

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3584832号
(P3584832)

(45) 発行日 平成16年11月4日(2004.11.4)

(24) 登録日 平成16年8月13日(2004.8.13)

(51) Int.Cl.⁷

F I

B 6 2 D 6/00

B 6 2 D 6/00

B 6 2 D 5/04

B 6 2 D 5/04

// B 6 2 D 107:00

B 6 2 D 107:00

B 6 2 D 119:00

B 6 2 D 119:00

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-15181 (P2000-15181)
 (22) 出願日 平成12年1月25日(2000.1.25)
 (65) 公開番号 特開2001-206236 (P2001-206236A)
 (43) 公開日 平成13年7月31日(2001.7.31)
 審査請求日 平成14年11月26日(2002.11.26)

早期審査対象出願

前置審査

(73) 特許権者 000002945
 オムロン株式会社
 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
 801番地
 (74) 代理人 100096699
 弁理士 鹿嶋 英實
 (72) 発明者 福本 哲也
 京都府京都市右京区花園土堂町10番地
 オムロン株式会社内
 (72) 発明者 澤野 敬資
 京都府京都市右京区花園土堂町10番地
 オムロン株式会社内
 (72) 発明者 東原 由晃
 京都府京都市右京区花園土堂町10番地
 オムロン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の操舵系に連結されて操舵補助トルクを発生するアシストモータと、複数のスイッチング素子よりなり前記アシストモータを駆動するためのブリッジ回路と、前記アシストモータの通電ラインに設けられたリレーとを有し、

前記通電ラインを遮断すべき異常状態が発生したときには、前記リレーを開状態に作動させて前記通電ラインを遮断し、

前記異常状態が発生していない通常運転状態においては、前記リレーを閉状態として前記通電ラインを導通状態に維持つつ、前記操舵系の操舵トルクに応じて前記スイッチング素子を作動させて、前記操舵補助トルクが前記操舵トルクに応じた値になるように、前記アシストモータの電流を所定の目標電流値に制御する電動パワーステアリング装置において

前記リレーが実装された基板に実装され、前記基板の所定部位の温度を検出する温度センサと、

前記基板の所定部位の温度に基づいてリレーの温度推定値を求め、かつ、前記リレーの温度推定値を許容温度以下に保持すべく、前記温度センサによる検出温度に基づいて前記目標電流値を必要に応じて下方修正する電流修正制御を実行する電流制御手段とを設け、

前記リレーを前記基板に表面実装し、

前記基板の所定部位を、前記リレーが表面実装される前記基板の配線パターンとしたことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

10

20

【請求項 2】

前記電流制御手段が、前記リレーを流れる電流から当該リレーにおけるジュール熱による温度上昇分を算出し、さらにこの温度上昇分に前記温度センサによる検出温度を加算することで、前記リレーの温度推定値を求め、この温度推定値が既定値を越えた場合に、前記電流修正制御を実行することを特徴とする請求項 1 記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 3】

前記電流修正制御は、前記検出温度又は温度推定値の増加に応じて、前記目標電流値を下方修正する程度を段階的又は連続的に高めるものであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

10

【0001】**【発明の属する技術分野】**

本発明は、電磁リレーや半導体リレーなどのリレーによって通電ラインの開閉状態（導通状態か遮断状態か）を制御する通電制御装置、或いはこのような通電制御装置を含む電動パワーステアリング装置に係わり、前記リレーの過熱を実用的に防止可能な装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

一般に、軽自動車などの小型車両に使用されている電動パワーステアリング装置は、ハンドル操作によりステアリングシャフトに発生する操舵トルクをトルクセンサにより検出し、それに応じてステアリングシャフト等に取り付けられたアシストモータ（以下、場合により単にモータという）に車両のバッテリーから電流を流して操舵補助トルクを発生させるものである。そのためのモータの電流制御には、通常四つの FET（電界効果トランジスタ）で構成される Hブリッジ回路を用い、マイクロコンピュータを含む制御部の制御で、この Hブリッジ回路よりなる駆動回路を介してモータを PWM（パルス幅変調）方式で駆動する構成となっている。

20

【0003】

また、上記駆動回路の通電ライン（場合によっては、上記駆動回路と電源間の通電ラインと、上記駆動回路とモータ間の通電ライン）には、一般のモータ制御装置等と同様に、電磁リレー等のリレーが設けられ、上記通電ラインの開閉状態が上記制御部によって制御できるようにになっている。すなわち、電動パワーステアリング装置の場合、装置の非稼働状態においては、上記リレーを開状態に維持して前記通電ラインを遮断状態とし、例えばバッテリー逆接（車両のバッテリーを反対の極性で接続すること）による大電流（過電流）の発生等を回避している。また、装置の稼働時に上記 FET の短絡故障などが起きた場合には、この故障に起因する大電流の発生やモータの誤動作、或いは回生ロックの回避のために、上記リレーをやはり開状態に切り換えて前記通電ラインを遮断する構成となっている。

30

なお、ここでいう回生ロックとは、上記 FET の短絡故障などによって、モータのコイルの両端子が接続された状態となり、モータにいわゆる回生制動力が発生して、モータに連結されたハンドルが回転操作困難になるか又は回転操作不能になる現象をいう。そして、このような回生ロックの問題をリレーによって解決しようとするれば、上記駆動回路（正確には、上記 Hブリッジ回路）とモータ間の通電ラインにも電磁リレー等のリレーを設ける必要がある。

40

【0004】

ところで、このような電動パワーステアリング装置では、従来、上記 FET の温度が所定温度を越えないように FET への通電電流（即ち、モータへの通電電流）を制御して FET を加熱から保護する対策は為されることがあったが、上記リレーを構成するリレー等を加熱から積極的に保護する対策は為されていなかった。これは、このような電動パワーステアリング装置は、油圧式のものに比べ、大きな操舵補助トルクを発生させることが困難なため、従来では上述したように軽自動車などの小型車両にしか使用されておらず、ハン

50

ドルの切り返し操作時などの装置のフル稼働状態でも、モータに流れる電流が最大40A程度と低レベルであるため、上記リレー等やその周辺に配置される発熱部品（例えば、上記FET）の発熱量がさほど大きくなく、適応の放熱器を設けるなどの対策によって、上記リレーの過熱が実用上問題なく防止できたためである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記電動パワーステアリング装置は、電子制御が容易である、或いは油圧ポンプや油配管が不要で構造が簡素になるなどの各種利点があり、近年では普通乗用車にも適用が検討されており、将来はさらに大型な車両にも適用される可能性が高い。

