

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6018390号
(P6018390)

(45) 発行日 平成28年11月2日(2016.11.2)

(24) 登録日 平成28年10月7日(2016.10.7)

(51) Int.Cl. F 1
F O 4 B 49/06 (2006.01) F O 4 B 49/06 3 1 1

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2012-64153 (P2012-64153)	(73) 特許権者	509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社
(22) 出願日	平成24年3月21日(2012.3.21)		茨城県ひたちなか市高場2520番地
(65) 公開番号	特開2013-194654 (P2013-194654A)	(74) 代理人	100129425 弁理士 小川 護晃
(43) 公開日	平成25年9月30日(2013.9.30)	(74) 代理人	100087505 弁理士 西山 春之
審査請求日	平成26年9月9日(2014.9.9)	(74) 代理人	100168642 弁理士 関谷 充司
		(74) 代理人	100078330 弁理士 笹島 富二雄
		(72) 発明者	岡本 直樹 群馬県伊勢崎市柏川町1671番地1 日 立オートモティブシステムズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動ポンプの制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

作動油を供給する電動ポンプの制御装置であって、

前記作動油の温度に応じた所定のポンプ性能を得るために必要な電動ポンプ駆動用モータの必要電流と必要回転数との関係からなる基準ポンプ特性を設定した基準ポンプ特性設定手段と、

前記作動油の検出温度に応じて、前記基準ポンプ特性から、前記必要電流を、指示電流として設定する指示電流設定手段と、

ポンプ起動初期に、前記指示電流の大きさに応じて当該指示電流より大きい値に設定した電流制限値で制限しつつ、前記所定のポンプ性能以上のポンプ性能が確保される回転数を目標回転数としてモータ回転数を制御し、該モータ回転数制御によって所定の状態に収束した後、前記モータ回転数が前記指示電流に対応した必要回転数より大きいときは、モータ回転数が前記必要回転数以上に維持される範囲内でモータ電流を前記指示電流に収束させる制御手段と、

を含んで構成したことを特徴とする電動ポンプの制御装置。

【請求項2】

前記制御手段は、前記目標回転数を、電動ポンプの作動領域における上限性能を満たす回転数に設定することを特徴とする請求項1に記載の電動ポンプの制御装置。

【請求項3】

前記制御手段は、前記モータ電流の前記指示電流への収束を、前記電流制限値を指示電

流に収束するように変更させることによって行うことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の電動ポンプの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の駆動系等に作動油を供給する電動ポンプの制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

この種の電動ポンプにおいて、特許文献 1 には、検出された作動油温度（油温）に基づいて、駆動用モータの電流や回転数の目標値を設定して制御する技術が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2010 - 180731 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 では、油温センサで検出した油温が作動油温範囲内ではあるが、実際の油温との誤差が大きい異常値を示した場合、あるいは、劣化によりポンプ特性のフリクションが増加した場合等には、これらの異常を検出することが困難であり、モータ制御が異常となる不都合があった。

20

【0005】

また、油温センサやポンプ特性が正常な場合でも応答性の確保と消費電力の節減を両立させることが困難であった。

本発明は、このような従来の課題に着目してなされたもので、油温センサやポンプ特性が正常でない場合でも、必要なポンプ性能を確保することができ、かつ、異常時は勿論正常時にも応答性の確保と消費電力の節減を両立できる電動ポンプの制御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】

【0006】

このため本発明に係る作動油を供給する電動ポンプの制御装置は、以下の各手段を含んで構成される。

30

A．前記作動油の温度に応じた所定のポンプ性能を得るために必要な電動ポンプ駆動用モータの必要電流と必要回転数との関係からなる基準ポンプ特性を設定した基準ポンプ特性設定手段

B．前記作動油の検出温度に応じて、前記基準ポンプ特性から、前記必要電流を、指示電流として設定する指示電流設定手段

C．ポンプ起動初期に、前記指示電流の大きさに応じて当該指示電流より大きい値に設定した電流制限値で制限しつつ、前記所定のポンプ性能以上のポンプ性能が確保される回転数を目標回転数としてモータ回転数を制御し、該モータ回転数制御によって所定の状態に収束した後、前記モータ回転数が前記指示電流に対応した必要回転数より大きいときは、モータ回転数が前記必要回転数以上に維持される範囲内でモータ電流を前記指示電流に収束させる制御手段

40

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、ポンプ起動初期のモータ回転数制御により所定以上のポンプ性能を応答性よく得ることができ、次いで、モータ回転数を指示電流に対応した必要回転数以上に保持しつつモータ電流を指示電流へ収束させることにより、所定のポンプ性能を確保しつつ、できるだけモータ電流を低減して消費電力を節減することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 0 8 】

【図 1】実施形態に係る電動ポンプを備えた車両の駆動力伝達系を示す図。

【図 2】上記電動ポンプの制御ブロック図。

【図 3】所定のポンプ性能が得られるポンプ駆動用モータの電流と回転数の関係を示す図。

【図 4】第 1 実施形態にかかる制御のフローチャート。

【図 5】第 1 実施形態にかかる制御において、電動ポンプ制御系が正常であるときのポンプ動作を示す図。

【図 6】同上制御において、油圧センサの検出油温が実油温より高温であるときのポンプ動作を示す図。

【図 7】同上制御において、油圧センサの検出油温が実油温より低温であるときのポンプ動作を示す図。

【図 8】同上制御において、ポンプの劣化等によりフリクションが増加したポンプ特性時のポンプ動作を示す図。

【図 9】第 2 実施形態の制御ブロック図。

【図 10】第 2 実施形態にかかる制御のフローチャート。

【図 11】第 2 実施形態にかかる制御の操作量設定のフローチャート。

【図 12】第 3 実施形態にかかる制御のフローチャート。

【図 13】第 4 実施形態にかかる制御の前段を示すフローチャート。

【図 14】第 4 実施形態にかかる制御の後段を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

以下に本発明を、車両の無段変速機に潤滑及び冷却のため作動油（作動流体）を供給する電動ポンプに適用した実施の形態を説明する。

図 1 において、エンジン（内燃機関）1 には、トルクコンバータ 2 及び発進用クラッチ機構である前後進切換機構 3 を介して無段変速機 4 が接続されている。

【 0 0 1 0 】

前後進切換機構 3 は、例えば、エンジン出力軸と連結したリングギア、ピニオン及びピニオンキャリア、変速機入力軸と連結したサンギアからなる遊星歯車機構と、変速機ケースをピニオンキャリアに固定する後退ブレーキと、変速機入力軸とピニオンキャリアを連結する前進クラッチと、を含んで構成され、車両の前進と後退とを切換える。これら後退ブレーキ及び前進クラッチの切換えは、無段変速機 4 と共通の作動油を用いた油圧による締結の切換えによって行われる。

