転がロックされた後に伝達ギア６ａを介してさらに伝達ギア部６ｄ，６ｅに回転トルクが加わると、この回転トルク（負荷トルク）に比例した荷重によって、図２（ｂ）において符号Ａを付す矢印方向に固定軸９ｂを中心としてアーム１０が回転する。

【００３７】

このとき、負荷トルクに対応する荷重が、固定軸８を支持するコイルスプリング１１の付勢力より大きい一定以上の値に達すると、これに伴って固定軸８がコイルスプリング１１を変形（図２（ｂ）中の符号Ｂを付した方向に収縮）させながら、伝達ギア部６ｄ，６ｅが伝達ギア部６ｂの周りを公転する。

【００３８】

このように、全閉状態となって出力軸４や伝達ギア部６ｂの回転がロックされた後に加わる一定以上の負荷トルクに対応する荷重は、コイルスプリング１１を変形（収縮）することで消費される。換言すると、本発明では、全閉状態でロックされた伝達ギアや電動モータに対して加えられる負荷トルクが、コイルスプリング１１の変形、すなわちコイルス

プリング１１の変位により検知される。

【００３９】

この後、伝達ギア部６ｄ，６ｅの公転に伴うアーム１０のＡ方向への移動が進むと、貫通孔５ｃを通して支持プレート５ａ上に突出したアーム部１０ｃが、リミットスイッチ１３のスイッチ部１３ａを押下する。これにより、後述する駆動制御部が、通常の駆動トルクからより高い駆動トルクに切り替え、全閉状態において適切なトルクで弁体１７を弁開口部に押し付ける操作を行うことができる。

【００４０】

なお、上記説明では、アーム１０を支持する弾性体としてコイルスプリング１１を例に挙げたが、本発明の趣旨に従うものであれば、コイルスプリングに限定されるものではない。

【００４１】

図３は、実施の形態１による電動制御弁の駆動制御部の構成を示す図であり、図３（ａ）は電動モータ３を含む各構成を示し、図３（ｂ）は（ａ）中の発振回路の構成を示している。図３（ａ）に示すように、この駆動制御部は、電源回路２８、回転方向制御回路２９、発振回路３０、及び励磁回路３１を備える。

【００４２】

上述したように、本実施の形態１では、電動モータ３として、コストが安価で回転数、供給電流や供給電圧を変えることで、容易に出力トルクを変更できるステッピングモータを用いる。励磁回路３１は、電源回路２８からの駆動電源信号を入力して励磁信号を生成し、この励磁信号により電動モータ３内の励磁コイルを励磁して駆動させる。

【００４３】

回転方向制御回路２９は、電動モータ３内の回転磁界の回転方向を規定する信号を生成して励磁回路３１に出力する。これにより、励磁回路３１が、回転方向制御回路２９からの信号に応じた回転方向の回転磁界を発生させる励磁信号を電動モータ３に出力することで、所望の回転方向で電動モータ３を回転させることができる。

【００４４】

発振回路３０は、電動モータ３の回転数を決定する周波数信号を生成し、励磁回路３１に出力する。励磁回路３１は、発振回路３０からの周波数信号に同期して励磁信号を電動モータ３に出力する。これにより、電動モータ３は、当該周波数信号に応じた回転数で回転する。

【００４５】

また、発振回路３０は、図３（ｂ）に示すように、２つのＲＣ回路３３ａ，３３ｂと、リミットスイッチ１３のオンオフに応じてＲＣ回路３３ａ，３３ｂのいずれかに切り替えるスイッチ３２を有する。ＲＣ回路３３ａは、抵抗３４ａとコンデンサ３５ａを直列に接続したＲＣ発振回路である。また、ＲＣ回路３３ｂは、抵抗３４ｂとコンデンサ３５ｂを直列に接続したＲＣ発振回路であり、ＲＣ回路３３ａの半分の周波数信号を発振する。

