



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

操舵部材に加えられた操舵トルク値を検出するトルクセンサと、操舵補助用のモータと、前記トルクセンサが検出した操舵トルク値に基づき、前記モータに流すべき電流値を定める電流制御手段と、該電流値を一時的に制限する電流制限手段とを備え、前記電流制御手段が定めた電流値を前記モータに流すことにより操舵補助する電動パワーステアリング装置において、

前記電流制限手段は、前記操舵トルク値が第 1 トルク値以上であるか否かを判定する第 1 トルク値判定手段と、該第 1 トルク値判定手段が否と判定したときに、前記電流値が第 1 電流値以上であるか否かを判定する第 1 電流値判定手段と、前記第 1 トルク値判定手段が否と判定し、前記第 1 電流値判定手段が第 1 電流値以上であると判定する状態が連続する時間を計時する計時手段とを備え、前記第 1 トルク値判定手段が第 1 トルク値以上であると判定したとき、又は前記計時手段が所定時間を計時したときに、前記電流値を制限するように構成してあることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

10

## 【請求項 2】

前記電流制限手段が電流値を制限しているときに、前記操舵トルク値が、第 1 トルク値より小さい第 2 トルク値以下であるか否かを判定する第 2 トルク値判定手段と、前記電流制限手段が電流値を制限しているときに、前記電流値が、第 1 電流値より小さい第 2 電流値以下であるか否かを判定する第 2 電流値判定手段とを更に備え、前記第 2 トルク値判定手段が第 2 トルク値以下であると判定したとき、又は前記第 2 電流値判定手段が第 2 電流値以下であると判定したときに、前記電流制限手段は、電流値の制限を解除するように構成してある請求項 1 記載の電動パワーステアリング装置。

20

3

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、操舵部材に加えられた操舵トルク値を検出するトルクセンサと、操舵補助用のモータと、トルクセンサが検出した操舵トルク値に基づき、モータに流すべき電流値を定める電流制御手段と、その電流値を一時的に制限する電流制限手段とを備え、電流制御手段が定めた電流値をモータに流すことにより操舵補助する電動パワーステアリング装置の改良に関するものである。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

モータを駆動して操舵補助を行ない、運転者の負担を軽減する電動パワーステアリング装置は、操舵部材（ステアリングホイール、ハンドル）に繋がる入力軸と、ピニオン及びラック等により操向車輪に繋がる出力軸と、入力軸及び出力軸を連結する連結軸とを備え、連結軸に生じる捩れ角度によって、トルクセンサが入力軸に加わる操舵トルクを検出し、検出した操舵トルク値に基づき、出力軸に連動する操舵補助用のモータを駆動制御するものである。

## 【0003】

40

このような電動パワーステアリング装置では、過剰な電流消費を避けてモータ及びモータ駆動回路の発熱による故障を未然に防ぐ為、高負荷継続時保護制御及び過熱保護制御の 2 つの電流制限制御を備えたものがある。

第 1 の過熱保護制御では、ステアリングホイールのエンド位置付近等で高負荷状態になったときに、一時的にモータの電流指示値を制限し、高負荷状態でなくなれば、電流指示値の制限を速やかに解除して、高負荷時の過剰な電流消費を避けて発熱を防ぎ、早期に過熱防止制御に至らないようにすることを目的としている。一方、過熱保護制御では、モータに流れる電流の積算量から、モータ及びモータ駆動回路の温度を推定し、推定した温度が所定温度を超えたときに、比較的長時間、モータの電流指示値を制限し、電流の制限を解除するときは徐々に解除するようにしている。

50

## 【0004】

特許文献1には、過負荷状態判定手段が、電動モータに実際に流れているモータ電流値に基づき、電動モータが過負荷状態にあるか否かを判定し、電動モータが過負荷状態にあると判定されているときは、指令電流値に基づき電動モータが過負荷状態にあるか否かを判定する電動パワーステアリング装置が開示されている。

【特許文献1】特開2001-322555号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

上述した高負荷継続時保護制御の高負荷状態の判定条件としては、アシスト電流値（電流指示値）を用いる方法、及び操舵トルク値を用いる方法の2種類がある。アシスト電流値を用いる方法においては、車両の負荷特性及びアシスト電流値－操舵トルク値のマップ設定によっては、操舵の初期から電流制限が始まる可能性があるという問題がある。また、操舵トルク値を用いる方法においては、車両の負荷特性及びアシスト電流値－操舵トルク値のマップ設定によっては、高負荷状態が続いても、電流制限が始まらない可能性があるという問題がある。