【 0 0 1 1 】

無段変速機 4 は、プライマリプーリ 4 1 及びセカンダリプーリ 4 2 と、これらプーリ間に掛けられた V ベルト 4 3 と、を含んで構成され、プライマリプーリ 4 1 の回転は、V ベルト 4 3 を介してセカンダリプーリ 4 2 へ伝達され、セカンダリプーリ 4 2 の回転は、駆動車輪へ伝達されて車両が走行駆動される。

【 0 0 1 2 】

上記駆動力伝達中、プライマリプーリ 4 1 の可動円錐板及びセカンダリプーリ 4 2 の可動円錐板を軸方向に移動させて V ベルト 4 3 との接触位置半径を変えることにより、プライマリプーリ 4 1 とセカンダリプーリ 4 2 との間の回転比つまり変速比を変えることができる。

【 0 0 1 3 】

かかる前後進切換機構 3 及び無段変速機 4 を備えた変速機構 2 0 の制御は、以下のように行われる。

車両の各種信号に基づいて外部装置としての CVT コントロールユニット 5 が変速制御信号を演算し、該変速制御信号を入力した調圧機構 6 が、エンジン駆動される機械式ポンプ 7 からの吐出圧を変速機構 2 0 の各部毎に調圧して、それぞれ供給することにより行われる。

10

20

30

40

50

【0014】

一方、前記機械式ポンプ7をバイパスする通路に電動ポンプ8が配設される。該電動ポンプ8は、車両のアイドルストップ後の再始動時における締結ショックを緩和するため、あるいは、各被潤滑部の潤滑及び冷却のため、外部装置としてのCVTコントロールユニット(CVTCU)5からの制御信号によって駆動される。

【0015】

なお、電動ポンプ8出口の油通路には、必要に応じて通常時の作動油の逆流を防止する逆止弁9を配設してもよい。また、図示点線で示すように、電動ポンプ8からの吐出圧を所定圧以下に制限するため、該所定圧以下で開弁するリリーフ弁10を設けてもよい。

【0016】

図2は、上記電動ポンプの制御ブロック図を示す。

CVTCU5は、車両の各種センサからの検出信号(車速、ブレーキ、アクセル、シフト位置、エンジン回転速度、バッテリー電圧、その他)及び油温センサ11によって計測される作動油の温度(油温)を入力する。そして、検出された油温に基づいて、電動ポンプ8の必要油圧相当の指令値(駆動用モータの指示電流)を演算し、該指示電流を指令値として電動ポンプ8に出力する。

【0017】

電動ポンプ8は、ポンプ本体81と、該ポンプ本体81を駆動するモータ82と、該モータ82を駆動するモータ駆動回路83とを備えて構成されている。

モータ駆動回路83は、モータ電流 I_m (実電流)やモータ回転数 N_m (実回転数;ポンプ回転数)を検出してCVTCU5に送信しつつ、CVTCU5からの指令値に基づいてモータ82を駆動し、後述する本発明に係る制御を実現する。

【0018】

ここで、CVTCU5及びモータ駆動回路83は、図3に示すように、作動油の温度に応じて所定のポンプ性能を得るために必要なモータ82の電流と回転数の関係からなる基準ポンプ特性を内部メモリに記憶している。尚、CVTCU5及びモータ駆動回路83は、温度に応じた必要な電流を記憶しておくだけでもよい。

【0019】

ここで、上記CVTにおいて所定のポンプ性能は、必要な油圧を得られる性能である。

高油温時は、作動油の粘度が低くポンプ内部から油圧供給箇所(クラッチ)に至るまで作動油の漏れ量が多い。このため必要な油圧を確保できるモータの回転数(必要回転数)が大きくなる一方、作動油粘度が低いことによりモータの回転抵抗は小さくなるため、必要な油圧の確保に必要なモータ電流は小さくなる。

【0020】

一方、低油温時は、上記とは逆に、作動油の粘度が大きく作動油の漏れ量が小さい。このため、必要油圧を確保できる必要回転数は小さくなるが、作動油の粘度が大きいためモータの回転抵抗が大きくなるので、必要油圧確保に必要なモータ電流は大きくなる。

【0021】

したがって、所定のポンプ性能が得られる基準ポンプ特性は、モータ電流の増大に応じて必要回転数が減少する特性となる。

次に、従来の油温センサ検出値に基づく制御について説明する。油温センサで検出した油温に基づいて、基準ポンプ特性(例えば、図3参照)から設定した電流を指示電流として制御される。この場合、検出油温が実油温に一致していれば、基準ポンプ特性上の必要回転数が得られて所定のポンプ性能が得られる。

【0022】

しかし、例えば、検出油温が実油温に対して高い場合、検出油温に基づいて基準ポンプ特性から設定される指示電流は、実油温に対応する電流より低くなる。この場合、モータ回転数は実油温に対応する必要回転数に対して低下し、所定のポンプ性能を確保できない。

【0023】

10

20

30

40

50

一方、検出油温が実油温に対して低い場合、指示電流は、実油温に対応する電流より高くなる。この場合、回転数は実油温に対応する必要回転数に対して増加し、所定のポンプ性能は確保できるが、必要回転数を超えて回転数を増加させることにより消費電力の損失が増大する。

【 0 0 2 4 】

また、回転数を正常時範囲に制限した場合でも、基準ポンプ特性線より下方の領域で制御されて、所定のポンプ性能を得られない場合を生じる。

以上挙げた従来制御の問題を、以下の実施形態に係る制御によって解決することができる。

【 0 0 2 5 】

以下の実施形態に共通の基本制御の概要を説明すると、電動ポンプ 8 の起動初期には、作動油温度範囲における任意の油温に対して、上記基準ポンプ特性で得られる所定のポンプ性能以上のポンプ性能が得られる回転数を目標回転数として回転数制御を行う。

【 0 0 2 6 】

上記回転数制御によって回転数が安定する等、所定の状態に収束したときのモータ回転数が指示電流に対応した必要回転数より大きいときは、モータ回転数が該必要回転数以上に維持される範囲内でモータ電流を指示電流に収束させる。換言すれば、モータ回転数が必要回転数を満たしている範囲において、モータ電流 I_m を指示電流 I_p に近づける。

