

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7368112号
(P7368112)

(45)発行日 令和5年10月24日(2023.10.24)

(24)登録日 令和5年10月16日(2023.10.16)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 P 23/14 (2006.01)

H 0 2 P 23/14

H 0 2 M 7/48 (2007.01)

H 0 2 M 7/48

E

請求項の数 6 (全14頁)

(21)出願番号	特願2019-106266(P2019-106266)	(73)特許権者	000144027
(22)出願日	令和1年6月6日(2019.6.6)		株式会社ミツバ
(65)公開番号	特開2020-202615(P2020-202615 A)	(74)代理人	群馬県桐生市広沢町1丁目2681番地
			110002871
(43)公開日	令和2年12月17日(2020.12.17)		弁理士法人坂本国際特許商標事務所
審査請求日	令和4年3月29日(2022.3.29)	(74)代理人	100144048
			弁理士 坂本 智弘
		(72)発明者	森 桂一
			群馬県桐生市広沢町1丁目2681番地
			株式会社ミツバ内
		(72)発明者	石島 正大
			群馬県桐生市広沢町1丁目2681番地
			株式会社ミツバ内
		審査官	若林 治男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 モータ電流値検出装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

検出対象の電流が流れる抵抗の両端に電氣的に接続されるアンプと、
前記アンプの出力側に電氣的に接続され、前記アンプの出力をA / D変換して出力するA / D変換器と、
前記検出対象の電流が流れていない無通電状態において前記アンプの出力が0未満である場合に、前記アンプの入力オフセット補正電圧を補正するオフセット補正処理を実行するオフセット補正部と、
を備えるモータ電流値検出装置。

【請求項2】

前記オフセット補正部は、前記無通電状態において前記A / D変換器の出力が0未満であるか否かを判定し、前記A / D変換器の出力が0未満であると判定した場合に、前記入力オフセット補正電圧を調整するための調整パラメータの値を変更することで前記オフセット補正処理を実行する、請求項1に記載のモータ電流値検出装置。

【請求項3】

前記オフセット補正部は、前記無通電状態において前記A / D変換器の出力が僅かに0を超えるような第1の値に、前記調整パラメータの値を変更する、請求項2に記載のモータ電流値検出装置。

【請求項4】

前記オフセット補正部は、前記A / D変換器の出力が0を跨いで変化するように前記調

整パラメータの値を変更することで、前記第 1 の値を探索する、請求項 3 に記載のモータ電流値検出装置。

【請求項 5】

前記オフセット補正部は、前記 A / D 変換器の出力が 0 を跨いで正となったときの、前記調整パラメータの値を、前記第 1 の値とする、請求項 3 に記載のモータ電流値検出装置。

【請求項 6】

前記検出対象の電流は、電動オイルポンプ用モータを駆動するためのインバータに係る電流である、請求項 1 から請求項 5 のうちのいずれか 1 項に記載のモータ電流値検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、モータ電流値検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電流がシャント抵抗に流れることにより生じるシャント抵抗の両端の電圧をオペアンプで増幅後、A / D (アナログ / デジタル) 変換して当該電流の値を検出する技術が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

20

【文献】特開 2017 - 79515 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

オペアンプは、一般的に、僅かな入力オフセット電圧があり、その入力オフセット電圧がマイナス (0 未満の値) であるものも、個体差によって存在する。僅かな入力オフセット電圧自体は実質的な問題とならない場合が多いが、入力オフセット電圧がマイナスである場合、電流の立ち上がりに対してアンプの出力電圧の立ち上がりが遅れることで、検出精度が悪くなる場合がある。

【0005】

30

本発明は、このような点を鑑みてなされたものであり、電流の立ち上がりに対するアンプの出力電圧の立ち上がりの遅れを低減できるモータ電流値検出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】

1 つの側面では、検出対象の電流が流れる抵抗の両端に電氣的に接続されるアンプと、前記アンプの出力側に電氣的に接続され、前記アンプの出力を A / D 変換して出力する A / D 変換器と、

前記検出対象の電流が流れていない無通電状態において前記アンプの入力が 0 未満である場合に、前記アンプの入力オフセット補正電圧を補正するオフセット補正処理を実行するオフセット補正部と、
を備えるモータ電流値検出装置が提供される。