## 【0006】

例えば、アシスト電流値を用いる方法においては、負荷条件が緩やかな設定の場合、又は操舵力を重く（アシスト電流を小さく）設定した場合は、図6（a）に示すように、ステアリングホイール回転のエンド位置付近で高負荷状態であると判定して、狙い通りの電流制限が可能である。

しかし、負荷条件が厳しい設定の場合、又は操舵力を軽く（アシスト電流を大きく）設定した場合は、図6（b）に示すように、エンド位置手前で高負荷状態であると判定して、電流制限がかかる。その為、エンド位置付近迄操舵すると、操舵力が異常に重くなり、場合によっては、エンド位置迄操舵できないこともある。尚、図6においては、高負荷状態の判定条件として、アシスト電流値が高負荷判定基準値を連続して所定時間（ $T_1$  ms）を超えた場合としている。

## 【0007】

また、操舵トルク値を用いる方法においては、負荷条件が緩やかな設定の場合、又は操舵力を重く（アシスト電流を小さく）設定した場合は、図7（a）に示すように、エンド位置付近で高負荷状態であると判定して、狙い通りの電流制限が可能である。

しかし、負荷条件が厳しい設定の場合、又は操舵力を軽く（アシスト電流を大きく）設定した場合は、図7（b）に示すように、エンド位置でも操舵トルク値が小さい為、エンド位置付近では高負荷判定閾値を超えることができず、高負荷状態であると判定され難い。一方、モータに流れる電流量は、最大値付近で維持される為、モータ及び駆動回路が発熱し易い状態となっている。その為、最悪の場合、エンド位置に到っても、高負荷状態であると判定されず、モータに大電流が流れ続け、過熱防止制御へ移行するタイミングが早くなる。

## 【0008】

本発明は、上述したような事情に鑑みてなされたものであり、車両の負荷特性及びアシスト電流値のマップ設定に関係無く、ハンドル回転のエンド位置付近で、電流制限できる電動パワーステアリング装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

## 【0009】

第1発明に係る電動パワーステアリング装置は、操舵部材に加えられた操舵トルク値を検出するトルクセンサと、操舵補助用のモータと、前記トルクセンサが検出した操舵トルク値に基づき、前記モータに流すべき電流値を定める電流制御手段と、該電流値を一時的に制限する電流制限手段とを備え、前記電流制御手段が定めた電流値を前記モータに流すことにより操舵補助する電動パワーステアリング装置において、前記電流制限手段は、前記操舵トルク値が第1トルク値以上であるか否かを判定する第1トルク値判定手段と、該

第１トルク値判定手段が否と判定したときに、前記電流値が第１電流値以上であるか否かを判定する第１電流値判定手段と、前記第１トルク値判定手段が否と判定し、前記第１電流値判定手段が第１電流値以上であると判定する状態が連続する時間を計時する計時手段とを備え、前記第１トルク値判定手段が第１トルク値以上であると判定したとき、又は前記計時手段が所定時間を計時したときに、前記電流値を制限するように構成してあることを特徴とする。

#### 【００１０】

第２発明に係る電動パワーステアリング装置は、前記電流制限手段が電流値を制限しているときに、前記操舵トルク値が、第１トルク値より小さい第２トルク値以下であるか否かを判定する第２トルク値判定手段と、前記電流制限手段が電流値を制限しているときに、前記電流値が、第１電流値より小さい第２電流値以下であるか否かを判定する第２電流値判定手段とを更に備え、前記第２トルク値判定手段が第２トルク値以下であると判定したとき、又は前記第２電流値判定手段が第２電流値以下であると判定したときに、前記電流制限手段は、電流値の制限を解除するように構成してあることを特徴とする。

10

#### 【発明の効果】

#### 【００１１】

第１発明に係る電動パワーステアリング装置によれば、電流制限手段は、第１トルク値判定手段が、操舵トルク値が第１トルク値以上であるか否かを判定し、第１トルク値判定手段が否と判定したときに、第１電流値判定手段が、モータに流すべき電流値が第１電流値以上であるか否かを判定し、計時手段が、第１トルク値判定手段が否と判定し、第１電流値判定手段が第１電流値以上であると判定する状態が連続する時間を計時し、第１トルク値判定手段が第１トルク値以上であると判定したとき、又は計時手段が所定時間を計時したときに、電流値を制限するので、車両の負荷特性及びアシスト電流値のマップ設定に関係無く、ハンドル回転のエンド位置付近で、電流制限できる電動パワーステアリング装置を実現することができる。