【 0 0 2 7 】

以下、各実施形態に係る制御を説明する。

図 4 は、基本的な制御を示す第 1 実施形態のフローチャートである。

ステップ S 1 では、電動ポンプ 8 の起動後、所定条件が未成立であるかを判定する。ここで、所定条件の成立とは、後述するステップ S 2 での回転数制御によって所定の状態に収束したことであり、ポンプ起動初期は、上記所定の条件が未成立であるので、ステップ S 1 の判定が YES となってステップ S 2 へ進む。例えば、モータ回転数の安定状態、エンジンの停止、ポンプ吐出圧の安定状態、あるいは、ポンプ起動後所定時間の経過等によって、所定条件の成立を判定することができる。

【 0 0 2 8 】

ステップ S 2 では、図 3 で示した基準ポンプ特性で示される所定の性能以上のポンプ性能を確保できる目標回転数を設定し、該目標回転数にモータ回転数を収束させるフィードバック回転数制御を実施する。目標回転数は、任意の油温に対して、所定のポンプ性能以上のポンプ性能が得られるように、例えば、ポンプ基準特性を満たす作動回転数範囲における上限回転数に設定すればよい。なお、本回転数制御中に、モータ電流 I_m を電流制限値 I_L 以下に制限する。この電流制限値 I_L は、モータ（ポンプ）作動領域における上限電流に設定される。

【 0 0 2 9 】

ステップ S 2 での回転数制御を実施後、モータ回転数が安定状態に収束すると、ステップ S 1 の判定が NO となって、ステップ S 3 へ進む。

ステップ S 3 では、CVTCU5 から出力された指示電流 I_p から、基準ポンプ特性に基づいて必要回転数 N_p を算出する。ここで、CVTCU5 は、油温センサ 11 で検出された油温に対して、基準ポンプ特性上の電流を指示電流 I_p として出力する。そして、電動ポンプ 8（駆動回路 83）が、該指示電流 I_p における基準ポンプ特性上の回転数を必要回転数 N_p として算出する。なお、基準ポンプ特性上の必要回転数 N_p より大きめの回転数を必要回転数 N_p として算出してもよい。

【 0 0 3 0 】

ステップ S 4 では、駆動回路 83 が検出したモータ回転数 N_m が、上記必要回転数 N_p より大きいかを判定する。モータ回転数 N_m が、上記必要回転数 N_p より大きいと判定されたときは、ステップ S 5 へ進む。

【 0 0 3 1 】

ステップ S 5 では、電動ポンプ 8（駆動回路 83）で検出されたモータ電流 I_m が CV

10

20

30

40

50

T C U 5 から出力された指示電流 I_p より大きいかを判定する。

ステップ S 5 でモータ電流 I_m が指示電流 I_p より大きいと判定されたときは、ステップ S 6 へ進み、操作量を所定量減少してモータ電流 I_m を減少する。つまり、モータ電流 I_m を指示電流 I_p に近づけるように収束する。

【 0 0 3 2 】

このように、モータ電流 I_m を減少し続けることにより、モータ回転数 N_m が必要回転数 N_p より大きい状態を維持したままモータ電流 I_m が指示電流 I_p 以下に減少すると、ステップ S 5 の判定が N O となって、ステップ S 7 へ進む。

【 0 0 3 3 】

ステップ S 7 では、操作量を所定量増加してモータ電流 I_m を増加する。増加したモータ電流 I_m が指示電流 I_p を上回るとステップ S 5 の判定が再度 Y E S となって操作量が減少され、かかる操作量の増減の繰り返しによってモータ電流 I_m が指示電流 I_p に収束する。なお、操作量の増減の頻繁な繰り返しの抑制するため、ステップ S 5 での判定で、モータ電流 I_m の増大時には指示電流 I_p に所定値 I を加えた値を超えるかを判定する等のように、ヒステリシスを与えてもよい。

【 0 0 3 4 】

また、ステップ S 5 の判定を行ってステップ S 6 , S 7 で操作量を増減する制御に代えて、図 4 に点線で示すように、指示電流 I_p とモータ電流 I_m との偏差 $I (= I_p - I_m)$ に応じて操作量を増減設定することにより、モータ電流 I_m を指示電流 I_p に収束させる制御としてもよい。

【 0 0 3 5 】

なお、ポンプ運転の継続により、油温が上昇して指示電流 I_p が減少すると、該減少した指示電流 I_p に収束する制御が繰り返される。

一方、ステップ S 6 でのモータ電流 I_m の減少によりモータ回転数 N_m が減少し、モータ電流 I_m が指示電流 I_p まで減少する前に、モータ回転数 N_m が必要回転数 N_p 以下に減少した場合には、ステップ S 4 の判定が N O となって、ステップ S 8 へ進む。

【 0 0 3 6 】

ステップ S 8 では、操作量を所定量増加してモータ電流 I_m を増加する。モータ電流 I_m の増加によりモータ回転数 N_m が増加するとステップ S 4 の判定が再度 Y E S となってステップ S 5 へ進む。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 5 で、前回と同じくモータ電流 I_m が指示電流 I_p を上回っている場合は、ステップ S 6 で操作量を所定量減少してモータ電流 I_m を減少する。モータ電流 I_m の減少によりモータ回転数 N_m が減少し、再度ステップ S 4 の判定が N O となるとステップ S 8 で操作量が増加されモータ回転数 N_m が増加する。かかる操作量の繰り返しによってモータ回転数 N_m が必要回転数 N_p に収束する。

【 0 0 3 8 】

このようにして、モータ回転数が必要回転数 N_p 以上に維持される範囲内でモータ電流 I_m を指示電流 I_p に収束させる。

なお、上記の状態、油温が上昇すると減少した指示電流 I_p に対応する必要回転数 N_p が増加する一方、作動油粘度の減少によりモータ回転数 N_m が増加し、増加した必要回転数 N_p と平衡するところに収束する。

【 0 0 3 9 】

また、ステップ S 8 で、操作量を所定量増加することに代えて、必要回転数 N_p とモータ回転数 N_m との偏差 $N (= N_p - N_m)$ に応じて操作量を増加設定することにより、モータ回転数 N_m を必要回転数 N_p 以上に維持するようにしてもよい。

【 0 0 4 0 】

一方、ステップ S 2 での回転数制御によりモータ回転数 N_m が安定する等、ステップ S 1 で所定の条件が成立した時に、モータ回転数 N_m が必要回転数 N_p 未満であるときは、ステップ S 4 の判定が N O となる。この場合は、後述するように油温センサ 1 1 による検