40

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、電流の立ち上がりに対するアンプの出力電圧の立ち上がりの遅れを低減できるモータ電流値検出装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】本発明のモータ電流値検出装置が適用可能な電動オイルポンプ 1 の概略構成の一例を示す図である。

50

【図 2】駆動装置 8 の概略構成を示す図である。

【図 3】オペアンプ 121 の入力オフセット電圧がプラス側である場合の各種波形を示す図である。

【図 4】オペアンプ 121 の入力オフセット電圧がマイナス側である場合の各種時系列波形を示す図である。

【図 5】オフセット補正レジスタの設定値の補正方法の説明図である。

【図 6】オフセット補正レジスタの補正目標値の探索方法の一例の説明図である。

【図 7】オフセット補正部 130 の動作例を示す概略フローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

10

以下、添付図面を参照しながら本発明の各実施形態について詳細に説明する。

【0010】

ここでは、まず、本発明のモータ電流値検出装置の説明に先立って、本発明のモータ電流値検出装置が適用可能な電動オイルポンプについて説明する。

【0011】

図 1 は、本発明のモータ電流値検出装置が適用可能な電動オイルポンプ 1 の概略構成の一例を示す図である。本発明のモータ電流値検出装置は、電動オイルポンプ 1 に適用されるのが好適であるが、電流値の検出を必要とする他の任意の電子機器に適用可能である。

【0012】

電動オイルポンプ 1 は、例えば、車両に搭載される無段変速機等の油圧機器などのオイル供給先 T にオイルを供給する油圧供給源として用いられるものである。

20

【0013】

電動オイルポンプ 1 は、ECU (Electronic Control Unit) 2 に接続されている。電動オイルポンプ 1 は、オイルパン 3 内に貯留されたオイルを汲み上げ、油圧を付与してオイル供給先 T にオイルを供給する。

【0014】

ECU 2 は、電動オイルポンプ 1 及び温度センサ 4 に接続されている。また、ECU 2 は、CAN (Controller Area Network) などの適切なバス (図示せず) を介して、車両内の各種の電子部品 (他の ECU や各種センサ等) に接続されている。ECU 2 は、アンドリングストップ等でエンジン停止した場合においてオイル供給先 T にオイルを供給するために、電動オイルポンプ 1 を駆動させる。例えば、ECU 2 は、エンジン停止した場合には、温度センサ 4 が測定したオイルの温度に応じて、モータに流す相電流の目標値 (以下、「相電流目標値」という) を含む駆動指令を電動オイルポンプ 1 に送信する。

30

電動オイルポンプ 1 は、オイルポンプ 5、モータ 6、回転角検出部 7、及び駆動装置 8 を備える。

【0015】

オイルポンプ 5 は、モータ 6 及びオイル供給先 T に接続されている。オイルポンプ 5 は、モータ 6 によって駆動されるポンプである。オイルポンプ 5 は、モータ 6 に駆動されることによりオイルパン 3 内のオイルをオイル供給先 T に圧送する。

40

【0016】

モータ 6 は、永久磁石を有するロータと、3 相 (U、V、W) それぞれに対応するコイル L_u、L_v、L_w がロータの回転方向に順に巻装されているステータとを備えている。各相のコイル L_u、L_v、L_w のそれぞれは、駆動装置 8 に接続されている。例えば、モータ 6 は、ブラシレスモータである。

【0017】

回転角検出部 7 は、モータ 6 の回転角度を検出する。そして、回転角検出部 7 は、検出した回転角度に応じた出力信号を駆動装置 8 に出力する。

【0018】

駆動装置 8 は、ECU 2 及びモータ 6 に接続されている。駆動装置 8 は、ECU 2 から

50

出力される駆動指令に基づいて、モータ 6 の駆動を制御する。例えば、駆動装置 8 は、モータ 6 の相電流が、E C U 2 から入力される駆動指令に含まれる相電流目標値になるようにフィードバック制御する。また、駆動装置 8 は、モータ 6 が高回転で回転する際のモータトルクを高めるために弱め磁束制御を行ない、モータ 6 に通電する通電タイミングを進角側に進める進角制御を実行する。