【００４６】

実施の形態１による電動制御弁において、全閉以外の開度では、ＲＣ回路３３ａが発振する周波数信号で電動モータ３を動作させる。つまり、リミットスイッチ１３がオフ状態のとき、スイッチ３２がＲＣ回路３３ａを選択し、励磁回路３１には、ＲＣ回路３３ａからのＲＣ回路３３ｂより高周波数の周波数信号が入力される。

【００４７】

励磁回路３１は、発振回路３０のＲＣ回路３３ａからの周波数信号に同期して励磁信号を電動モータ３に出力する。これにより、電動モータ３は、ＲＣ回路３３ａからの周波数信号に応じた回転数で回転する。この回転数でのトルクを、リミットスイッチ１３がオフ状態において弁体１７を駆動させるのに必要な通常の駆動トルクとする。

【００４８】

全閉状態となってアーム１０によりリミットスイッチ１３がオンされると、スイッチ３２は、発振回路３０においてＲＣ回路３３ａからＲＣ回路３３ｂに接続を切り替える。こ

のとき、励磁回路３１には、ＲＣ回路３３ｂからのＲＣ回路３３ａより低周波数の周波数信号が入力される。励磁回路３１は、発振回路３０のＲＣ回路３３ｂからの周波数信号に同期して励磁信号を電動モータ３に出力する。

【００４９】

これにより、電動モータ３は、ＲＣ回路３３ｂからの低周波数信号に応じた回転数で回転する。この回転数でのリミットスイッチ１３がオフ状態における駆動トルクよりも高い駆動トルクは、ギアユニットを介して出力軸４に伝達され、全閉状態から弁体１７を弁開口部に押し付ける動作が行われる。

【００５０】

図４は、実施の形態１による電動制御弁の駆動制御部の他の構成例を示す図である。図４に示す駆動制御部は、図３に示した構成と異なり、電源回路２８から励磁回路３１への電流経路として、抵抗Ｒ１が連結された経路と、抵抗Ｒ１の半分の抵抗値を有する抵抗Ｒ２が連結された経路とを備え、スイッチ３２ａにより両経路のうちいずれかが励磁回路３１に接続する経路として選択される。

【００５１】

ステッピングモータは、図５に示すように、電源回路２８からの供給電流値が大きい場合、励磁回路３１から電流値に応じた励磁信号が生成されて高い出力トルクとなる。このステッピングモータの一般的性能を利用して、リミットスイッチ１３がオフ状態のときは、スイッチ３２ａが、抵抗Ｒ１の連結された経路を選択し、リミットスイッチ１３がオンされると、抵抗Ｒ２の連結された経路を選択して励磁回路３１に電流を供給する。

【００５２】

これにより、リミットスイッチ１３がオンされると、励磁回路３１に供給される電流は、抵抗Ｒ２の連結された経路を介してリミットスイッチ１３のオフ状態よりも増加し、この電流値に応じた励磁信号が電動モータ３に出力される。このように構成することでも、弁体１７を駆動するのに必要な通常の駆動トルクよりも高いトルクで全閉状態から弁体１７を弁開口部に押し付ける動作を行うことができる。

【００５３】

なお、本発明による駆動制御部は、図３及び図４に示した構成に限定されるものではなく、電動モータ３の出力トルクを切り替えることができる既存の技術を用いた他の構成を採用してもよい。

【００５４】

図６は、リミットスイッチの制御機構の他の構成を示す図であり、図６（ａ）は伝達ギア部６ｄ，６ｅ側からみた図であり、図６（ｂ）は（ａ）中のａ－ａ線で支持プレート、伝達ギア及びアームの断面をとった部分断面図であり、図６（ｃ）は（ａ）中のｂ方向からみた上面図である。

【００５５】

図６（ｂ）に示すように、伝達ギア部６ａ１は、支持プレート５ｂに形成された固定軸９を中心として回転自在に設けられ、支持プレート５ｂ側に小径の伝達ギア部６ｂ１が同軸に一体に形成されている。伝達ギア部６ａ１又は伝達ギア部６ｂ１のいずれかと、不図示の電動モータの回転軸に取り付けた伝達ギア（図１中の伝達ギア６ａに相当するギア）とが噛み合って、電動モータの駆動トルクが伝達される。なお、伝達ギア部６ａ１，６ｂ１が、第１伝達ギアを構成する。