そして、このように比較的大型な車両に搭載されるようになると、ハンドルの切り返し操作時などの装置のフル稼働状態では、モータを駆動して所要の操舵補助トルクを発生させるために、モータの電流が例えば最大60～80A程度必要となる。こうなると、リレー自体やその周辺の発熱部品からの発熱量（電流の二乗に比例する）が大幅に増大し、もはや、放熱器の働きだけでは、リレーを過熱から保護することが不可能になる。

【0006】

なお、前記駆動回路やマイクロコンピュータ、及び前記リレーなどが収納される装置の制御ユニット（コントロールユニット）に最大発熱量に見合った放熱器を設けたり、前記リレー自体の容量を最大電流に見合ったものとする事で、上述したような電流増加の条件下においても、前記リレーが過熱状態とならないように設計することは、原理的には可能であるが、実用的には不可能である。この場合、放熱器が極端に大きくなり、リレーも格段に大型化するため、上記制御ユニットが、車両においてこの種のユニットの配置に許された狭いスペースに収まらなくなるからである。

また、例えばリレーが過熱状態になると、そのリレーコイルが劣化（寿命低下）又は焼損したり、或いはその端子を接続する半田が溶けるなどの不具合が発生する恐れがあるため、そのような過熱状態は、車両の操舵システムの高い信頼性を確保する観点から、できるだけ積極的かつ確実に回避しなければならない。

そこで本発明は、電磁リレーや半導体リレーなどのリレーによってアシストモータの通電ラインの開閉状態を制御する電動パワーステアリング装置であって、前記リレーの過熱を小型な構成で積極的かつ確実に回避できる装置を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

この発明による電動パワーステアリング装置は、車両の操舵系に連結されて操舵補助トルクを発生するアシストモータと、複数のスイッチング素子よりなり前記アシストモータを駆動するためのブリッジ回路と、前記アシストモータの通電ラインに設けられたリレーとを有し、

前記通電ラインを遮断すべき異常状態が発生したときには、前記リレーを開状態に作動させて前記通電ラインを遮断し、

前記異常状態が発生していない通常運転状態においては、前記リレーを閉状態として前記通電ラインを導通状態に維持しつつ、前記操舵系の操舵トルクに応じて前記スイッチング素子を作動させて、前記操舵補助トルクが前記操舵トルクに応じた値になるように、前記アシストモータの電流を所定の目標電流値に制御する電動パワーステアリング装置において、

前記リレーが実装された基板に実装され、前記基板の所定部位の温度を検出する温度センサと、

前記基板の所定部位の温度に基づいてリレーの温度推定値を求め、かつ、前記リレーの温度推定値を許容温度以下に保持すべく、前記温度センサによる検出温度に基づいて前記目標電流値を必要に応じて下方修正する電流修正制御を実行する電流制御手段とを設け、

前記リレーが、前記基板に表面実装し、

前記基板の所定部位を、前記リレーが表面実装される前記基板の配線パターンとしたものである。

10

20

30

40

50

ここで、「アシストモータの通電ライン」には、前記ブリッジ回路と電源間の通電ライン（電流経路）や、前記ブリッジ回路とアシストモータ間の通電ラインが含まれる。

また、「リレー」には、通常の電磁リレーや半導体リレー、或いはFETなどのスイッチング素子が含まれる。また、「リレーの温度」とは、リレーの機能や信頼性が過熱によって劣化し又は喪失されるか否かを判定する上で（すなわち、許容温度以下か否かを判定する上で）、指標となる箇所の温度であり、場合によっては、リレー全体の平均温度である場合もあるし、リレーの熱的に問題となる特定箇所の温度（例えば、電磁リレーの接点、端子、或いはコイルなどの温度）であってもよい。

また、「リレーの温度推定値を求め」とは、リレーの温度を一定の許容誤差を含んで算出することである。ちなみに、電動パワーステアリング装置に通常用いられる電磁リレーなどのリレーであれば、端子（半田接続部分）やコイルなどの許容温度が例えば120 ~ 200 といったレベルであるので、少なくとも1 ~ 10 程度の誤差は実用的に許される場合が多い。

また、「電流修正制御」は、例えば前記温度センサの検出温度に基づいて電流を通常よりも減少させる制御（例えば、検出温度に応じた割合だけ電流値を必ず減少させる制御）であってもよいし、前記温度センサの検出温度に基づいて電流を通常よりも制限する電流制限制御（例えば、検出温度に応じた割合だけ電流の上限値を減少させる制御、必ずしも毎回電流が減少するとは限らないもの）であってもよい。

【0008】

この発明によれば、温度センサが、リレーが実装された基板の所定部位の温度を検出するから、この温度センサの検出温度に基づいてリレーの温度を判定し監視することができる。そして、この監視結果に基づいて、アシストモータの目標電流値を必要に応じて下方修正する電流修正制御が実行され、これによりリレーの温度が許容温度以下に保持される。

特に本発明では、温度センサが温度検出する基板の所定部位が、リレーが表面実装される基板の配線パターンである。即ち、温度センサが計測している温度（前記配線パターンの温度）は、リレーの温度を推定する際の良いベース温度である。したがって、上記リレーの温度判定と、この温度判定に基づく上記電流修正制御がより的確なものとなる。

このため、操舵補助トルクがその分低減されて、ハンドル操作がその分重くなるものの、過熱によりリレーが劣化又は損傷することが、積極的かつ確実に回避できる。さらにいえば、発熱の源である電流を制限するので、大型な放熱器を設けたり、或いはリレーの容量（サイズ）を大型化することなく、リレーを過熱から確実に保護することができ、電動パワーステアリング装置のコントロールユニットの大型化を回避しつつ、高信頼性を確保することができる。この結果、アシストモータの駆動に大電流を流す必要のある普通乗用車などの比較的大型な車両に対しても、リレーが過熱から確実に保護された信頼性の高い電動パワーステアリング装置を実現することができ、しかも、装置のコントロールユニットが車両に搭載するのに適した大きさに構成できるという、市場のニーズに応じた実用上優れた効果が得られる。