【 0 0 1 9 】

図 2 は、駆動装置 8 の概略構成を示す図である。

【 0 0 2 0 】

図 2 に示すように、駆動装置 8 は、電源部 9、インバータ 10、シャント抵抗 11、及びマイクロコンピュータ 12（以下、「マイコン 12」という）を備える。

10

【 0 0 2 1 】

電源部 9 は、例えば、車両に搭載されるバッテリーである。電源部 9 は、ニッケル水素電池やリチウムイオン電池のような二次電池であってもよい。また、二次電池の代わりに、電気二重層キャパシタ（コンデンサ）を用いることもできる。

【 0 0 2 2 】

インバータ 10 は、複数のスイッチング素子 S W を有し、このスイッチング素子のオンとオフとを P W M（P u l s e W i d t h M o d u l a t i o n：パルス幅変調）制御することで電源電流を相電流に変換する。具体的には、インバータ 10 は、6 つのスイッチング素子 S W 1 ～ S W 6 を有している。インバータ 10 は、スイッチング素子 S W 1 ～ S W 6 のオンとオフとを切り替えて電源電流を相電流に変換する。

20

【 0 0 2 3 】

直列に接続されたスイッチング素子 S W 1、S W 4 と、直列に接続されたスイッチング素子 S W 2、S W 5 と、直列に接続されたスイッチング素子 S W 3、S W 6 とは、電源部 9 の高電位側と、接地電位との間に並列に接続されている。

【 0 0 2 4 】

また、スイッチング素子 S W 1 とスイッチング素子 S W 4 との接続点は、コイル L u の一端に接続されている。スイッチング素子 S W 2 とスイッチング素子 S W 5 との接続点は、コイル L v の一端に接続されている。スイッチング素子 S W 3 とスイッチング素子 S W 6 との接続点は、コイル L w の一端に接続されている。

【 0 0 2 5 】

30

本実施形態では、スイッチング素子 S W が n 型チャネルの F E T（F i e l d E f f e c t T r a n s i s t o r）である場合について説明するが、これに限定されず、例えば、I G B T（I n s u l a t e d G a t e B i p o l a r T r a n s i s t o r）、及び B J T（B i p o l a r J u n c t i o n T r a n s i s t o r）であってもよい。各スイッチング素子 S W 1 ～ S W 6 は、還流ダイオード D 1 ～ D 6 と並列に接続された構成を有している。また、各スイッチング素子 S W 1 ～ S W 6 は、ゲート端子がマイコン 12 に接続されている。

【 0 0 2 6 】

シャント抵抗 11 は、インバータ 10 の低電位側とグランドとの間に設けられている。なお、変形例では、シャント抵抗 11 は、インバータ 10 の高電位側と電源部 9 との間に設けられてもよい。シャント抵抗 11 は、相電流を検出するための電流センサの一要素を形成する。

40

【 0 0 2 7 】

マイコン 12 は、モータ電流値検出装置を形成する。マイコン 12 は、図 2 に示すように、モータ制御部 120 と、オペアンプ 121 と、A / D コンバータ 122 と、電流値取得部 124 と、オフセット補正部 130 とを含む。なお、モータ制御部 120、電流値取得部 124、及びオフセット補正部 130 は、例えばマイコン 12 の C P U（C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t）（図示せず）がマイコン 12 の R O M（R e a d O n l y M e m o r y）のような記憶装置（図示せず）内のプログラムを実行することで実現できる。

50

【 0 0 2 8 】

モータ制御部 1 2 0 は、E C U 2 からの駆動指令に応答し、インバータ 1 0 を駆動制御することで、モータ 6 を制御する。この際、上述のように、モータ制御部 1 2 0 は、電流値取得部 1 2 4 からの相電流情報に基づいて、相電流情報の相電流が相電流目標値に一致するように、インバータ 1 0 のスイッチング素子 S W 1 ~ スwitching素子 S W 6 のそれぞれのゲート電極にゲート信号を印加する。なお、モータ 6 の制御方法の詳細は任意である。