【００５６】

伝達ギア部６ｆは、支持プレート５ｂ側に小径の伝達ギア部６ｃ１が同軸に一体に形成されており、固定軸９を中心として、伝達ギア部６ａ１，６ｂ１とは独立して回転自在に設けられる。伝達ギア部６ｆ又は伝達ギア部６ｃ１のいずれかと、不図示の出力軸に取り付けた伝達ギア（図１中の伝達ギア７に相当するギア）とが噛み合って、電動モータの駆動トルクが出力軸に伝達される。なお、伝達ギア部６ｆ，６ｃ１により第３伝達ギアが構成される。

【００５７】

伝達ギア部６ｄは、支持プレート５ｂ側に小径の伝達ギア部６ｅが同軸に一体に形成されており、固定軸８を中心として、アーム１０とは独立して回転自在に設けられる。伝達ギア部６ｅと、伝達ギア部６ｆとが噛み合って、電動モータの駆動トルクが出力軸側に伝達される。なお、伝達ギア部６ｄ，６ｅにより第２伝達ギアが構成される。

【００５８】

アーム１０は、図６（ｂ）に示すように、基部が固定軸９を中心として回転自在に取り付けられる。また、固定軸８は、図６（ａ）に示すように、左右両側にスプリング止め部１２がそれぞれ形成されており、スプリング止め部１２と固定軸８の間にコイルスプリング１１が配置される。これにより、出力軸及び伝達ギア部６ｆが回転している間は、固定軸８はコイルスプリング１１によって両側から支持され、アーム１０は中間位置に停止している。

【００５９】

固定軸８の上端部（支持プレート５ａ側の端部）は、支持プレート５ａに形成した貫通孔５ｃを通して支持プレート５ａ上に突出しており、アーム１０の回転に伴ってリミットスイッチ１３のスイッチ部１３ａを押下する。

【００６０】

次に動作について説明する。

不図示の電動モータの回転による回転トルクは、弁体の駆動トルクとして、伝達ギア部６ａ１に伝達され、伝達ギア部６ａ１と一体に回転する伝達ギア部６ｂ１を介して伝達ギア部６ｄに伝達される。さらに、伝達ギア部６ｄに伝わった駆動トルクは、一体に回転する伝達ギア部６ｅを介して伝達ギア部６ｆに伝達され、出力軸が回転する。

【００６１】

弁体の移動が進み、弁開口部に着座して全閉状態になると、弁軸の移動限界に達して出力軸の回転がロックされ、これに伴って、伝達ギア部６ｆ，６ｃ１の回転がロックされる。この後、電動モータから、さらに伝達ギア部６ｆ，６ｃ１に回転トルクが加わると、この回転トルクに比例した荷重で固定軸８がコイルスプリング１１を変形させながら、アーム１０が固定軸９を中心として回転し、伝達ギア部６ｄ，６ｅが伝達ギア部６ｆの周りを公転する。

【００６２】

伝達ギア部６ｄ，６ｅの公転に伴ってアーム１０の移動が進むと、図６（ｃ）に示すように、貫通孔５ｃを通して支持プレート５ａ上に突出したアーム１０が、リミットスイッチ１３のスイッチ部１３ａを押下する。これにより、前述した駆動制御部が、通常の駆動トルクからより高い駆動トルクに切り替える。これにより、全閉状態において、適切なトルクで弁体を弁開口部に押し付ける操作が行われる。

【００６３】

図６の例では、伝達ギア部６ｄ，６ｅの固定軸８がリミットスイッチ１３をオンオフするアーム部の機能を兼ねたものであり、図１及び図２で示した構成より少ないスペースでリミットスイッチの制御機構を構成することができる。