【0011】

またこの発明は、前記温度センサが、前記リレーが実装された基板に実装され、前記基板の所定部位（配線パターン）の温度を検出するものである。このため、温度センサを上記基板上に実装して設ければよいので、温度センサの取り付けが容易になるという効果も得られる。

【0012】

またこの発明は、リレーが、前記基板に表面実装されているため、リレーで発生した熱が基板に効率良く伝わり、リレーで発生した熱が基板を経由して外部により効率良く放熱されるようになる。

これにより、リレーの過熱が発生し難くなって、前述した電流修正制御の実行頻度や程度が少なくすむようになり、電流修正制御の弊害（目標値電流値を下方修正する分だけハンドル操作が一時的に重くなる弊害）が緩和される効果が得られる。また、温度センサが測定する基板の温度が、リレーの温度を判定する上でより好ましいものとなる（リレー

10

20

30

40

50

の温度と基板の温度との関係がより確かになる)ため、より精度良くリレーの温度を判定し監視することが可能となり、前述した電流修正制御の作用効果をより効果的かつ効率的に発揮できる。

特に、前記基板(リレーが実装された基板)が、金属製の基板であると、リレーで発生した熱が基板を経由して外部に効率良く放熱されるようになるため、上記作用効果がより顕著になる。

【0013】

また、この発明のより好ましい構成は、前記電流制御手段が、前記温度センサによる検出温度が既定値を越えた場合に、前記電流修正制御を実行するものである。

この構成であると、前記電流修正制御を実行するか否かの判定処理が簡素化される利点がある。 10

また、この発明のより好ましい構成は、前記電流制御手段が、前記リレーを流れる電流から当該リレーにおけるジュール熱による温度上昇分を算出し、さらにこの温度上昇分に前記温度センサによる検出温度を加算することで、前記リレーの温度推定値を求め、この温度推定値が既定値を越えた場合に、前記電流修正制御を実行するものである。

この構成であると、前記温度センサが検出する温度は前記リレーの温度を推定する上でのベース温度であればよくなり、前記温度センサがリレー自体の温度やそれに相関する部分の温度を測定しないものであっても(例えば、リレーが実装された基板におけるリレーからある程度離れた箇所の温度を計測するものであっても)、リレーの温度推定値を十分正確に(許容される誤差で)算出することができ、前記電流修正制御の作用効果を十分実用的なレベルで発揮できる。したがって、温度センサの配置の自由度が高まり、温度センサを他の用途(例えば、ブリッジ回路を構成するスイッチング素子の温度監視)に兼用することも容易に可能となるメリットがある。 20

【0014】

また、この発明のより好ましい構成は、前記電流修正制御が、前記検出温度又は温度推定値の増加に応じて、前記目標電流値を下方修正する程度を段階的又は連続的に高めるものである。

このような構成であると、例えば、リレーの高温状態の程度が、それ程緊急性を有しないような比較的低いレベルのときには、電流を制限する度合いを少なくして、なるべく大きな操舵補助トルクを確保するといった柔軟な制御が可能となる。特に、連続的に修正レベルを高める場合には、リレーの高温状態の程度に応じたきめの細かい電流修正が可能となり、なるべく必要最小限の電流修正でリレーの過熱を確実に回避し、一方ではできる限りの操舵補助トルクを発生させることが、より緻密に可能となる。 30

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

まず、電動パワーステアリング装置のハード構成の一形態例を、図1により説明する。本装置は、車両の操舵系に連結されて操舵補助トルクを発生するアシストモータ11(以下、場合により単にモータ11という)と、このモータ11を駆動回路12(Hブリッジ回路12aを含む)を介して制御する制御回路13と、車両の電源(バッテリー)14の出力をもとにこの制御回路13に所定電力を供給する電源回路15と、前記操舵系の操舵トルクを検出するトルクセンサ16とを備える。ここで、制御回路13は、本発明の電流制御手段に相当する。 40

【0016】

また、図1において、符号17で示すものは、車両のイグニションスイッチであり、本装置においては制御回路13の起動スイッチとして機能する。

また、符号18a, 18bで示すものは、本発明のリレーに相当する電磁リレー(正確には電磁リレーの接点)であり、図示省略した回路を介してこれら電磁リレーのコイルが制御回路13によって駆動制御される構成となっている。

また、符号18cで示すものは、駆動回路12が形成された後述の駆動回路基板41上に 50

設けられ、この基板 4 1 の温度（この場合正確には、基板 4 1 上の回路導体 4 2 の温度）を計測するための温度センサ（例えば、サーミスタ）であり、その検出出力は制御回路 1 3 に入力されている。

また、符号 1 9 で示すものは、ブリッジ回路 1 2 a のグランド側（即ち、ブリッジ回路 1 2 a と電源 1 4 の負極との間の通電ライン L 2 ）に接続された抵抗（シャント抵抗）であり、この抵抗 1 9 の電圧降下分に相当する電圧が入力ライン 2 0 によって制御回路 1 3 に入力されている。なお、この入力ライン 2 0 から入力される電圧値は、当然にモータ 1 1 の電流値（以下、場合により単にモータ電流値という）に比例するため、制御回路 1 3 ではこの電圧値からモータ電流値を検知可能であり、抵抗 1 9 や入力ライン 2 0 は、モータ電流の電流検出手段 2 1 を実質的に構成している。

10

なお、駆動回路 1 2、制御回路 1 3、電源回路 1 5 などは、パワーステアリング装置のコントロールユニット 2 2 を構成している。

【0017】

ここで、駆動回路 1 2 は、この場合 4 個の電界効果トランジスタ SW 1 ~ SW 4（以下、FET SW 1 ~ SW 4 という）をモータ 1 1 に対して Hブリッジ形に接続してなる Hブリッジ回路 1 2 a を含むもので、この Hブリッジ回路 1 2 a を構成するスイッチング素子である各 FET SW 1 ~ SW 4 は、制御回路 1 3 から出力される PWM 駆動信号によって動作する。なお、各 FET SW 1 ~ SW 4 は、この場合、Nチャンネルエンハンスメント型 MOSFET であり、その構造上ダイオード D 1 ~ D 4（寄生ダイオード）がドレイン・ソース間に作り込まれている。