【 0 0 2 9 】

オペアンプ 1 2 1 は、非反転入力端子と反転入力端子と、一つの出力端子とを備え、演算増幅器とも呼ばれる。オペアンプ 1 2 1 は、非反転入力端子がシャント抵抗 1 1 の高電位側に電氣的に接続され、反転入力端子がシャント抵抗 1 1 の低電位側に電氣的に接続され、出力端子が A / D コンバータ 1 2 2 に電氣的に接続されている。オペアンプ 1 2 1 は、相電流を検出するための電流センサの一要素を形成する。

10

【 0 0 3 0 】

オペアンプ 1 2 1 は、シャント抵抗 1 1 の両端に生じる電圧差を増幅して A / D コンバータ 1 2 2 に出力する。具体的には、オペアンプ 1 2 1 は、4 つの抵抗 R 1 から R 4 と協働して差動入力回路を構成する。この場合、例えば、 $R 1 = R 3$ 、 $R 2 = R 4$ とし、シャント抵抗 1 1 の高電位側の電位を V 2 とし、シャント抵抗 1 1 の低電位側の電位を V 1 とすると、オペアンプ 1 2 1 の出力電圧 V 0 は、 $V 0 = R 2 / R 1 (V 2 - V 1)$ となる。

【 0 0 3 1 】

A / D コンバータ 1 2 2 は、オペアンプ 1 2 1 からの出力（アナログ信号）をデジタル信号に変換し、電流値取得部 1 2 4 に出力する。A / D コンバータ 1 2 2 は、P W M 信号の立ち上がり（オンデューティの立ち上がり）エッジから所定時間 $\Delta T 2$ 経過後に、オペアンプ 1 2 1 からの出力のサンプリングを行う。すなわち、A / D 変換のタイミングは、P W M 信号の立ち上がりエッジから所定時間 $\Delta T 2$ 後である。所定時間 $\Delta T 2$ は、例えば固定であり、P W M 信号のオンデューティの期間の取りうる最小値よりも有意に短い。

20

【 0 0 3 2 】

電流値取得部 1 2 4 は、A / D コンバータ 1 2 2 からの出力信号に基づいて、相電流を算出し、相電流情報を生成する。

【 0 0 3 3 】

オフセット補正部 1 3 0 は、オペアンプ 1 2 1 の入力オフセット電圧に起因したオペアンプ 1 2 1 の出力電圧のオフセットを、補償するためのオフセット補正を実行する。なお、オフセット補正部 1 3 0 の機能は、例えば既存のマイコン 1 2 が備える A M P 入力オフセット補正機能を利用して実現できる。

30

【 0 0 3 4 】

入力オフセット電圧とは、差動入力回路を構成するオペアンプが持つ誤差電圧を指し、理想的なオペアンプでは入力オフセット電圧は 0 V（すなわち“オフセットなし”）である。しかしながら、一般的に、実際のオペアンプ（規格値を満たすオペアンプ）は、僅かな入力オフセット電圧を有する場合が多く、また、入力オフセット電圧の値は、経年劣化や温度変化等によって変化しうる。なお、通常、相電流を検出するためのオペアンプ（例えばオペアンプ 1 2 1）では、ある程度入力オフセット電圧は、所定値以下の相電流情報を利用しないことや A / D 変換のタイミングを適切に設定すること等により相電流情報の精度に影響しないようにすることができ、実質的に問題とならない。

40

【 0 0 3 5 】

しかしながら、近年では、制御可能領域（デューティの可変幅）をできるだけ広範に設定したいという要望が強くなりつつある。

【 0 0 3 6 】

ここで、入力オフセット電圧についての規格値は、通常、絶対値で表記されるが、入力オフセット電圧は、プラス側（+ 極性）とマイナス側（- 極性）とがある。入力オフセット電圧がマイナス側（0 未満の値）となるオペアンプの場合、オペアンプの出力電圧の立

50

ち上がりが遅れる事象（以下、「立ち上がり遅れ事象」と称する）が発生することで、検出精度が悪くなる場合がある。立ち上がり遅れ事象について、図 3 及び図 4 を参照して説明する。