【００６４】

なお、上記説明では、伝達ギア部６ｆ又は伝達ギア部６ｃ１と、不図示の出力軸に取り付けた伝達ギアとが噛み合って出力軸を駆動する例を示したが、図６中の固定軸９を出力軸で代替し、当該出力軸と一体に回転するように伝達ギア部６ｆ，６ｃ１を構成し、伝達ギア部６ａ１，６ｂ１を当該出力軸及び伝達ギア部６ｆ，６ｃ１と独立に回転自在に設けることで、さらに省スペース化を実現することができる。

【００６５】

さらに、リミットスイッチの制御機構は、以下のような構成でもよい。

図７は、リミットスイッチの制御機構の他の構成を示す図であり、図７（ａ）は伝達ギア部６ｄ，６ｅ側からみた図であり、図７（ｂ）は（ａ）中のｃ－ｃ線で支持プレート、伝達ギア及びアームの断面をとった部分断面図であり、図７（ｃ）は（ａ）中のｃ方向からみた上面図である。図７の例では、リミットスイッチ１３が支持プレート５ｂ上に設け

られている。

【００６６】

図７（ｂ）に示すように、伝達ギア部６ａ１は、支持プレート５ｂに形成された固定軸９を中心として回転自在に設けられ、支持プレート５ｂ側に小径の伝達ギア部６ｂ１が同軸に一体に形成されている。伝達ギア部６ａ１又は伝達ギア部６ｂ１のいずれかと、不図示の電動モータの回転軸に取り付けた伝達ギア（図１中の伝達ギア６ａに相当するギア）とが噛み合って、電動モータの駆動トルクが伝達される。なお、伝達ギア部６ａ１，６ｂ１が、第１伝達ギアを構成する。

【００６７】

伝達ギア部６ｆは、支持プレート５ｂ側に小径の伝達ギア部６ｃ１が同軸に一体に形成されており、固定軸９を中心として、伝達ギア部６ａ１，６ｂ１とは独立して回転自在に設けられる。伝達ギア部６ｆ又は伝達ギア部６ｃ１のいずれかと、不図示の出力軸に取り付けた伝達ギア（図１中の伝達ギア７に相当するギア）とが噛み合って、電動モータの駆動トルクが出力軸に伝達される。なお、伝達ギア部６ｆ，６ｃ１により第３伝達ギアが構成される。

【００６８】

伝達ギア部６ｄは、支持プレート５ｂ側に小径の伝達ギア部６ｅが同軸に一体に形成されており、固定軸８を中心として、アーム１０とは独立して回転自在に設けられる。伝達ギア部６ｅと、伝達ギア部６ｆとが噛み合って、電動モータの駆動トルクが出力軸側に伝達される。なお、伝達ギア部６ｄ，６ｅにより第２伝達ギアが構成される。

ここまでの構成は、図６と同様である。

【００６９】

図７に示すアーム１０は、基部が固定軸９に回転自在に取り付けられ、アーム１０の長手方向に基部から延びた延長部１０ｄが形成される。この延長部１０ｄに対して、図７（ｃ）に示すように、左右両側にスプリング止め部１２がそれぞれ形成されており、スプリング止め部１２と固定軸８の間にコイルスプリング１１が配置される。これにより、出力軸及び伝達ギア部６ｆが回転している間は、延長部１０ｄがコイルスプリング１１によって両側から支持され、アーム１０が中間位置に停止している。

【００７０】

また、アーム１０のもう一方の端部に形成した当接部１０ｅの両側には、図７（ａ）に示すように、リミットスイッチ１３がそれぞれ配置される。これにより、アーム１０の回転に伴って、当接部１０ｅがリミットスイッチ１３のスイッチ部１３ａを押下する。

【００７１】

次に動作について説明する。

不図示の電動モータの回転による回転トルクは、弁体の駆動トルクとして、伝達ギア部６ａ１に伝達され、伝達ギア部６ａ１と一体に回転する伝達ギア部６ｂ１を介して伝達ギア部６ｄに伝達される。さらに、伝達ギア部６ｄに伝わった駆動トルクは、一体に回転する伝達ギア部６ｅを介して伝達ギア部６ｆに伝達され、出力軸が回転する。