20

また、電磁リレー 1 8 a（リレー A）は、ブリッジ回路 1 2 a と電源 1 4 の正極との間の通電ライン L 1 に設けられ、駆動状態（コイル励磁状態）で閉状態となってこの通電ライン L 1 を導通状態とし、非駆動状態（コイル非励磁状態）で開状態となってこの通電ライン L 1 を遮断状態とするものである。また、電磁リレー 1 8 b（リレー B）は、ブリッジ回路 1 2 a とモータ 1 1 間の一方の通電ライン L 3 に設けられ、駆動状態で閉状態となってこの通電ライン L 3 を導通状態とし、非駆動状態で開状態となってこの通電ライン L 3 を遮断状態とするものである。

【0018】

また、制御回路 1 3 は、マイクロコンピュータを含む回路で構成され、トルクセンサ 1 6 の検出信号から検知される操舵トルクの値に応じた操舵補助トルクを発生させるべく、前記操舵トルクに応じたモータ電流を実現するデューティ比の PWM 駆動信号を生成して Hブリッジ回路 1 2 a を制御する通常状態（後述するような異常状態でない正常な運転状態）での制御機能の他、温度センサ 1 8 c や電流検出手段 2 1 の検出値に基づいて各種異常状態（後述する）を判定して、モータ電流を通常状態よりも下方修正（抑制又は制限）したり、電磁リレー 1 8 a 又は 1 8 b（リレー A 又は B）を開状態として過電流や回生ロックを回避するフェールセーフ機能も実現する（詳細後述する）。

30

また、電源回路 1 5 は、バッテリー 1 4 の電圧（通常、1 2 V ~ 1 4 V）を所定電圧（例えば、5 V）に変換して制御回路 1 3 に供給するものである。

なお、電磁リレー 1 8 a は、ブリッジ回路 1 2 a と電源 1 4 の負極（即ち、グランド）との間の通電ライン L 2 に設けられていてもよく、また、電磁リレー 1 8 b は、ブリッジ回路 1 2 a とモータ 1 1 間の他方の通電ライン L 4 に設けられていてもよい。また、電磁リレー 1 8 a のようなリレーは、通常必ず設けられるものである。しかし、電磁リレー 1 8 b のようなリレーは必ずしも必要ではなく、前述した回生ロックが問題とならない場合（例えば、モータ 1 1 のコイル両端が結線状態となっても、なんとかハンドルが回転操作できる場合、或いはモータ 1 1 と操舵系との間にクラッチが設けられ、モータ 1 1 と操舵系の連結が適宜解除できる場合等）には、不要である。

40

なお、図示省略しているが、ユニット 2 2 には、上述した要素の他に、モータ 1 1 の電流（以下、場合により単にモータ電流という）が増大したときに電源をバックアップする電解コンデンサや、ノイズ放出を抑制する電波対策用のセラミックコンデンサなどが備えられる。

50

【 0 0 1 9 】

次に、電磁リレー 1 8 a , 1 8 b の構造及びその周辺構成について、図 2 により説明する。

なお、図 2 (a) は各リレーの外観を示す斜視図であり、図 2 (b) は各リレーの内部構造を示す側断面図であり、図 2 (c) は各リレーを搭載した駆動回路基板等の側面図である。

各リレーは、図 2 (a) , (b) に示すように、各部品を直接的又は間接的に支持固定する合成樹脂製のベース基板 3 1 と、コイルや鉄心よりなる電磁石 3 2 と、この電磁石 3 2 の吸引力で弾力的に変位する可動接点パネ 3 3 と、この可動接点パネ 3 3 の先端に設けられた可動接点 3 4 と、この可動接点 3 4 に対向配置された固定接点 3 5 と、固定接点 3 5 に接続されベース基板 3 1 の下面左端に接続端が露出したコモン端子 3 6 と、可動接点パネ 3 3 を介して可動接点 3 4 に接続されベース基板 3 1 の下面右端に接続端が露出した a 接点端子 3 7 と、電磁石 3 2 の各コイル端に接続されベース基板 3 1 の下面中央両側に接続端が露出したコイル端子 3 8 , 3 9 と、各部品 (各端子の接続端を除く) を覆うようにベース基板 3 1 の上面側に取り付けられた合成樹脂製の箱形ケース 4 0 とを有する。

そして、電磁石 3 2 の吸引力と可動接点パネ 3 3 の復元力によって可動接点 3 4 が固定接点 3 5 に対して変位し、可動接点 3 4 と固定接点 3 5 間の接触状態が切換えられる電磁リレーである。すなわち、制御回路 1 3 の制御でコイル端子 3 8 , 3 9 間に電源が供給され電磁石 3 2 が機能した駆動状態では、電磁石 3 2 の吸引力で可動接点 3 4 が固定接点 3 5 に接合する方向に変位して、コモン端子 3 6 と a 接点端子 3 7 とが導通状態となる。また、コイル端子 3 8 , 3 9 間に電源が供給されていない非駆動状態では、可動接点 3 4 が可動接点パネ 3 3 の復元力で固定接点 3 5 から離れる方向に変位して、コモン端子 3 6 と a 接点端子 3 7 とが非導通状態となる。

なお本形態例では、各電磁リレー 1 8 a , 1 8 b を同構造のものとして説明しているが、異なる構造であってもよいことはいうまでもなく、また、これらリレーの容量 (サイズ) が異なってもよい。

【 0 0 2 0 】

またこの場合、各リレーは、図 2 (c) に示すように、駆動回路基板 4 1 上に実装されている。

駆動回路基板 4 1 は、金属基板であり、ここに駆動回路 1 2 が形成されている。すなわち、駆動回路基板 4 1 は、基材であるアルミ板の表面 (実装面側) に絶縁層 (図示省略) を形成し、さらにその上に回路導体としての配線パターン 4 2 を印刷配線技術により形成し、この配線パターン 4 2 の所定の部位に対して駆動回路 1 2 を構成する F E T S W 1 ~ S W 4 や電磁リレー 1 8 a , 1 8 b 等の部品を実装したものである。なおこの場合、F E T S W 1 ~ S W 4 や電磁リレー 1 8 a , 1 8 b は、図 2 (c) の紙面に直交する方向に並んで配置されており、これら F E T S W 1 ~ S W 4 や電磁リレー 1 8 a , 1 8 b の間の位置に、温度センサ 1 8 c のチップが実装されている。