【 0 0 3 7 】

図 3 は、オペアンプ 1 2 1 の入力オフセット電圧がプラス側である場合の各種波形を示す図であり、図 4 は、オペアンプ 1 2 1 の入力オフセット電圧がマイナス側である場合の各種時系列波形を示す図である。図 3 及び図 4 では、それぞれ上側から、P W M 信号の時系列波形、オペアンプ 1 2 1 の入力電圧（図 3 及び図 4 では、「A M P 入力電圧」と表記）の時系列波形、及びオペアンプ 1 2 1 の出力電圧（図 3 及び図 4 では、「A M P 出力電圧」と表記）の時系列波形が示される。

10

【 0 0 3 8 】

P W M 信号の時系列波形は、P W M 信号のオン / オフ状態を表し、 $\Delta T 1 0$ は、オンデューティの期間を表し、 $\Delta T 1 1$ は、オフデューティの期間を表す。なお、図 3 では、オンデューティの期間 $\Delta T 1 0$ の方がオフデューティの期間 $\Delta T 1 1$ よりも長い、立ち上がり遅れ事象は、オンデューティの期間 $\Delta T 1 0$ が比較的長い場合でも生じる。

【 0 0 3 9 】

オペアンプ 1 2 1 の入力電圧の時系列波形には、0 V のラインが併せて示される。図 3 では、P W M 信号のオフデューティ期間でのオペアンプ 1 2 1 の入力電圧は、0 V よりもわずかに大きい、図 4 では、P W M 信号のオフデューティ期間でのオペアンプ 1 2 1 の入力電圧は、0 V よりもわずかに小さい。なお、このような 0 V からの“ズレ”は、上述した入力オフセット電圧に起因して生じる。

20

【 0 0 4 0 】

オペアンプ 1 2 1 の出力電圧は、図 3 及び図 4 に示すように、P W M 信号の立ち上がり（例えば時点 $t 0$ 参照）に応じたオペアンプ 1 2 1 の入力電圧の立ち上がり応じて立ち上がり（例えば時点 $t 1$ 、時点 $t 1'$ 参照）、P W M 信号の立ち下がりに応じたオペアンプ 1 2 1 の入力電圧の立ち下がり応じて立ち下がるが、立ち上がり際には、遅れ時間 $\Delta T 1$ が生じる。この遅れ時間 $\Delta T 1$ は、入力オフセット電圧がプラス側である場合、図 3 に示すように、顕著でないものの、入力オフセット電圧がマイナス側である場合、図 4 に示すように、顕著となる。これは、オペアンプは、入力電圧が負のときは非アクティブ状態であり、入力電圧が正になってから起動するためである。すなわち、入力オフセット電圧がマイナス側である場合、入力電圧が正になるまでの僅かな時間分だけ、起動が遅れ、その分だけ、遅れ時間 $\Delta T 1$ が長くなる傾向となる。

30

【 0 0 4 1 】

このような遅れ時間 $\Delta T 1$ が長くなると、オペアンプ 1 2 1 の出力電圧が十分立ち上がる前に、A / D コンバータ 1 2 2 による A / D 変換のタイミング（時点 $t 2$ 、矢印 R 1 参照）が到来し、A / D コンバータ 1 2 2 の出力値が、所期の値（図 3 及び図 4 では、「V n」と表記）よりも有意に低くなる。この結果、電流値取得部 1 2 4 で算出される相電流の値が、所期の値（すなわち、V n から求められるべき値）よりも低くなる。

【 0 0 4 2 】

このようにしてオペアンプ 1 2 1 の入力オフセット電圧がマイナス側である場合、オペアンプ 1 2 1 の出力電圧の立ち上がりが遅れることで、相電流の検出精度が悪くなる場合がある。これは、オペアンプ 1 2 1 の入力オフセット電圧がプラス側である場合には生じない課題である（図 3 参照）。

40

【 0 0 4 3 】

なお、このような相電流の検出精度の悪化を抑制する対策として、A / D コンバータ 1 2 2 による A / D 変換のタイミングを遅らせる方法がある。しかしながら、かかる方法では、オンデューティの期間 $\Delta T 1 0$ 中に A / D コンバータ 1 2 2 による A / D 変換のタイミングを設定する必要性に起因して、オンデューティの期間 $\Delta T 1 0$ の可変範囲の下限値を大きくする必要性が生じる。これは、デューティの可変幅（すなわち制御可能領域）を狭めることを意味する。