10

20

30

40

50

出油温が実油温より高温のような場合であり、検出油温に応じた指示電流 I_p に対応する必要回転数 N_p まで増大させる必要がない。したがって、ステップ S 8 へ進んで操作量を増加してモータ電流 I_m を増加する設定がなされるが、ステップ S 2 と同様の電流制限値 I_L を設定することにより、モータ電流 I_m を電流制限値 I_L 以下に維持する。

【 0 0 4 1 】

なお、この場合も、その後の油温の上昇に伴って指示電流 I_p が減少すると、該減少した指示電流 I_p に近づくようにモータ電流 I_m が減少して収束されていく。

次に、異なる状況に応じた上記制御の機能を説明する。

【 0 0 4 2 】

図 5 は、油温センサ 1 1 及びポンプ特性が共に正常時の状況を示す。例えば、実油温が中油温（低温～高温の範囲の中間の温度）であるとき、油温センサ 1 1 は、該中油温を検出パラツキを含む正常範囲内で検出し、電動ポンプ 8 は、中油温特性線上を動作する。

10

【 0 0 4 3 】

上記ステップ S 2 での回転数制御において、ポンプ制御開始時には、モータ回転数 N_m は目標回転数 N_a に達し、前記所定条件成立後の制御後期には、モータ電流 I_m が指示電流 I_p まで収束する。

【 0 0 4 4 】

かかる制御によれば、まず、ポンプ起動初期において、指示電流 I_p に対応する必要回転数 N_p より高い目標回転数 N_a を設定してフィードバック制御することにより、モータ回転数 N_m の上昇速度、したがって、油圧の上昇を高めて応答性を可能な限り高めつつ、所定以上のポンプ性能を得ることができる。

20

【 0 0 4 5 】

次いで、モータ電流 I_m を所定のポンプ性能を確保できる指示電流 I_p まで減少することにより、消費電力を可能な限り節減できる。

また、実油温が低油温である場合は、図示点線で示すように、ポンプ起動初期の制御においてモータ回転数 N_m が目標回転数 N_a に達する前に電流制限値 I_L で制限されることにより、電動ポンプ 8 の耐久性を良好に維持できる。

【 0 0 4 6 】

なお、正常状態では、油温センサ 1 1 のパラツキが無い状態では、モータ電流 I_m が指示電流 I_p に収束するのと略同時にモータ回転数 N_m が必要回転数 N_p に収束することになる。一方、油温センサ 1 1 が実油温に対し検出油温が高温側にパラツキを有する場合は、モータ電流 I_m が指示電流 I_p に達する前に、モータ回転数 N_m が必要回転数 N_p に達する。逆に、実油温に対し検出油温が低温側にパラツキを有する場合は、モータ回転数 N_m が必要回転数 N_p に達する前にモータ電流 I_m が指示電流 I_p に達することとなる。

30

【 0 0 4 7 】

図 6 は、実油温は低油温であるが、油温センサ 1 1 の異常により高油温と検出された状況である。

上記ステップ S 2 でのポンプ起動初期の制御において、モータ回転数 N_m を実油温に応じた低油温特性線上市を目標回転数 N_a に向けて増加させるようにモータ電流 I_m が増加される。そして、目標回転数 N_a に到達する前に、モータ電流 I_m が電流制限値 I_L に到達して電流制限値 I_L に維持される。

40

【 0 0 4 8 】

この状態で、モータ回転数 N_m は目標回転数 N_a には達しないが、低油温特性線上市の必要回転数を少し上回る回転数に維持されるので、所定のポンプ性能が確保される。

ステップ S 2 での制御後、ステップ S 1 で所定の条件成立時において、図示のようにモータ回転数 N_m は、検出された高油温の指示電流 I_p に対応する必要回転数 N_p （目標回転数 N_a ）より小さい。

【 0 0 4 9 】

したがって、ステップ S 4 の判定は NO となって、ステップ S 8 でモータ電流 I_m を増加する演算処理がなされるが、モータ電流 I_m は、既に電流制限値 I_L に達しているため

50

、該電流制限値 I_L に維持され、所定のポンプ性能を維持することができる。

【 0 0 5 0 】

図 7 は、図 6 とは逆に、実油温は高油温であるが、油温センサ 1 1 の異常により低油温と検出された状況である。

この場合は、制御初期において、モータ回転数 N_m は、実油温に応じた高油温特性線上を移動しつつ、検出された低油温に対応する指示電流 I_p より小さいモータ電流 I_m で目標回転数 N_a に収束し、所定のポンプ性能が確保される。

【 0 0 5 1 】

一方、モータ回転数 N_m (目標回転数 N_a) は、検出された低油温の指示電流 I_p に対応する必要回転数 N_p より大きく、モータ電流 I_m は指示電流 I_p より小さい。

したがって、制御後期において、ステップ S 4 の判定が Y E S、ステップ S 5 の判定が N O となってステップ S 7 へ進む。ここで、モータ回転数 N_m が目標回転数 N_a に達していないと判定されたときは、操作量が増加されるが、達していると判定されたときは操作量の増加は行わず現状値に維持される。これにより、モータ電流 I_m は増加しないし現状に維持され、所定のポンプ性能が引き続き確保される。

【 0 0 5 2 】

図 8 は、油温センサ 1 1 は正常で、実油温は中～高油温であるが、電動ポンプ 8 が劣化等によりフリクションが増加した特性となっている状況を示す。

ここで、油温が低い場合は、粘度の増加により同一回転数での油圧が上昇するので、所定の性能を得るのに必要なモータ回転数 (ポンプ回転数) は低下する。これに対し、劣化等によるフリクションの増加は、油圧上昇と無関係であり、実油温に応じた必要油圧を得るために、回転抵抗増加分だけモータ電流を増加する必要がある。

【 0 0 5 3 】

制御初期において、モータ電流 I_m の増加に応じてモータ回転数 N_m は、フリクション増加特性線上を移動し、モータ回転数 N_m が目標回転数 N_a 近傍で収束したとき、モータ電流 I_m は、電流制限値 I_L 近傍に達する。

【 0 0 5 4 】

上記モータ回転数 N_m の収束後、モータ電流 I_m は上記のように電流制限値 I_L 近傍であって指示電流 I_p を超えており、モータ回転数 N_m も指示電流 I_p に対応する必要回転数 N_p を超えている。

【 0 0 5 5 】

したがって、制御後期においてモータ電流 I_m が指示電流 I_p に向けて収束するように減少されるが (図 4 のステップ S 4、S 5、S 6)、該モータ電流 I_m の減少によりモータ回転数 N_m が必要回転数 N_p 以下になったところでモータ電流 I_m が増加される。