また、図 2 (c) においては、上面側がこの金属基板 (駆動回路基板 4 1) の実装面となっている。また、少なくとも電磁リレー 1 8 a , 1 8 b は、各端子 3 6 ~ 3 9 が表面実装用の形状 (実装面に平行となるような横向きの形状) とされ、駆動回路基板 4 1 上の配線パターン 4 2 の所定部位に対して表面実装されている。例えば、配線パターン 4 2 の所定部位の上面に予めクリーム半田を塗布した後、その所定部位の上面に対して各端子 3 6 ~ 3 9 の外面 (下面) を接合させて、その接合部に赤外線照射してクリーム半田を一時的に溶かして半田付けされている。

また、この場合、温度センサ 1 8 c は、駆動回路基板 4 1 (正確には、その配線パターン 4 2) の温度を計測している。

そして本形態例では、駆動回路基板 4 1 の裏面側 (下面側) には、例えば、アルミのダイキャストにより製作された放熱板 4 3 が、接合状態で配設されている。また、この放熱板 4 3 は、コントロールユニット 2 2 の外面 (下面) に露出するように配設されている。

【 0 0 2 1 】

10

20

30

40

50

このような構成であると、電磁リレー 18a, 18b や FETSW1 ~ SW4 で発生した熱は、駆動回路基板 41 を経由して効率良く図中下向きに伝熱され、最終的に放熱板 43 からユニット外（外気）に効率良く放熱される。より詳しくは、電磁リレー 18a, 18b では、主に各接点 34, 35 で発生するジュール熱が、その構造から、まず金属製の各部材（コモン端子 36、可動接点バネ 33、a 接点端子 37）に効率良く伝わる。ついで、コモン端子 36 や a 接点端子 37 に伝わった熱は、表面実装構造によって駆動回路基板 41 の配線パターン 42 に効率良く伝わる。そして、この配線パターン 42 に伝わった熱は、駆動回路基板 41 が金属製であることから、効率良く放熱板 43 側に伝熱されて放熱されるのである。

またこのため、温度センサ 18c が計測している温度（駆動回路基板 41 の配線パターン 42 の温度）は、電磁リレー 18a, 18b や FETSW1 ~ SW4 のベース温度として良好に温度変化する。つまり、温度センサ 18c が温度計測している部分（駆動回路基板 41 の配線パターン 42）は、電磁リレー 18a, 18b（リレー）の温度を推定する際の良好なベース温度となり得る本発明の所定部位となる。またこの場合、温度センサ 18c の検出温度は、FETSW1 ~ SW4 の温度を推定する際の良好なベース温度にもなりうる。つまり、この場合の温度センサ 18c は、電磁リレー 18a, 18b の温度を検知するためのセンサであるとともに、FETSW1 ~ SW4 の温度を検知するためのセンサとしても使用可能であり、それぞれに別個の温度センサを設ける構成に比し部品点数の削減が実現されている。

【0022】

なお、図 2（c）では、コントロールユニット 22 の全体構造については、図示省略しているが、概略を説明すると例えば以下のような構造となっている。

すなわち、コントロールユニット 22 は、前述の電解コンデンサやシャント抵抗 19 等を搭載し大電流回路（前述の通電ライン L1 ~ L4 の一部）が形成されたベース基板（図示省略）と、このベース基板の下面側に接着等により取り付けられる上述した駆動回路基板 41 と、ユニット側面の外壁を構成し外部配線用のコネクタ（図示省略）が設けられる枠状の樹脂ケース（図示省略）と、制御回路 13 などの低電圧回路が形成されてベース基板の上面に取り付けられる絶縁基板（図示省略）と、上述したように駆動回路基板 41 の下面に接合した状態で樹脂ケースの下面側（ユニットの下面側）に取り付けられる放熱板 43 と、ユニットの上面側を覆うように樹脂ケースの上面に取り付けられるカバー部材（図示省略）とよりなる。

また、その概略の組立手順は、次のとおりである。即ち、まずベース基板に駆動回路 12 が形成された駆動回路基板 41 を取り付け例えばワイヤボンディングにより接続し、次いでこの中間組立品を、放熱板 43 を予め取り付けした樹脂ケースに対して組み付ける。その後、制御回路 13 等が形成された絶縁基板を例えば駆動回路基板 41 の上方位置に重ねるようにベース基板に対して取り付けた後、カバー部材を上面側に取り付けて完成となる。

【0023】

次に、制御回路 13 の制御内容の一形態例（第 1 形態例）について説明する。制御回路 13 は、起動スイッチであるイグニションスイッチ 17 がオンされると起動して、以下のような処理を含む一連の動作を、例えばイグニションスイッチ 17 がオフされるなどして制御回路 13 の通常の稼働状態が停止するまで、例えば一定周期で繰り返し実行する。

まず、トルクセンサ 16 の検出信号から検知される操舵トルクの値に応じたモータ電流の目標電流値を演算する処理を行う。この演算は、操舵トルクに応じた（例えば、比例した）目標の操舵補助トルクを発生させるためのモータ電流値を目標電流値として算出するものであるが、操舵トルク以外のパラメータも考慮して目標電流値（即ち、目標の操舵補助トルク）を求めるようにしてもよい。例えば、操舵トルクが同じでも、車速によって目標電流値を異ならせ、車速に応じて操舵補助トルクを若干異ならせるような構成もあり得る。なお近年では、どの車種にも車速を検出する手段は通常設けられるので、この車速検出手段の信号を制御回路 13 にも入力しておけば、制御回路 13 が車速を検知して上記演算

を実行可能である。

次に、制御回路 13 は、電磁リレー 18a, 18b 等を過熱から保護するための電流修正制御のための処理（後述する）を実行した後、それまでの処理で得られた目標電流値を実現するデューティ比の PWM 駆動信号を生成して Hブリッジ回路 12a の各 FET を制御する。これにより、モータ 11 の所定方向に目標電流値にほぼ等しい電流が流れて、電流修正制御が機能していない状態（この場合、電磁リレー 18a, 18b 等の過熱の恐れがない低温状態）においては、例えば操舵トルクに応じた大きさを操舵トルクと同方向の操舵補助トルクが発生し、ステアリング操作が十分にアシストされる。