50

【 0 0 4 4 】

また、オペアンプ 1 2 1 の入力オフセット電圧は、オペアンプ 1 2 1 の入力オフセット補正電圧により補償できるが、入力オフセット補正電圧の設定値によっては、相電流が流れていない状態（以下、「無通電状態」ともいう）においてオペアンプ 1 2 1 の入力電圧が 0 未満（すなわちマイナス側）である場合があり、この場合も、上述した問題（オペアンプ 1 2 1 の出力電圧の立ち上がりが遅れることで、相電流の検出精度が悪くなること）が生じる。

【 0 0 4 5 】

この点を鑑み、本実施形態では、オフセット補正部 1 3 0 は、以下で説明するように、無通電状態においてオペアンプ 1 2 1 の入力電圧が 0 未満（すなわちマイナス側）である場合に、オフセット補正を実行することで、制御可能領域を必要以上に狭めることなく、相電流の検出精度の悪化を抑制することを可能とする。

10

【 0 0 4 6 】

具体的には、無通電状態においてオペアンプ 1 2 1 の入力電圧の正負が、無通電状態におけるオペアンプ 1 2 1 の出力電圧の正負に基づいて判定できることを利用して、オフセット補正部 1 3 0 は、無通電状態におけるオペアンプ 1 2 1 の出力電圧がマイナス側である場合に、無通電状態におけるオペアンプ 1 2 1 の出力電圧がプラス側になるように、オフセット補正レジスタの設定値（調整パラメータの例）を補正する。オフセット補正レジスタの設定値は、オペアンプ 1 2 1 の入力オフセット補正電圧を設定する機能（オペアンプ 1 2 1 の入力オフセット補正電圧を変化させる機能）を有する。すなわち、入力オフセット補正電圧は、オペアンプ 1 2 1 の入力オフセット電圧を変更するための入力（オペアンプ 1 2 1 への入力）であり、オフセット補正レジスタの設定値は、入力オフセット補正電圧を決める値である。

20

【 0 0 4 7 】

図 5 は、オフセット補正レジスタの設定値の補正方法の説明図である。図 5 では、横軸にオフセット補正レジスタの設定値を取り、縦軸に A / D コンバータ 1 2 2 の出力値（図 5 では「A D 検出値」と表記）を取り、オフセット補正レジスタの設定値を、プラス側の最大値（図 5 では「+ 側 M A X」と表記）から “ 1 ” ずつデクリメントしたときの、A / D コンバータ 1 2 2 の出力値の変化態様が示される。

【 0 0 4 8 】

ここで、図 5 に示す特性は、無通電状態における特性である。無通電状態における A / D コンバータ 1 2 2 の出力値は、無通電状態におけるオペアンプ 1 2 1 の出力電圧を表す。従って、無通電状態におけるオペアンプ 1 2 1 の出力電圧に正負を跨ぐ変化が生じると、無通電状態における A / D コンバータ 1 2 2 の出力値に正負を跨ぐ変化が生じる関係がある。

30

【 0 0 4 9 】

図 5 のオペアンプ 1 2 1 の場合、プラス側の最大値から “ 4 ” 引いた値（図 5 では「+ 側 M A X - 4」と表記）にオフセット補正レジスタの設定値を補正すると、A / D コンバータ 1 2 2 の出力値が、理想的な値である 0 V に対して、0 V に最も近いプラス側（すなわち、A / D コンバータ 1 2 2 の出力値が僅かに 0 を超えること）となる。また、プラス側の最大値から “ 5 ” 引いた値（図 5 では「+ 側 M A X - 5」と表記）にオフセット補正レジスタの設定値を補正すると、オペアンプ 1 2 1 の出力電圧が、0 V に最も近いマイナス側（すなわち、A / D コンバータ 1 2 2 の出力値が僅かに 0 を下回ること）となる。従って、このオペアンプ 1 2 1 の場合、オフセット補正部 1 3 0 は、オフセット補正レジスタの設定値を、プラス側の最大値から “ 4 ” 引いた値（図 5 では「+ 側 M A X - 4」と表記）に補正する。

40

【 0 0 5 0 】

なお、図 5 に示す特性は、ある個体のオペアンプ 1 2 1 に関するものであり、他の個体のオペアンプ 1 2 1 の場合は、異なる特性となりうる。従って、オフセット補正部 1 3 0 は、オペアンプ 1 2 1 の個体ごとに、無通電状態における A / D コンバータ 1 2 2 の出力