20

#### 【００１２】

第２発明に係る電動パワーステアリング装置によれば、電流制限手段が電流値を制限しているときに、第２トルク値判定手段が、操舵トルク値が、第１トルク値より小さい第２トルク値以下であるか否かを判定し、電流制限手段が電流値を制限しているときに、第２電流値判定手段が、電流値が、第１電流値より小さい第２電流値以下であるか否かを判定し、第２トルク値判定手段が第２トルク値以下であると判定したとき、又は第２電流値判定手段が第２電流値以下であると判定したときに、電流制限手段は、電流値の制限を解除するので、車両の負荷特性及びアシスト電流値のマップ設定に関係無く、ハンドル回転のエンド位置付近で、電流制限でき、また、その電流制限を適切に解除できる電動パワーステアリング装置を実現することができる。

30

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【００１３】

以下に、本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて説明する。

図１は、本発明に係る電動パワーステアリング装置の実施の形態の構成を示す模式図である。この電動パワーステアリング装置は、例えば舵取りの為の操舵部材２７と、操舵部材２７の操舵に応じて駆動される操舵補助用のモータ６と、モータ６の回転を減速歯車機構１７を介して舵取機構２３、２３に伝える伝動手段２４と、モータ６の駆動回路５を制御する制御装置１とを備えている。

40

#### 【００１４】

操舵部材２７には、その回転角を検出する操舵角度センサ１８が設けられ、操舵角度センサ１８が検出した操舵角度は制御装置１に与えられる。操舵部材２７は、入力軸２６に連結されている。

伝動手段２４は、入力軸２６に図示しないトーションバーを介して連結される出力軸２９と、出力軸２９にユニバーサルジョイントを介して連結される連結軸３０と、連結軸３０にユニバーサルジョイントを介して連結されるピニオン軸３１と、ピニオン軸３１のピ

50

ニオンに噛合するラック歯を有し、左右の操舵輪 A, A に舵取機構 23, 23 を介して連結されるラック軸 32 とを備えている。入力軸 26 及び伝動手段 24 は操舵軸 25 を構成している。

#### 【0015】

入力軸 26 の周りには、操舵部材 27 を操作することにより入力軸 26 に加わる操舵トルク値を、トーションバーに生じる捩れによって検出するトルクセンサ 21 が配置されており、トルクセンサ 21 が検出した操舵トルク値に基づいて、制御装置 1 が駆動回路 5 を制御するように構成してある。

減速歯車機構 17 は、モータ 6 の出力軸に繋がるウォームと、出力軸 29 の途中に嵌合されるウォームホイールとを備えており、モータ 6 の回転をウォーム及びウォームホイールから出力軸 29 に伝達するように構成してある。

10

#### 【0016】

このような構成の電動パワーステアリング装置では、操舵輪 27 の操作による舵取り操作力を入力軸 26、トーションバー（図示せず）、出力軸 29、連結軸 30、及びピニオン軸 31 を介してラック軸 32 に伝達し、ラック軸 32 を軸長方向へ移動させ、舵取機構 23, 23 を作動させる。また、それと共に、トルクセンサ 21 が検出した操舵トルク値に基づき、制御装置 1 が駆動回路 5 を制御してモータ 6 を駆動し、モータ 6 の駆動力を出力軸 29 に伝達することにより、運転者の操舵力を補助し労力負担を軽減する。

#### 【0017】

図 2 は、図 1 に示す電動パワーステアリング装置の要部構成を示すブロック図である。この電動パワーステアリング装置は、トルクセンサ 21 が検出した操舵トルク値が、インタフェース 20 によりサンプリングされ、サンプリングされた操舵トルク値 T が、制御装置 1 の関数発生部 12 に与えられる。関数発生部 12 には、車両の走行速度を検出する車速センサ 3 が検出し、インタフェース 4 がサンプリングした車速値 V も与えられている。