【0024】

なお、このような通常の稼働状態において制御回路 13 は、各電磁リレー 18a, 18b を当然に閉状態に制御するが、次のような異常の発生を常に監視する処理を実行しており、異常が検知された場合には、少なくとも電磁リレー 18a（リレー A）を開状態として通電ライン L1 を遮断するフェールセーフ機能を有する。

例えば、電流検出手段 21 により検知される実際のモータ電流値が、目標電流値よりも極端に増加して制御不能となり、いずれかの FET が短絡故障を起こしたと推定される場合には、電磁リレー 18a（リレー A）を開状態として通電ライン L1 を即座に遮断し、モータ 11 の誤動作や損傷等を回避する。またこの場合には、同時に電磁リレー 18b（リレー B）を開状態に制御して通電ライン L3 を遮断し、モータ 11 の回生ロックを回避する。

また例えば、温度センサ 18c により検知される温度が極端に上昇し、後述する電流修正制御では過熱状態を解消できないと判断した場合には、電磁リレー 18a（リレー A）を開状態として通電ライン L1 を即座に遮断し、各通電ライン L1 ~ L4 の電流をゼロとして過熱による各リレーや FET の損傷を確実に防止する。

【0025】

そして、制御回路 13 は、電流修正制御のための処理として、少なくとも図 3）に示す一連の処理を実行する。なおこの場合、これらの処理は、制御回路 13 の動作プログラムにおける例えばメインルーチンに対するサブルーチンとして、制御回路 13 が起動している限り周期的に繰り返し実行される。

このサブルーチンが開始されると、まずステップ S1 では、温度センサ 18c により検出されている検出温度 T_s から電磁リレー 18a, 18b の温度推定値 T_r （この場合、厳密には各リレーの接点の温度の推定値）を算出する。具体的には、電流検出手段 21 により検知される各通電ライン L1 又は L3 の電流値 I （即ち、各リレーに流れる電流値）の二乗を計算し、この計算結果に各リレーの接点抵抗値 R （予め、実験又は計算により求めて設定しておいた値）を乗算することによって、各リレーの接点において発生するジュール熱の発熱量 RI^2 を逐次求める。さらに、このように求められた発熱量 RI^2 の最新のデータ列に対して、各リレー接点の物性値をパラメータ（予め、実験又は計算により求めて設定しておいた値）とする積分演算を逐次実行することによって、この発熱量による温度上昇値 T_r を求める。そして、このようにして得られた最新の温度上昇値 T_r とその時点で検知されている検出温度 T_s とを加算することで、その時点における各リレーの温度推定値 $T_r (= T_s + T_r)$ を求める。

【0026】

なお、温度推定値 T_r の推算方法は、上記のような態様に限定されず、温度センサ 18c の取付位置（温度測定部位）や、リレー構造等によって、好ましい各種の態様が採用することはいうまでもない。

例えば、各リレーの特定部分（例えばコモン端子 36 や a 接点端子 37）の温度や、各リレーの温度と相関関係を維持しつつ温度変化する部分（例えば、駆動回路基板 41 における各リレー近傍位置）の温度を測定して、その測定値自体や、その測定値に所定の係数を乗算するなどにより得られた値を、温度推定値としてもよい。

またこの場合、リレーを流れる電流 I の値は、電磁リレー 18a と電磁リレー 18b とで異なるし、電磁リレー 18a と電磁リレー 18b とで温度条件が異なるので、好ましくは

、各リレー毎に温度推定値を求める必要がある。そして、以下のステップ S 2 , S 4 , S 6 の判定では、例えば、より高温状態の高い（許容温度に近い）側のリレーの温度推定値を使用して、処理を進めるのがよい。

【 0 0 2 7 】

次いで、ステップ S 2 では、ステップ S 1 で求めたリレーの温度推定値 T_r が、予め設定された既定値 K_1 以上か否か判定し、既定値 K_1 以上であれば電流修正（この場合は、電流制限）の必要がある高温状態であるとしてステップ S 4 に進み、そうでなければ電流制限の必要はないとしてステップ S 3 に進む。

そして、ステップ S 3 では、電流制限値 I_{max} の値を無限大（ ）に設定する。

一方、ステップ S 4 では、ステップ S 1 で求めたリレーの温度推定値 T_r が、予め設定された既定値 K_2 以上か否か判定し、既定値 K_2 以上であれば比較的厳しい電流制限の必要がある高温状態であるとしてステップ S 6 に進み、そうでなければ比較的緩い電流制限でよいとしてステップ S 5 に進む。

そして、ステップ S 5 では、電流制限値 I_{max} の値を最も大きな設定値 A に設定する。

また、ステップ S 6 では、ステップ S 1 で求めたリレーの温度推定値 T_r が、予め設定された既定値 K_3 以上か否か判定し、既定値 K_3 以上であれば最も厳しい電流制限の必要がある許容温度近くの高温度状態であるとしてステップ S 8 に進み、そうでなければ中程度の電流制限でよいとしてステップ S 7 に進む。

そして、ステップ S 7 では、電流制限値 I_{max} の値を中程度の設定値 B に設定する。一

方、ステップ S 7 では、電流制限値 I_{max} の値を最も小さな設定値 C に設定する。

【 0 0 2 8 】

なお、各既定値 $K_1 \sim K_3$ は、各リレーの許容温度やこれに対する安全率（マージン）を考慮して、適応な値に設定すればよい。

但し、この場合には、 $K_3 > K_2 > K_1$ の関係が成立するように設定する必要がある。具体的には、 K_3 が上記許容温度の 90 %、 K_2 が上記許容温度の 80 %、 K_1 が上記許容温度の 70 %、といった具合に設定すればよい。

また、電流制限値 I_{max} の値として選択される各設定値 A ~ C は、各既定値 $K_1 \sim K_3$ に対応した適応な電流制限がなされるように設定すればよい。例えば、前述したように決定される目標電流値の最大値の 90 % を設定値 A とし、同じく 50 % を設定値 B とし、10 % を設定値 C とする、といった具合である。

【 0 0 2 9 】

次に、ステップ S 9 では、電流指令（即ち、前述のように操舵トルクに応じて決定された目標電流値）が、電流制限値 I_{max} の値以上か否か判定し、電流制限値 I_{max} の値以上であれば、電流制限を行うべくステップ S 10 に進み、そうでなければ、電流制限値未満であるので電流制限の必要はないとして、1シーケンスの処理を終了する。