【００７２】

弁体の移動が進み、弁開口部に着座して全閉状態になると、弁軸の移動限界に達して出力軸の回転がロックされ、これに伴って、伝達ギア部６ｆ，６ｃ１の回転がロックされる。この後、電動モータから、さらに伝達ギア部６ｆ，６ｃ１に回転トルクが加わると、この回転トルクに比例した荷重でアーム１０の延長部１０ｄがコイルスプリング１１を変形させながら、アーム１０が固定軸９を中心として回転し、伝達ギア部６ｄ，６ｅが伝達ギア部６ｆの周りを公転する。

【００７３】

伝達ギア部６ｄ，６ｅの公転に伴ってアーム１０の移動が進むと、図７（ｂ）に示すように、アーム１０の当接部１０ｅがリミットスイッチ１３のスイッチ部１３ａを押下する。これにより、前述した駆動制御部が、通常の駆動トルクからより高い駆動トルクに切り替える。これにより、全閉状態において、適切なトルクで弁体を弁開口部に押し付ける操

作を行うことができる。

【００７４】

図７の例では、支持プレート５ａ上にリミットスイッチ１３を設けず、アーム１０に近い支持プレート５ｂ上にリミットスイッチ１３を配置し、アーム１０の各端部でコイルスプリング１１による支持と、リミットスイッチ１３のオンオフとをそれぞれ行っている。このように構成することで、図１及び図２で示した例より簡易な構成で、かつ省スペースなリミットスイッチの制御機構を実現することができる。

【００７５】

なお、上記説明では、伝達ギア部６ｆ又は伝達ギア部６ｃ１と、不図示の出力軸に取り付けた伝達ギアとが噛み合って出力軸を駆動する例を示したが、図７中の固定軸９を出力軸で代替し、当該出力軸と一体に回転するように伝達ギア部６ｆ，６ｃ１を構成し、伝達ギア部６ａ１，６ｂ１を当該出力軸及び伝達ギア部６ｆ，６ｃ１と独立に回転自在に設けることで、さらに省スペース化を実現することができる。

【００７６】

以上のように、この実施の形態１によれば、弁開度の制御において電動アクチュエータ１に加わる一定以上の負荷トルクを検知し、負荷トルクの検知に応じて電動モータ３の駆動トルクを低トルク又は高トルクに切り替えるので、通常時に低トルクで動作させ、必要に応じて通常トルクより高いトルクに切り替えることができることから、出力トルクの高い大型のモータを用いることなく、安価に構成できる上、小型化を図ることも可能である。また、弁体の位置で駆動トルクを切り替えるのではなく、弁体１７の駆動に際して生じる負荷トルクを検知して駆動トルクを切り替えることから、必要なトルクを的確に与えることができる。

【００７７】

また、この実施の形態１によれば、弁本体２が直動弁であり、弁本体２の全閉状態に弁軸１５が移動限界に達して出力軸４の回転が規制された際に電動モータ３から伝達される駆動トルクを負荷トルクとして検知するので、直動弁の全閉時に過大なトルクの荷重が弁体１７にかかることが防止され、さらに内部リークを防ぐのに必要な弁体の押し付け操作を確実に行うことができる。

【００７８】

さらに、この実施の形態１によれば、電動アクチュエータ１が、電動モータ３の駆動トルクが伝達される第１伝達ギアである伝達ギア６ａと、伝達ギア６ａに隣接し、伝達ギア６ａと噛み合う伝達ギア部６ｄ及び同軸に一体で形成された伝達ギア部６ｅからなる第２伝達ギアと、伝達ギア部６ｅと噛み合う伝達ギア部６ｂ及びこれと同軸に一体で形成された伝達ギア部６ｃからなり、伝達ギア部６ｃを介して電動モータ３の駆動トルクを出力軸４に伝達する第３伝達ギアと、オンオフに応じて駆動制御部によるトルク切り替えを制御するリミットスイッチ１３と、出力軸４の回転が規制された際に伝達ギア６ａ及び伝達ギア部６ｄ，６ｅを介して伝達される負荷トルクに対応する荷重で動作してリミットスイッチ１３をオンオフするアーム１０とを備えるので、複雑な回路を必要とせず、簡易な構成で弁開度の制御に際して生じた電動モータ３や伝達ギアに対する負荷トルクを検知して駆動トルクを切り替えることができる。