【 0 0 5 6 】

したがって、モータ電流 I_m は、モータ回転数 N_m を必要回転数 N_p 以上に確保しつつ指示電流 I_p に向けて収束 (減少) されることとなる。

即ち、電動ポンプ 8 のフリクション増加特性に応じてモータ電流 I_m を必要かつ十分な補正分だけ、増加補正することによって、所定のポンプ性能を確保することができる。

【 0 0 5 7 】

また、制御初期でモータ回転数 N_m が収束後、電流制限値を可変に制御することでモータ電流を指示電流に近づけるように制御する構成とすることもできる。

以下、電流制限値を可変制御する実施形態について説明する。

【 0 0 5 8 】

図 9 は、制御ブロック図を示し、C V T C U 5 からの駆動指示 (指示電流) に応じて電動ポンプ 8 (駆動回路 8 3) が電流制限値 I_L を可変に設定する。

図 1 0 は、図 4 同様の基本的な制御を示す第 2 実施形態のフローチャートである。

【 0 0 5 9 】

図 4 と同一の機能と有するステップは同一符号を付してある。図 4 と相違する部分を中心に説明すると、ステップ S 1 で電動ポンプ 8 起動後、ステップ S 1 1 では、電流制限値

10

20

30

40

50

ILを予め設定した値IL0に設定する。この電流制限値IL0は、図4における電流制限値ILと同様、モータ（ポンプ）作動領域における上限電流に設定してよい。本実施形態では、ステップS2での制御中は、電流制限値ILがIL0に維持されるが、ステップS1での所定条件成立後は可変に設定される。

【0060】

ステップS2で、電流制限値IL0による制限付きで目標回転数Naにフィードバックする制御を実施する。

ステップS3,ステップS4では、図4で既述したように、必要回転数Npの算出、モータ回転数Nmと必要回転数Npとの大小の比較判定を行う。

【0061】

ステップS4でモータ回転数Nmが必要回転数Npより大きいと判定されたときは、ステップS12へ進んで、電流制限値ILが指示電流Ipより大きいかを判定する。

そして、電流制限値ILが指示電流Ipより大きいと判定されたときは、ステップS13へ進んで電流制限値ILを所定量減少する。

【0062】

上記減少された電流制限値ILに制限されてモータ電流Imが減少することにより電流制限値ILが指示電流Ipまで減少すると、ステップS5の判定がYESとなってステップS14へ進み、電流制限値ILが現状値（=指示電流Ip）に維持される。

【0063】

また、モータ電流Imが指示電流Ipまで減少する前に、モータ回転数Nmが指示電流Ipに対応する必要回転数Np以下に減少した場合は、ステップS4からステップS15へ進んで、電流制限値ILを所定量増加する。

【0064】

図11は、上記のように可変制御される電流制限値ILを用いたモータ電流Imの制御において、操作量（モータ駆動電圧）を設定するフローチャートを示す。このフローチャートは、本実施形態以降の電流制限値ILを可変制御する実施形態に共通に使用される。

【0065】

ステップS51では、電流制限値ILがモータ電流Imより大きいかを判定する。

電流制限値ILがモータ電流Imより大きいときは、ステップS52へ進み、目標回転数Naとモータ回転数Nmとの偏差を用いる。即ち、図10のステップS13の処理で電流制限値ILがモータ電流Imまで減少するまでは、電流制限値ILでのモータ電流Imの制限による指示電流Ipへの収束は開始されず、この間は、目標回転数Naとモータ回転数Nmとの偏差（=目標回転数Na - モータ回転数Nm）に基づき設定される操作量（モータ駆動電圧）がそのまま出力される。

【0066】

電流制限値ILがモータ電流Im以下に減少した後は、ステップS53へ進んで電流制限値ILとモータ電流Imとの偏差（=電流制限値IL - モータ電流Im < 0）に基づき操作量が設定される。これにより、上記回転数偏差に基づき算出された操作量（積分操作量）が減少補正され、モータ電流Imが電流制限値ILに制限される。

【0067】

ステップS54では、ステップS52、又はステップS53で算出された偏差に基づいて積分操作量を演算する。

ステップS55では、その他の比例分操作量や微分分操作量を必要に応じて演算する。

【0068】

ステップS56では、これら操作量を用いて、最終操作量（駆動回路83の出力電圧V）を演算して出力する。

上記偏差の切換により、上記モータ回転数Nmを目標回転数Naに収束させる初期の制御から、モータ電流Imを電流制限値ILに適正な応答で追従させつつ指示電流Ipに収束させる後期の制御に円滑に移行させることができる。

【0069】

10

20

30

40

50

本実施形態の図5～図8に示した各状況における動作を説明する。

図5（油温センサ、ポンプ特性共に正常時）及び図8（油温センサは正常で、ポンプがフリクション特性を有する）の状況では、電流制限値 I_L は、制御初期の値（ I_{L0} 、図示白丸）から最終の収束点（図示黒丸）まで減少し、モータ電流 I_m は制御初期の収束点から該電流制限値 I_L に追従して最終の収束点（図示黒丸）まで減少する。

【0070】

図6（検出油温が実油温より高温な異常）の状況では、電流制限値 I_L は、初期の制御収束後もモータ回転数 N_m が指示電流 I_p に対応する必要回転数 N_p より小さいため、減少されることなく I_{L0} に維持され、モータ電流 I_m も電流制限値 I_L （ $= I_{L0}$ ）に維持されたままである。

10

【0071】

図7（検出油温が実油温より低温な異常）の状況では、電流制限値 I_L は、制御初期の値 I_{L0} から、制御後期において指示電流 I_p まで減少し得るが、モータ電流 I_m は、制御初期の電流制限値 I_L より小さい収束点の値に維持される。

【0072】

以上のように、いずれの場合も、任意の状況に対してモータ回転数 N_m を制御初期において所定のポンプ性能が得られる回転数まで速やかに上昇させた後、制御後期において所定のポンプ性能を確保しつつ可能なかぎりモータ電流 I_m を低減して消費電力を節減することができる。

【0073】

また、第2実施形態（及び後述の第3，第4実施形態）のように、モータ電流 I_m の指示電流 I_p への収束を、電流制限値 I_L を用いた電流制限によって行うことにより、制御系を変更することなく、容易に実施することができる。

20

【0074】

また、上記第1実施形態、第2実施形態（及び後述の第4実施形態）は、図6～図7で示したような油温センサ11が故障しているか、またはポンプ特性がフリクション増加特性となっている異常時に限定して適用してもよい。これらの異常時でも所定のポンプ性能を確保しつつ電動ポンプ8を制御することができ、しかも、高応答性、消費電力節減を両立することができる。