20

#### 【0018】

関数発生部 12 では、図中で示すように、操舵トルク信号 T が所定の不感帯を超えると、操舵トルク信号 T の増加に従って電流指示値 I が増加し、さらに操舵トルク信号 T が所定値以上になると電流指示値 I が飽和するような関数が、車速値 V（但し  $V_1 < V_2 < V_3 \dots$ ）に応じて可変的に定められている。前記関数は車速値  $V_1, V_2, V_3 \dots$  が大となるに従って操舵トルク値 T に対する電流指示値 I の比が小となると共に、電流指示値 I の飽和値が小となるようになっている。関数発生部 12 が定めた電流指示値 I は加算手段 13 へ与えられる。

30

#### 【0019】

一方、トルクセンサ 21 が検出し、インタフェース 20 によりサンプリングされた操舵トルク値 T は、制御装置 1 の微分演算部 14 へも与えられる。微分演算部 14 には、車速センサ 3 が検出し、インタフェース 4 によりサンプリングされた車速値 V も与えられる。微分演算部 14 は、操舵トルク値 T を微分し、微分して得た操舵トルク値 T' に、車速値 V に応じて定められた係数を乗じて、微分電流値 I<sub>d</sub> として加算手段 13 へ与え、モータ 6 及び舵取機構 23, 23（図 1）の慣性補償を行う。加算手段 13 は、関数発生部 12 及び微分演算部 14 より与えられた電流指示値 I 及び前記微分電流値 I<sub>d</sub> を加算し、その加算結果を減算手段 15 へ与える。

40

#### 【0020】

操舵角度センサ 18 が検出した操舵角度が、インタフェース 19 によりサンプリングされ、サンプリングされた操舵角度値  $\theta$  が、制御装置 1 内の制御部 8 に与えられる。制御部 8 には、操舵トルク値 T 及び電流指示値 I も与えられ、制御部 8 は、操舵トルク値 T 及び電流指示値 I に基づき、高負荷状態であるか否かを判定し、その判定結果に応じて、関数発生部 12 が出力する電流指示値 I を制限する。また、後述するモータ電流検出回路 7 が出力したモータ電流検出値 I<sub>s</sub> の積算量から、モータ及び駆動回路の温度を推定し、推定した温度が所定値を超えたときに、所定の計算方法により、モータの電流指示値を徐々に制限する過熱保護制御を実行する。

50

## 【0021】

減算手段15には、操舵補助を行うモータ6に流れる電流を検出するモータ電流検出回路7が出力したモータ電流検出値Isも与えられている。減算手段15は、加算手段13での電流指示値I及び微分電流値Idの加算結果からモータ電流検出値Isを減算し、その減算結果を、モータ電圧演算部16に与える。モータ電圧演算部16は、与えられた減算結果に対してPID演算を行い、その演算結果に基づくPWM信号をモータ駆動回路5へ与える。モータ駆動回路5は、与えられたPWM信号によりモータ6を駆動する。

この電動パワーステアリング装置の電源は、電源スイッチ回路2を通じてバッテリーBから与えられる。

## 【0022】

10

以下に、このような構成の電動パワーステアリング装置の動作を、それを示す図3、4のフローチャートを参照しながら説明する。

図3を参照して、制御部8は、起動時にフラグF及びパラメータTを初期化するものとする。

制御部8は、先ず、トルクセンサ21が検出し、インタフェース20によりサンプリングされた操舵トルク値Tを読み込み(S1)、次いで、フラグFが1であるか否かを判定する(S3)。

## 【0023】

制御部8は、フラグFが1でなければ(S3; NO)、読込んだ操舵トルク値Tの絶対値が、高負荷状態の判定基準トルク値(高負荷積算トルク判定値)ST1以上であるか否かを判定し(S5)、高負荷積算トルク判定値ST1以上でなければ(S5; NO)、電流指示値I(アシスト電流値)を読み込む(S7)。

20

制御部8は、次に、読込んだアシスト電流値の絶対値が、高負荷状態の判定基準電流値I1以上であるか否かを判定し(S9)、判定基準電流値I1以上であれば(S9; YES)、パラメータTに1を加算する(S11)。次いで、パラメータTが所定値N以上であるか否かを判定し(S13)、所定値N以上でなければ(S13; NO)リターンする。

制御部8は、読込んだアシスト電流値の絶対値が、高負荷状態の判定基準電流値I1以上でなければ(S9; NO)、パラメータTに0セットして、計時した時間をリセットして(S21)リターンする。