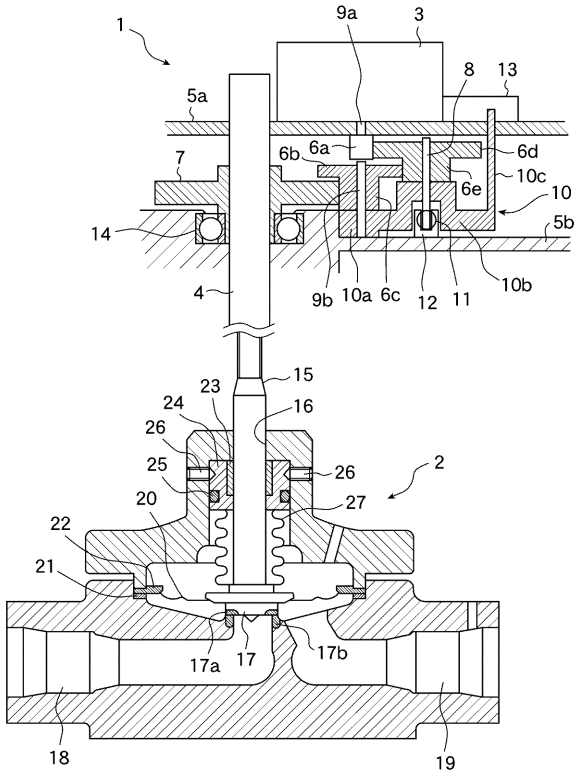
【００７９】

さらに、この実施の形態１によれば、アーム１０が、伝達ギア部６ｄ，６ｅからなる第２伝達ギアが回転自在に取り付けられる固定軸８を有し、伝達ギア部６ｂ，６ｃ（又は伝達ギア部６ｆ，６ｃ１）からなる第３伝達ギアの回転中心となる固定軸９ｂ（又は固定軸９）に回転自在に取り付けられ、固定軸９ｂ（又は固定軸９）を中心とした回転がコイルスプリング１１の付勢力により規制された部材からなり、出力軸４の回転が規制された際に第１伝達ギア及び第２伝達ギアを介して伝達される負荷トルクに対応する荷重でコイルスプリング１１を変形させながら、固定軸８と共に固定軸９ｂ（又は固定軸９）を中心に回転してリミットスイッチ１３をオンオフするので、負荷トルクの検知を簡易な構成で実現することができる。