そして、ステップ S 10 では、目標電流値の値を電流制限値 I_{max} の値に更新して下方修正する。すなわち、目標電流値が電流制限値 I_{max} の値より大きい場合には、電流制限値 I_{max} の値に変更して、必ず電流制限値 I_{max} の値以下になるように修正する（つまり、電流制限値 I_{max} の値以下に目標電流値を制限する）。

なお、前述したようにステップ S 2 の判定が否定的になった場合には、ステップ S 3 が実行されて、電流制限値 I_{max} の値は無限大となっている。このため、この場合には、電流制限は実質的に為されない。但し、この場合、目標電流値が無制限に大きくなるわけではない。というのは、前述したように操舵トルクに応じて目標電流値の初期値を決定する時点で、通常、一定の制限値（最大値）が当然存在し、この最大値以上の値にはなり得ないからである。したがって、図 3 に示した本形態例の電流修正制御（電流制限制御）は、この目標電流値の最大値を、リレーの温度に応じて下方修正するものであるということもできる。

【 0 0 3 0 】

以上説明した図 2 の処理によれば、上述したように、各リレーの温度が許容温度近くに上昇し既定値 K_1 以上になると、目標電流値が通常よりも制限されて必要に応じて下方修正

10

20

30

40

50

され、これに応じてPWM駆動信号も修正されるから、結果的に各リレーの電流値（この場合、通電ラインL1やL3の電流値）も同様に制限される。このため、操舵補助トルクがその分低減されて、ハンドル操作がその分重くなるものの、過熱により各リレーが劣化又は損傷することが、積極的かつ確実に回避できる。さらにいえば、発熱の源である電流を制限するので、放熱板43や各リレーの容量（サイズ）を大型化することなく、各リレーを過熱から確実に保護することができ、装置の大型化を回避しつつ、高信頼性を確保することができるという実用上優れた効果が得られる。

しかも、電流値の制限は、上述した複数の既定値K1～K3や電流制限値A～Cの値によって、各リレーの温度に応じて段階的に実行される。このため、例えば、各リレーの高温状態の程度が、それ程緊急性を有しないような比較的低いレベルのときには、電流を制限する度合いを少なくして、なるべく大きな操舵補助トルクを確保するといった柔軟な制御が可能となる。

【0031】

なお、以上説明したようなリレーの過熱保護のための電流修正制御と同様の制御処理を、FETSW1～SW4についても実行する構成としてもよい。そうすれば、FETSW1～SW4の過熱も積極的かつ確実に回避できる効果が得られる。なおこの場合には、リレーと同じ温度センサ18cを利用して、FETSW1～SW4の温度推定が可能である。

【0032】

次に、制御回路13の制御内容の他の形態例（第2形態例）について説明する。なお、この第2形態例は、電流修正制御のための処理の一部に特徴を有し、他の処理内容は第1形態例と同様であるので、第1形態例と同様の内容については同符号を付して重複する説明を省略する。

本形態例での制御回路13は、電流修正制御のための前述したサブルーチンの処理として、図4のフローチャートに示した処理を行う。ここで特徴的なのは、前述のステップS2～S8の代わりに設けられたステップS11である。このステップS11では、図4（b）の如く予め設定された最大電流決定用のデータテーブル（或いは、関数）に基づいて、リレーの温度推定値Trを連続的に評価して電流制限値Imaxを決定する。

このような処理内容であると、前述した第1形態例の効果に加えて、以下のような特長が得られる。すなわち、リレーの高温状態の程度に応じたきめの細かい電流制限が可能となり、なるべく必要最小限の電流制限でリレーの過熱を確実に回避し、できる限りの操舵補助トルクを発生させることが、より緻密に可能となる。

【0033】

なお、本発明は上記形態例の態様に限られず、各種の態様があり得ることはいうまでもない。

例えば、本発明の電流修正制御は、上述したように電流を制限する制御処理（電流の最大値を下方修正するもの）に限られず、リレーの温度（検出値又は推定値）が既定値を越えると、操舵トルク等に応じて決定された目標電流値から、例えばリレーの高温レベルに応じた所定割合分を差し引いて目標電流値を減少させるような制御としてもよい。

また、上述した形態例のように、複数箇所にリレーがある場合であって、一方のリレーの過熱が自然放熱のみによって防止できるような場合には、他方のリレーのみについて、本発明の電流修正制御を実行するようにしてもよい。また、複数箇所にリレーがある場合には、それぞれのリレーについて、別個の電流修正制御を実行してもよい。

また、上記形態例の温度センサ18cは、FETの温度監視用にも兼用されているが、リレー専用の温度センサを設けてもよい。また、リレーが複数ある場合に、リレー毎に温度センサを設けてもよい。

また、本発明の思想は、上述したような電動パワーステアリング装置に限られず、通電ラインを開閉するリレー（電磁リレー、或いはFET等のスイッチング素子など）を有し、このリレーの過熱が問題となる装置（特に、加えて小型化が要求される装置）であれば、適用可能であり同様の効果を奏することができる。

【0034】

【発明の効果】

この発明によれば、温度センサの検出温度に基づいてリレーの温度を判定し監視することができる。そして、この監視結果に基づいて、リレーに流れる電流を必要に応じて下方修正する電流修正制御が実行され、リレーの温度が許容温度以下に保持される。

特に本発明では、温度センサが温度検出する基板の所定部位が、リレーが表面実装される基板の配線パターンである。即ち、温度センサが計測している温度（前記配線パターンの温度）は、リレーの温度を推定する際の良いベース温度である。したがって、上記リレーの温度判定と、この温度判定に基づく上記電流修正制御がよりの確なものとなる。

このため、過熱によりリレーが劣化又は損傷することが、積極的かつ確実に回避できる。さらにいえば、発熱の源である電流を制限するので、大型な放熱器を設けたり、或いはリレーの容量（サイズ）を大型化することなく、リレーを過熱から確実に保護することができる。装置の大型化を回避しつつ、高信頼性を確保することができる。

したがって、電動パワーステアリング装置において、装置の大型化（コントロールユニットの大型化）を回避しつつ、高信頼性を確保することができる。この結果、アシストモータの駆動に大電流を流す必要のある普通乗用車などの比較的大型な車両に対しても、リレーが過熱から確実に保護された信頼性の高い電動パワーステアリング装置を実現することができ、しかも、装置のコントロールユニットが車両に搭載するのに適した大きさに構成できるという、市場のニーズに応じた実用上優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】電動パワーステアリング装置の全体構成を示す図である。