【0075】

図12は、電流制限値を用いた制御の別の実施形態（第3実施形態）のフローを示す。

本実施形態は、別の診断によって、油温センサに故障が無く、ポンプ特性も正常（フリクション増加特性でない）ことが確認されている場合に適用する。

30

【0076】

図10の第2実施形態と同一の機能と有するステップは同一符号を付してある。図10と相違する部分を中心に説明する相違すると、ステップS1で所定条件未成立と判定された後、ステップS21では、電流制限値 I_L を指令値（指示電流 I_p ）に応じた値 I_{L1} に可変設定する。即ち、油温センサ及びポンプ特性が正常な場合には、制御初期において油温に応じた指示電流 I_p 毎に、良好な応答性を確保できるモータ電流 I_m の上限値を予め推定できる。したがって、該上限値に近い値に電流制限値 I_L を設定し、指示電流 I_p が大きくなるほど大きい値に設定する。

40

【0077】

ステップS2では、モータ回転数 N_m を目標回転数 N_a に収束させる回転数制御を実施するが、モータ電流 I_m を上記のように可変に設定された電流制限値 I_L （ $= I_{L1}$ ）で制限する。

【0078】

このように、指示電流 I_p 毎に応答性の確保に必要な限度に設定された電流制限値 I_L によってモータ電流 I_m を制限することにより、制御初期においてもモータ電流 I_m が過剰となることを抑制でき、消費電力をより節減できる。

【0079】

50

そして、上記のように設定された制御初期の電流制限値 $I_L (= I_{L1})$ が、制御後期においてモータ回転数 N_m を必要回転数 N_p 以上に維持しつつ指示電流 I_p に収束し、モータ電流 I_m が電流制限値 I_L に追従して指示電流 I_p に収束する。

【0080】

また、モータ回転数 N_m が必要回転数 N_p 未満になっているときは、ステップ S_{22} で電流制限値 I_L を所定量増加するが、本実施形態では、該増加した電流制限値 I_L が耐熱限界値 I_{HL} 以上であるかをステップ S_{23} で判定する。ここで、耐熱限界値 I_{HL} は、電動ポンプ 8 の定常運転状態において、耐熱性が満たされるモータ電流 I_m の上限値として設定され、既述の上限電流相当の I_{L0} より小さい値である。

【0081】

そして、ステップ S_{23} の判定が YES のときは、ステップ S_{24} へ進んで電流制限値 I_L を、耐熱限界値 I_{HL} とする。即ち、モータ回転数 N_m を必要回転数 N_p 以上として所定のポンプ性能を確保するために必要な電流制限値 I_L が、耐熱限界値 I_{HL} 以上に達している場合には、電流制限値 I_L を耐熱限界値 I_{HL} に抑えることにより、電動ポンプ 8 の耐熱性の確保を優先する。

【0082】

これにより、電動ポンプ 8 の発熱による劣化抑制機能を向上できる。

図 13、図 14 は、電流制限値を用いた制御のさらに別の実施形態（第 4 実施形態）のフローを示す。

【0083】

図 12 の第 3 実施形態と同一の機能と有するステップは同一符号を付してある。

本実施形態は、図 13 に示す制御初期において、電流制限値 I_L をポンプ起動後の時間経過に応じて 2 段階に設定する。図 14 に示す制御後期は、第 3 実施形態と同様である。

【0084】

ステップ S_1 で所定条件未成立と判定された後、ステップ S_{31} では、所定時間が経過したかを判定する。

所定時間経過前は、ステップ S_{32} に進み、電流制限値 I_L を、高応答性を確保可能な値 I_{LR} に設定する。

【0085】

即ち、モータ電流特性として、高応答性を確保するためには、立上りの電流値をより大きくしてモータ回転数 N_m の上昇速度を大きくする必要がある。このため、ポンプ起動後所定時間内は、電流制限値 I_L を、より大きな値 I_{LR} に設定して、モータ電流 I_m の制限を可能な限り緩和する。例えば、 I_{LR} を、通常ポンプ作動領域での上限電流相当の I_{L0} より大きい値に設定してもよい。

【0086】

ポンプ起動後所定時間を経過しモータ回転数 N_m が所定以上上昇した後は、ステップ S_{33} へ進む。

ステップ S_{33} では、電流制限値 I_L を、ポンプの高負荷運転時（低油温時、フリクション増加特性時等）でも所定以上のモータ回転数 N_m を維持してポンプ性能を保持することが可能な $I_{LS} (< I_{LR})$ に切り換えて設定する。

【0087】

ステップ S_2 では、上記のように時間経過に応じて切換設定される電流制限値 I_L でモータ電流 I_m を制限しつつ、目標回転数 N_a での回転数制御を実施する。

本実施形態によれば、制御初期においても、高応答性を確保しつつ消費電力を節減することができる。

【0088】

以上の実施形態は、変速機油圧生成用の電動ポンプの制御装置に適用したものを示したが、ハイブリッド車の走行用モータもしくはインバータの冷却用等に用いられる電動ポンプの制御装置等にも同様にして適用することができ、同様の効果を得られる。

【0089】

10

20

30

40

50

更に、上記実施形態から把握し得る請求項以外の技術的思想について、以下にその効果と共に記載する。

【0090】

(イ) 請求項3～請求項5のいずれか1つに係る電動ポンプの制御装置において、前記制御手段は、モータ回転数が指示電流に対応する必要回転数に達したときのモータ電流が耐熱限界値相当の電流制限値以上となるときは、モータ電流を前記耐熱限界値相当の電流制限値以下となるまで、モータ回転数の減少を許容することを特徴とする。

【0091】

このようにすれば、電動ポンプの発熱による劣化抑制機能を向上できる。

【0092】

(ロ) 請求項3～請求項5及び上記(イ)のいずれか1つに係る電動ポンプの制御装置において、

前記制御手段は、モータ電流が電流制限値以下のときは、目標回転数とモータ回転数との偏差に基づいて操作量を設定し、モータ電流が電流制限値より大きいときは、モータ電流と電流制限値との偏差に基づいて操作量を設定することを特徴とする。

【0093】

このようにすれば、モータ回転数を目標回転数に収束させる初期の制御から、モータ電流を電流制限値に適正な応答で追従させつつ指示電流に収束させる後期の制御に円滑に移行させることができる。