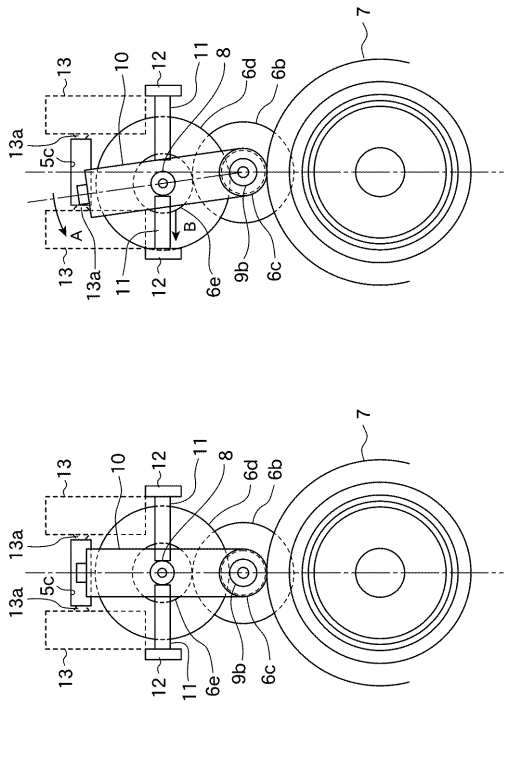
【００８０】
なお、上記実施の形態１では、弁が全閉状態になったとき、電動モータ３のトルク切り替えを行う例を示したが、全閉状態でオンされるリミットスイッチ１３に対向して設けた全開状態でオンされるリミットスイッチ１３のオンオフに応じて、電動モータ３のトルク切り替えを行ってもよい。
【００８１】
また、上記実施の形態１では、全閉側と全開側とに対向するようにリミットスイッチ１３を配置する例を示したが、さらに中間開度の位置における固定軸８やアーム１０の当接部１０ｅを検知するセンサやスイッチを設け、中間開度における固定軸８やアーム１０の当接部１０ｅの位置を検知してトルク制御するように構成してもよい。
【図面の簡単な説明】
【００８２】
【図１】この発明の実施の形態１による電動制御弁の構成を示す図である。
【図２】図１中のアームの動作を説明するための図である。
【図３】実施の形態１による電動制御弁の駆動制御部の構成を示す図である。
【図４】駆動制御部の他の構成例を示す図である。
【図５】ステッピングモータにおける駆動電流値に応じた出力トルクと回転数との関係を示すグラフである。
【図６】リミットスイッチの制御機構の他の構成を示す図である。
【図７】リミットスイッチの制御機構の他の構成を示す図である。
【符号の説明】
【００８３】
１　電動アクチュエータ
２　弁本体
３　電動モータ
４　出力軸
５ａ，５ｂ　支持プレート
５ｃ　貫通孔
６ａ，７　伝達ギア
６ｂ～６ｆ，６ａ１，６ｂ１，６ｃ１，　伝達ギア部
８，９，９ｂ　固定軸
９ａ　回転軸
１０　アーム
１０ａ　基部
１０ｂ　梁部
１０ｃ　アーム部
１０ｄ　延長部
１０ｅ　当接部
１１　コイルスプリング
１２　スプリング止め部
１３　リミットスイッチ
１３ａ　スイッチ部
１４　ボールベアリング
１５　弁軸
１６　摺動孔
１７　弁体
１７ａ　シール部材
１７ｂ　シートリング
１８，１９　流体通路
２０　ダイヤフラム

２１　ガスケット
２２　ダイヤフラム押さえ
２３　シール部材
２４　軸支持部材
２５　Ｏ－リング
２６　止めねじ
２７　ベローズ
２８　電源回路
２９　回転方向制御回路
３０　発振回路
３１　励磁回路
３２，３２ａ　スイッチ
３３ａ，３３ｂ　ＲＣ回路
３４ａ，３４ｂ　抵抗
３５ａ，３５ｂ　コンデンサ