50

値が 0 V に最も近いプラス側となるようなオフセット補正レジスタの値を探索する。以下、A / D コンバータ 1 2 2 の出力値が 0 V に最も近いプラス側となるようなオフセット補正レジスタの値（第 1 の値の例）を、単に「オフセット補正レジスタの補正目標値」と称する。

【 0 0 5 1 】

このようなオフセット補正レジスタの補正目標値の探索は、無通電状態において実行される。オフセット補正レジスタの補正目標値の探索方法は、任意であるが、好ましくは、A / D コンバータ 1 2 2 の出力値が 0 V を跨ぐようにオフセット補正レジスタの値を変更させることを含む。この場合、A / D コンバータ 1 2 2 の出力値が 0 V を跨いでプラス側となったとき、そのときのオフセット補正レジスタの値、又は、A / D コンバータ 1 2 2 の出力値が 0 V を跨いでマイナス側となったとき、その直前のオフセット補正レジスタの値が、「オフセット補正レジスタの補正目標値」となる。

10

【 0 0 5 2 】

図 6 は、オフセット補正レジスタの補正目標値の探索方法の一例の説明図である。図 6 では、横軸に時間を取り、縦軸に A / D コンバータ 1 2 2 の出力値（図 6 では「A D 検出値」と表記）を取り、オフセット補正レジスタの値を変更しながら、オフセット補正レジスタの補正目標値が探索される態様が模式的に示される。

【 0 0 5 3 】

図 6 のオペアンプ 1 2 1 の場合、時点 t 5 9 では、オフセット補正レジスタの設定値がプラス側の値であり、A / D コンバータ 1 2 2 の出力値は、0 V よりも有意に大きい。このため、オフセット補正部 1 3 0 は、時点 t 6 0 で、一旦、オフセット補正レジスタの設定値を、最小値（図 6 では「- 側 M I N」と表記）に変更する。この場合、A / D コンバータ 1 2 2 の出力値は、0 V よりも有意に小さくなっている。そして、オフセット補正部 1 3 0 は、時点 t 6 0 よりも後の時点 t 6 1 で、オフセット補正レジスタの設定値を、最小値から“ 1 ”だけインクリメントした値（図 6 では「- 側 M I N + 1」と表記）に変更する。この場合、A / D コンバータ 1 2 2 の出力値は、0 V よりも有意に小さいままである。従って、オフセット補正部 1 3 0 は、時点 t 6 2 から時点 t 6 4 に示すように、A / D コンバータ 1 2 2 の出力値が 0 V よりも大きくなるまで（すなわち A / D コンバータ 1 2 2 の出力値が 0 V を正側に跨ぐまで）、オフセット補正レジスタの設定値を、“ 1 ”ずつインクリメントしていく。図 6 のオペアンプ 1 2 1 の場合、時点 t 6 4 で A / D コンバータ 1 2 2 の出力値が 0 V を正側に跨ぐ。従って、この場合、最小値から“ 4 ”だけインクリメントした値（図 6 では「- 側 M I N + 4」と表記）がオフセット補正レジスタの補正目標値となる。

20

30

【 0 0 5 4 】

なお、図 6 では、オフセット補正レジスタの設定値を、“ 1 ”ずつインクリメントしているが、“ 2 ”ずつインクリメントしてもよい。また、図 6 では、オフセット補正レジスタの設定値を、一旦、最小値（図 6 では「- 側 M I N」と表記）に変更しているが、最小値以外の値（A / D コンバータ 1 2 2 の出力値が 0 V よりも小さくなるような値）に変更してもよい。

【 0 0 5 5 】

また、図 6 では、オフセット補正レジスタの設定値を、一旦、最小値（図 6 では「- 側 M I N」と表記）に変更してから、オフセット補正レジスタの設定値を、“ 1 ”ずつインクリメントしているが、オフセット補正レジスタの設定値を、そのまま（すなわち補正前の値）から“ 1 ”ずつデクリメントしてもよい。この場合、上述のように、A / D コンバータ 1 2 2 の出力値が 0 V を跨いでマイナス側となったとき、その直前のオフセット補正レジスタの値が、「オフセット補正レジスタの補正目標値」となる。