【符号の説明】

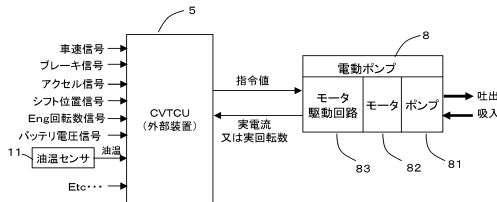
【0094】

1...エンジン、5...CVTコントロールユニット、8...電動ポンプ、11...油温センサ、20...変速機構、82...モータ、83...駆動回路

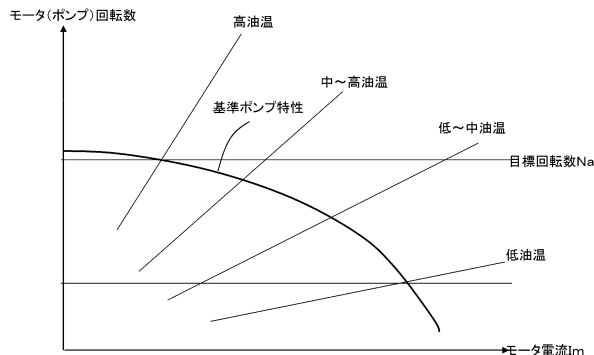
10

20

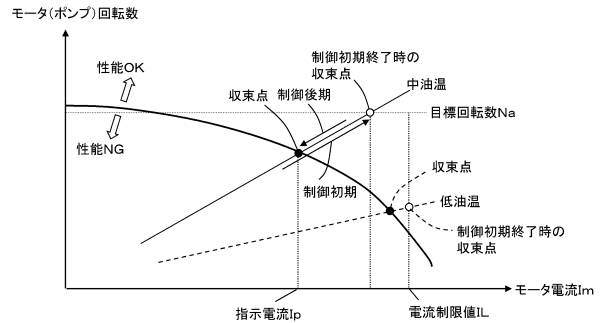
【図2】



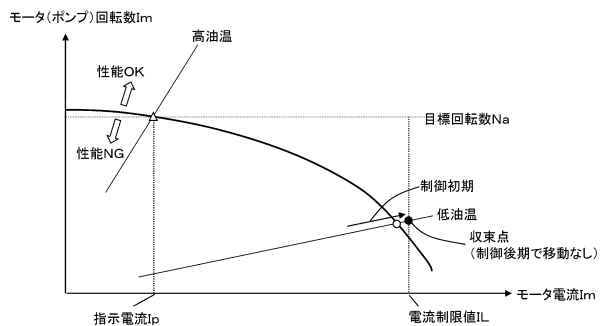
【図3】



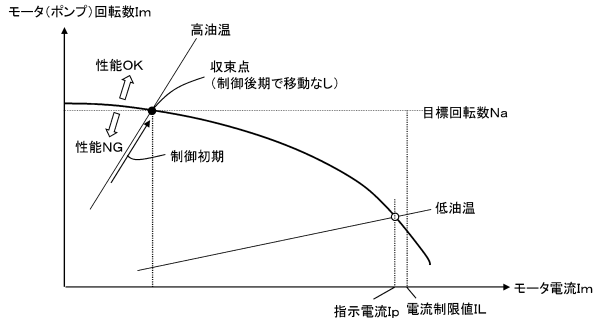
【図5】



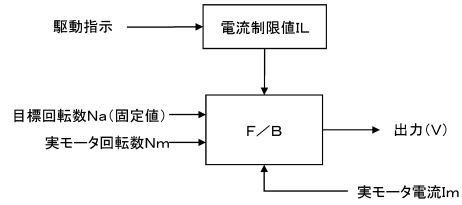
【図6】



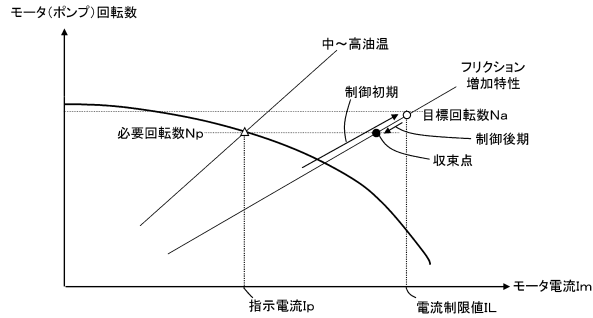
【図7】



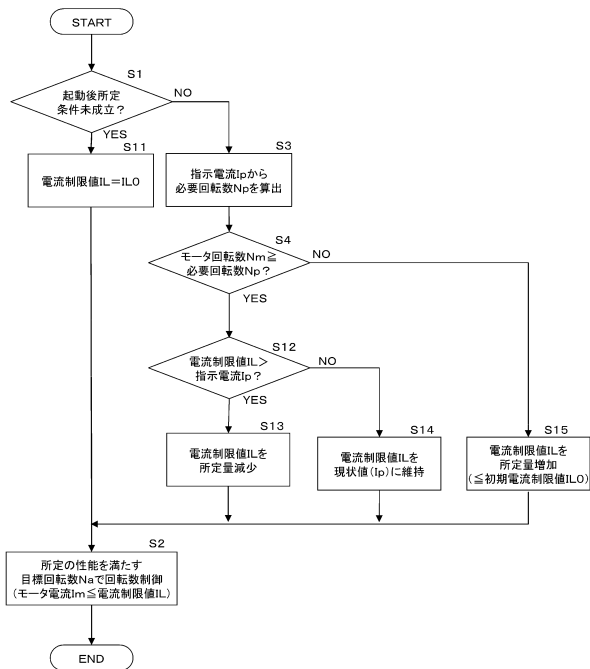
【図9】



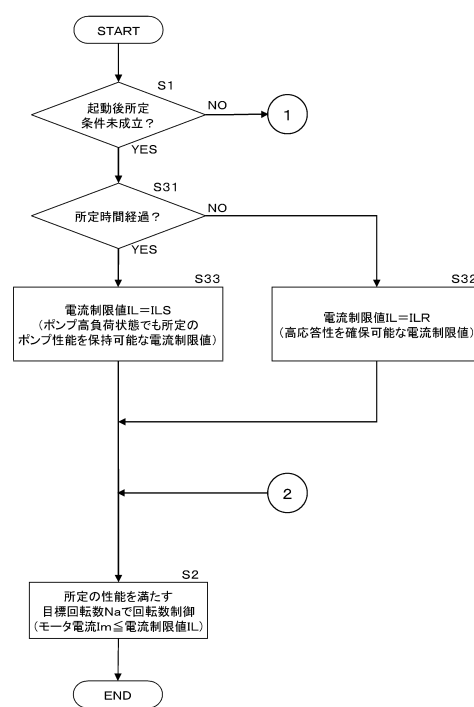
【図8】