30

## 【0024】

制御部8は、操舵トルク値Tの絶対値が、高負荷状態の判定基準トルク値(高負荷積算トルク判定値)ST1以上であれば(S5; YES)、又はパラメータTが所定値N以上(計時した時間が所定時間以上)であれば(S13; YES)、フラグFに1をセットする(S15)。次いで、パラメータTに0をセットし(S17)、高負荷継続時保護制御のアシスト電流値制限を実行するように、関数発生部12へ指示して(S19)リターンする。

また、制御部8は、高負荷継続時制御のアシスト電流値制限を実行するように、関数発生部12へ指示した(S19)後、過熱保護制御の為の温度条件判定を開始する。

## 【0025】

40

制御部8は、フラグFが1であれば(S3; YES)、読込んだ操舵トルク値Tの絶対値が、高負荷状態の判定基準トルク値ST1より小さい判定基準トルク値ST2以下であるか否かを判定し(図4中のS21)、判定基準トルク値ST2以下でなければ(S21; NO)、電流指示値I(アシスト電流値)を読み込む(S23)。

制御部8は、次に、読込んだアシスト電流値の絶対値が、高負荷状態の判定基準電流値I1より小さい判定基準電流値I2以下であるか否かを判定し(S25)、判定基準電流値I2以下でなければ(S25; NO)リターンする。

## 【0026】

制御部8は、操舵トルク値Tの絶対値が判定基準トルク値ST2以下であれば(S21; YES)、又はアシスト電流値の絶対値が判定基準電流値I2以下であれば(S25; YES)、又はアシスト電流値の絶対値が判定基準電流値I2以下であれば(S25; YES)リターンする。

50

YES)、高負荷継続時制御のアシスト電流値制限を解除するように、関数発生部12へ指示し(S27)、フラグFを0にして(S29)リターンする。

以上により、図5に示すように、アシスト電流値の絶対値が、判定基準電流値I1以上である状態が所定時間t継続する条件、及び操舵トルク値Tの絶対値が、判定基準トルク値ST1以上である条件の何れかにより、ステアリングホイール回転のエンド位置付近で高負荷状態であると判定でき、狙い通りの電流制限が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明に係る電動パワーステアリング装置の実施の形態の構成を示す模式図である。