【図 2】電磁リレーの内部構成及び周辺構成を示す図である。

【図 3】制御回路の処理内容の一例を示すフローチャートである。

【図 4】制御回路の処理内容の別例を示すフローチャート等である。

【符号の説明】

1 1 アシストモータ（負荷）

1 2 駆動回路

1 2 a Hブリッジ回路

1 3 制御回路（電流制御手段）

1 6 トルクセンサ

1 8 a , 1 8 b 電磁リレー A , B（リレー）

1 8 c 温度センサ

2 2 コントロールユニット

S W 1 ~ S W 4 F E T（スイッチング素子）

L 1 , L 2 通電ライン（ブリッジ回路と電源間の通電ライン）

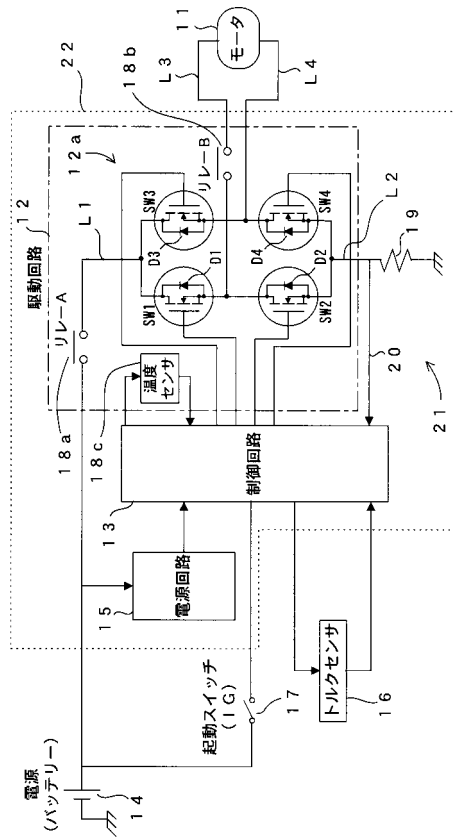
L 3 , L 4 通電ライン（ブリッジ回路とモータ間の通電ライン）

10

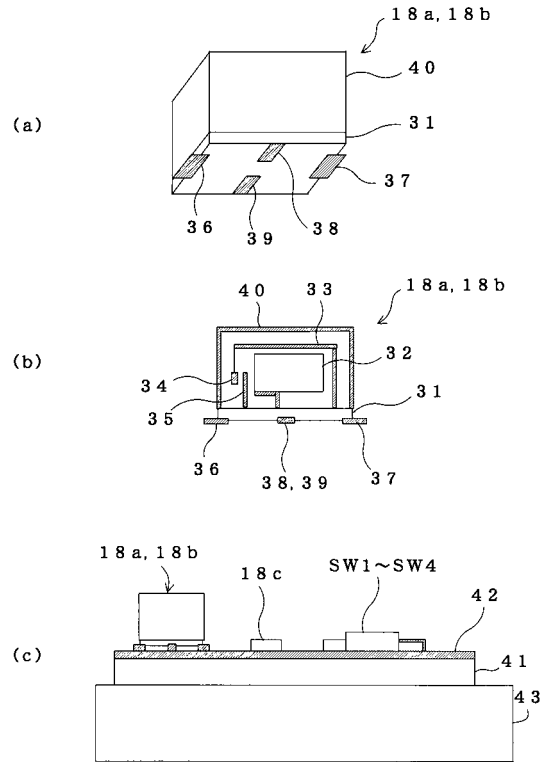
20

30

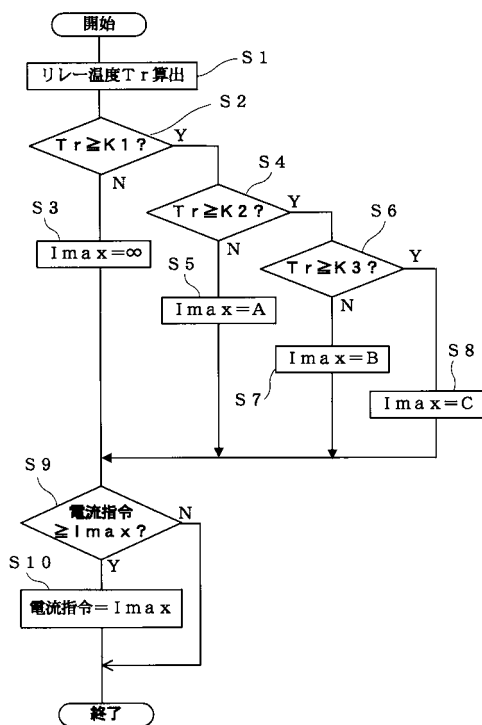
【図 1】



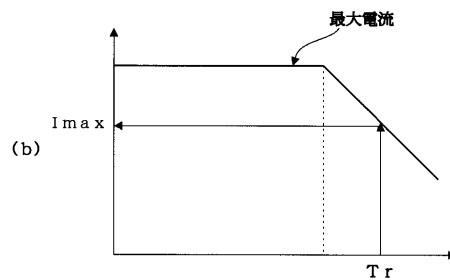
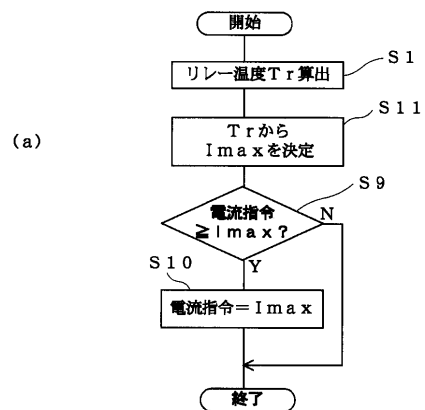
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

審査官 森林 宏和

- (56)参考文献 特開平10-014089(JP,A)
特開平06-270824(JP,A)
特開昭62-292576(JP,A)
特開平11-313466(JP,A)
特開平11-115775(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

B62D 6/00 - 6/06
B62D 5/04
H02P 7/00
H02P 5/04 - 5/26
H02P 7/04 - 7/34
H02P 3/00 - 3/26