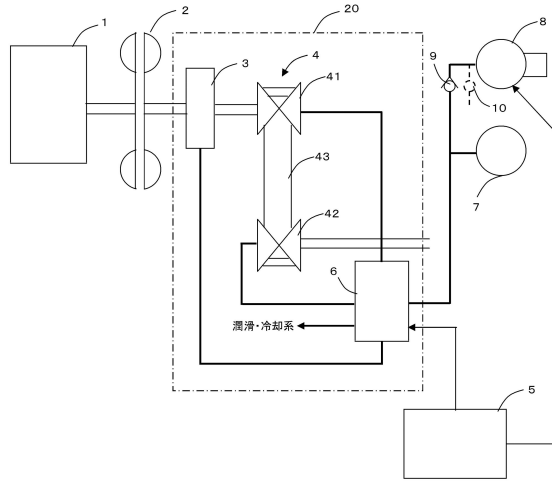
【図10】



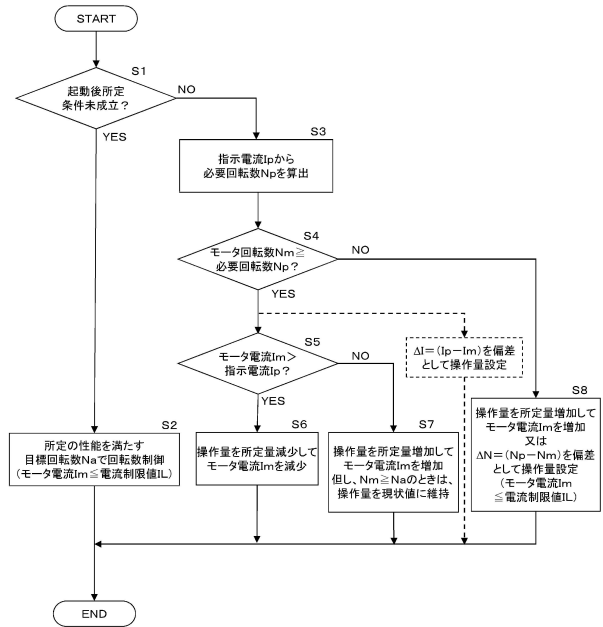
【図13】



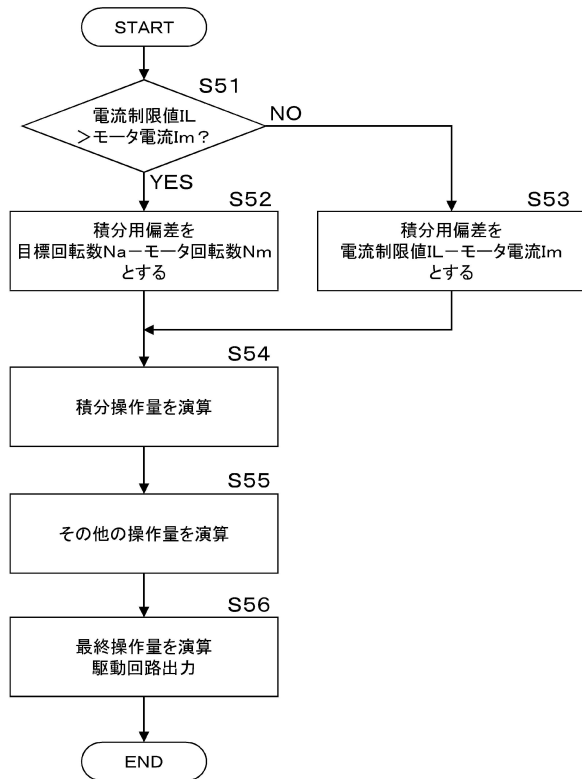
【図1】



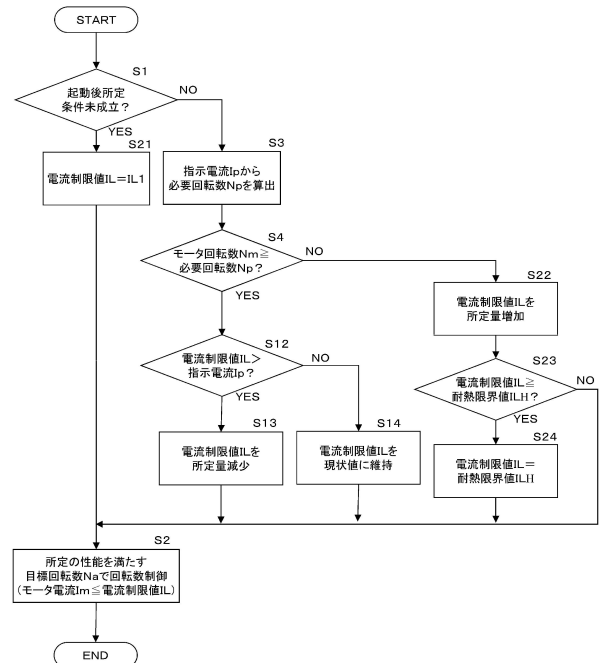
【図4】



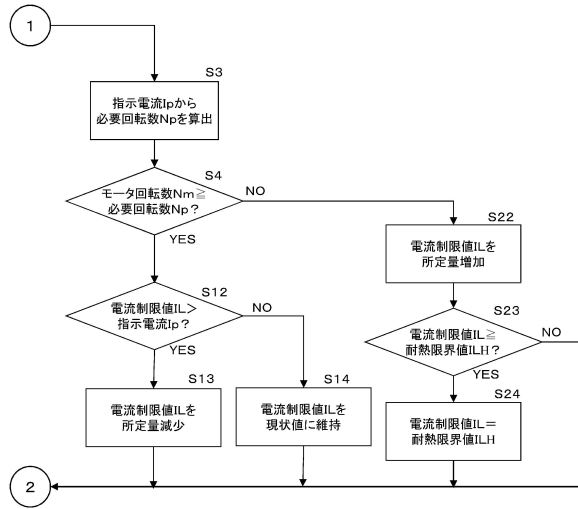
【図11】



【図12】



【図14】



フロントページの続き

審査官 山本 崇昭

- (56)参考文献 欧州特許出願公開第2428706 (EP, A1)
特開2010-35281 (JP, A)
特開2002-235675 (JP, A)
特開2010-180731 (JP, A)
特開2005-16460 (JP, A)
特開2002-213594 (JP, A)
特開2000-27763 (JP, A)
米国特許出願公開第2002/94910 (US, A1)
特開2012-62909 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F04B 49/00 - 51/00