10

【図2】図1に示す電動パワーステアリング装置の要部構成を示すブロック図である。

【図3】本発明に係る電動パワーステアリング装置の実施の形態の動作を示すフローチャートである。

【図4】本発明に係る電動パワーステアリング装置の実施の形態の動作を示すフローチャートである。

【図5】本発明に係る電動パワーステアリング装置の実施の形態の動作を説明する為の説明図である。

【図6】従来の電動パワーステアリング装置の動作を説明する為の説明図である。

【図7】従来の電動パワーステアリング装置の動作を説明する為の説明図である。

【符号の説明】

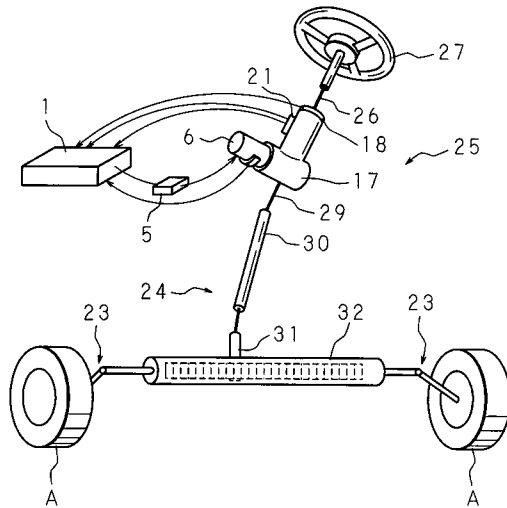
20

【0028】

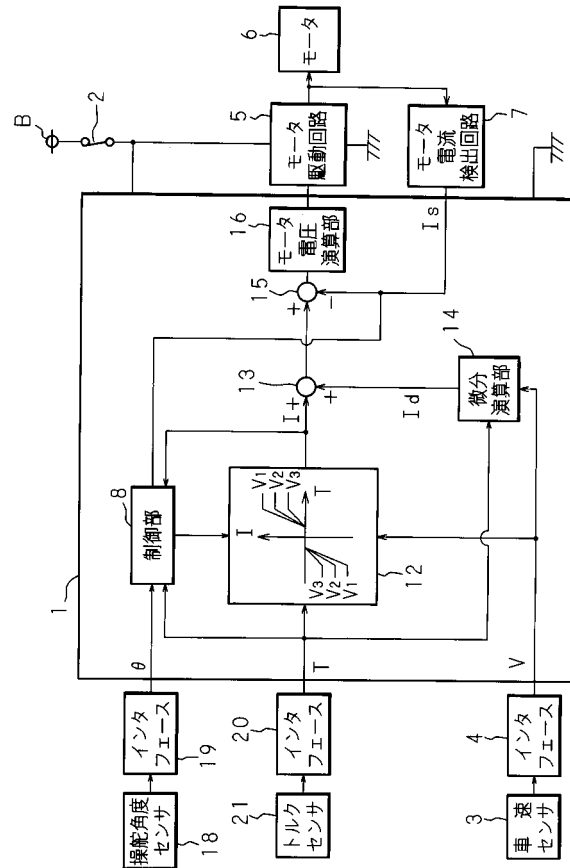
- 1 制御装置
- 5 モータ駆動回路
- 6 モータ
- 7 モータ電流検出回路
- 8 制御部
- 12 関数発生部
- 13 加算手段
- 15 減算手段
- 16 モータ電圧演算部
- 18 操舵角度センサ
- 21 トルクセンサ
- 23 舵取機構
- 27 操舵部材
- 31 ピニオン軸
- 32 ラック軸