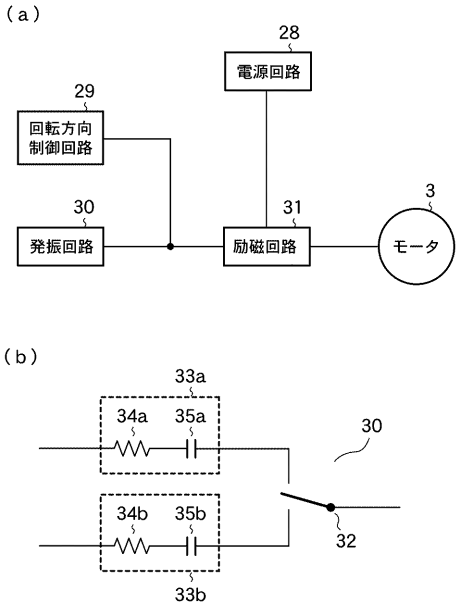
【図１】



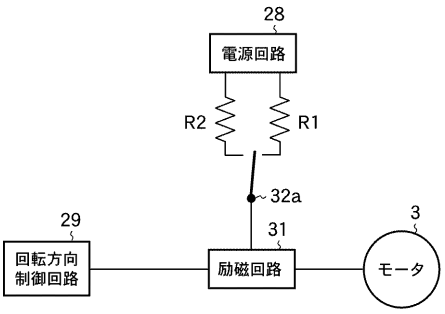
【図２】



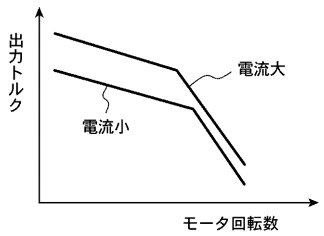
【図３】


（ａ）
28
電源回路
29
回転方向
制御回路
30
発振回路
31
励磁回路
3
モータ
（ｂ）
33a
34a
35a
30
34b
35b
32
33b

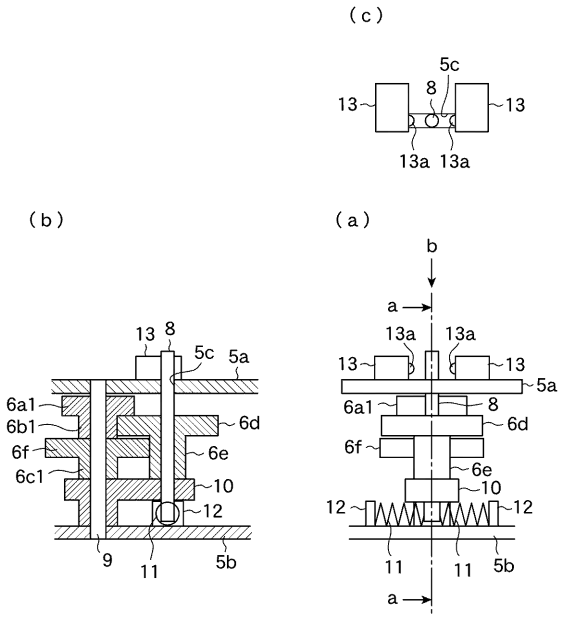
【図４】


28
電源回路
R2
R1
32a
29
回転方向
制御回路
31
励磁回路
3
モータ

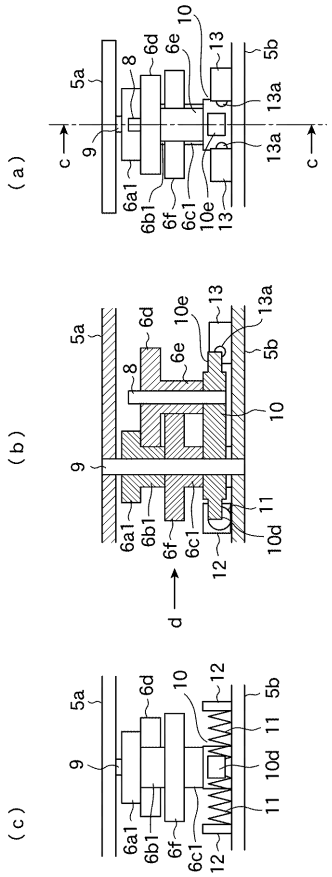
【図５】


出力トルク
電流大
電流小
モータ回転数

【図６】


（ｃ）
5c
8
13
13
13a
13a
（ｂ）
13
8
5c
5a
6a1
6b1
6d
6f
6e
6c1
10
12
9
11
5b
（ａ）
b
a
13a
13a
13
13
5a
6a1
8
6d
6f
6e
10
12
12
11
11
5b
a

【図７】


（ａ）
10
6d
6e
13
5b
5a
8
13a
c
9
13a
c
6a1
6b1
6f
6c1
10e
13
（ｂ）
5a
6d
10e
13
13a
8
6e
5b
10
9
6a1
6b1
6f
6c1
11
10d
12
d
（ｃ）
5a
6d
10
12
5b
9
11
10d
6a1
6b1
6f
6c1
12
11

フロントページの続き

Ｆターム(参考) 3H063 AA01 BB08 BB10 BB32 BB36 DA14 DB32 EE01 GG01
3J009 EA05 EA11 EA21 EA32 EA44 EC03 EC06 ED13 FA30