30

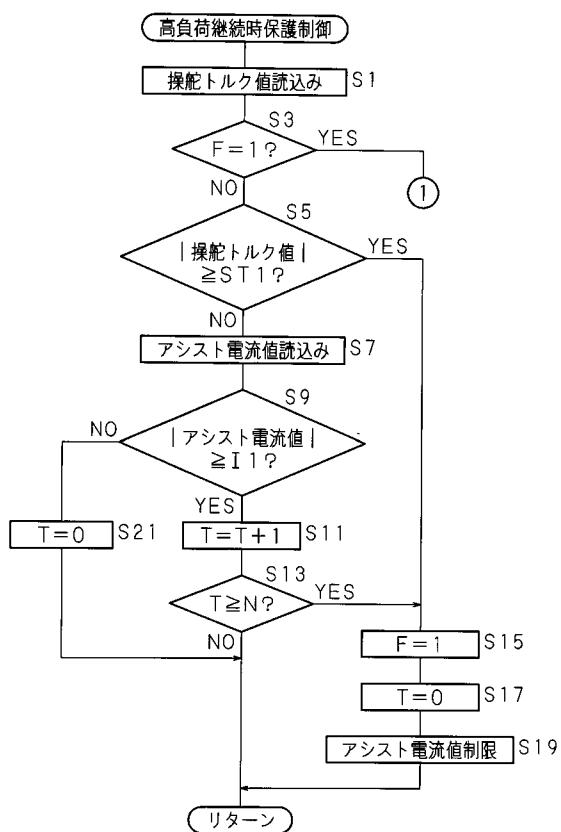
【図 1】



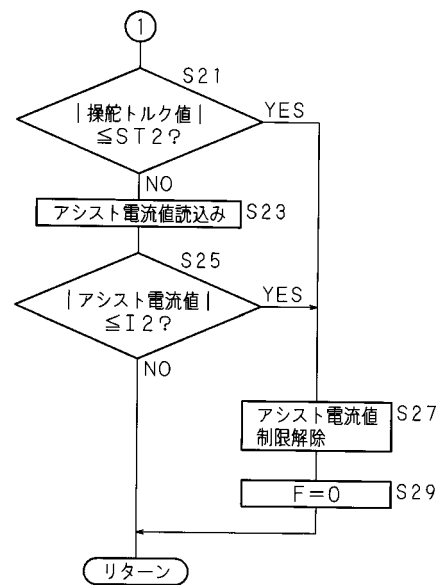
【図 2】



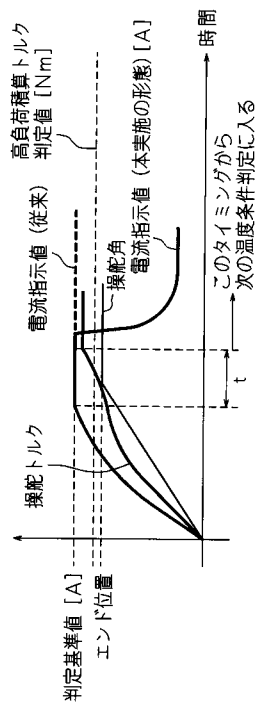
【図 3】



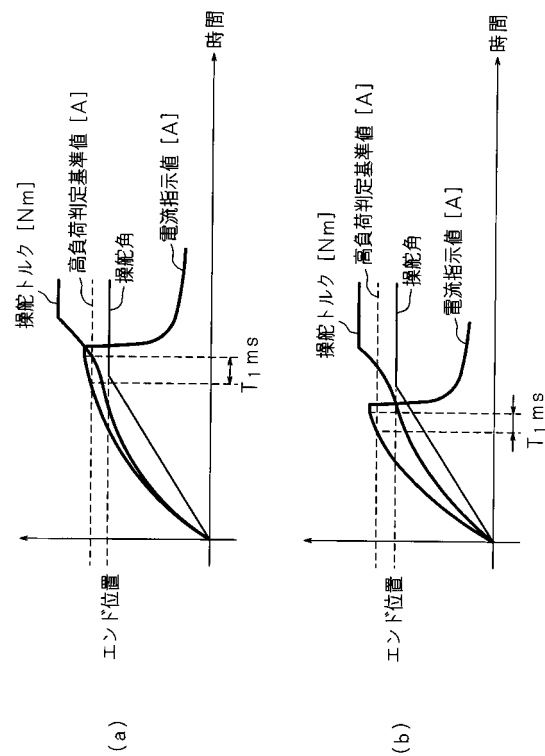
【図 4】



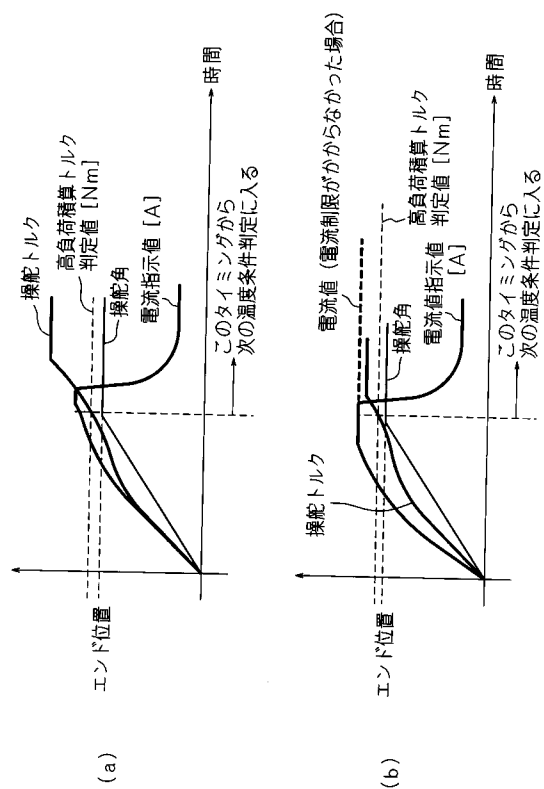
【図 5】



【 図 6 】



【图 7】



|                          |                |             |
|--------------------------|----------------|-------------|
| (51)Int.Cl.              | F I            | テーマコード (参考) |
| B 6 2 D 113/00 (2006.01) | B 6 2 D 113:00 |             |
| B 6 2 D 119/00 (2006.01) | B 6 2 D 119:00 |             |

|          |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Fターム(参考) | 3D232 | CC21 | DA03 | DA15 | DA23 | DA64 | DC01 | DC02 | DC03 | DC08 | DC09 |
|          |       | DC33 | DC34 | DD01 | DD02 | DD10 | DE05 | EA01 | EB11 | EC23 | GG01 |
|          | 3D233 | CA02 | CA03 | CA13 | CA16 | CA17 | CA21 | CA28 |      |      |      |
|          | 5H501 | AA20 | BB20 | CC04 | DD01 | EE08 | GG05 | JJ18 | JJ23 | JJ24 | LL22 |
|          |       | LL32 | MM02 |      |      |      |      |      |      |      |      |