40

【 0 0 5 6 】

このようにして、本実施形態によれば、オフセット補正部 1 3 0 は、無通電状態におけるオペアンプ 1 2 1 の出力電圧がマイナス側である場合に、オフセット補正レジスタの補正目標値を探索し、オフセット補正レジスタの補正目標値に、オフセット補正レジスタの

50

設定値を補正する。オフセット補正レジスタの補正目標値に、オフセット補正レジスタの設定値を補正すると、無通電状態におけるオペアンプ 121 の出力電圧が 0 V に最も近いプラス側となる。すなわち、マイナス側であった、無通電状態におけるオペアンプ 121 の出力電圧が、プラス側の小さい値に補正される。これは、無通電状態におけるオペアンプ 121 の入力電圧が、マイナスの値からプラス側の小さい値に補正されることを意味する。この結果、制御可能領域を必要以上に狭めることなく、立ち上がり遅れ事象に起因した相電流の検出精度の悪化を、抑制できる。

【0057】

次に、図 7 を参照して、オフセット補正部 130 の動作例について説明する。

【0058】

図 7 は、オフセット補正部 130 の動作例を示す概略フローチャートである。

【0059】

まず、図 7 の処理は、イグニッションスイッチがオンされるのを待機する待機状態（ステップ S700 の“NO”）となる。イグニッションスイッチがオンされると（ステップ S700 の“YES”）、電動オイルポンプ 1 のモータ 6 の駆動を禁止するための駆動禁止状態が形成される（ステップ S702）。駆動禁止状態では、モータ制御部 120 は、モータ 6 の駆動を行わない。これにより、無通電状態が形成される。無通電状態が形成されると、A/Dコンバータ 122 の出力値が 0 V よりも小さいか否かが判定され（ステップ S704）、A/Dコンバータ 122 の出力値が 0 V よりも小さい場合は（ステップ S704 の“YES”）、オフセット補正レジスタの設定値が現在値 k から“1”だけインクリメントされる（ステップ S706）。そして、オフセット補正レジスタの設定値が変更された結果として、A/Dコンバータ 122 の出力値が 0 V 以上となったか否かが判定され（ステップ S708）、A/Dコンバータ 122 の出力値が 0 V 以上となった場合は（ステップ S708 の“YES”）、オフセット補正レジスタの設定値の現在値 k が、「オフセット補正レジスタの補正目標値」となり、オフセット補正レジスタの設定値が、現在値 k に更新される（ステップ S710）。現在値 k に更新されると、駆動禁止状態が解除された状態（すなわち駆動可能状態）が形成され（ステップ S718）、図 7 の処理は終了となる。

【0060】

また、オフセット補正レジスタの設定値が変更された結果として、A/Dコンバータ 122 の出力値が 0 V 以上とならない場合（ステップ S708 の“NO”）、終了条件が成立するか否かが判定される（ステップ S712）。終了条件は、例えば電動オイルポンプ 1 のモータ 6 に係る駆動指令（例えば ECU2 から）が発生した場合や、オフセット補正レジスタの設定値の現在値 k が最大値（図 5 の“+側 MAX”参照）である等に満たされる。終了条件が成立すると（ステップ S712 の“YES”）、駆動禁止状態が解除された状態（すなわち駆動可能状態）が形成され（ステップ S718）、図 7 の処理は終了となる。この場合、電動オイルポンプ 1 のモータ 6 に係る駆動指令が終了した段階で、ステップ S702 からの処理が再び開始されてもよい。なお、オフセット補正レジスタの設定値の現在値 k が最大値となって終了条件が満たされた場合は、電流センサの異常を示す情報等が生成されてもよい。他方、終了条件が成立していない場合（ステップ S712 の“NO”）、ステップ S706 から繰り返される。すなわち、オフセット補正レジスタの設定値が現在値 k から“1”だけインクリメントされ（ステップ S706）、オフセット補正レジスタの設定値が変更された結果として、A/Dコンバータ 122 の出力値が 0 V 以上となった場合は（ステップ S708 の“YES”）、オフセット補正レジスタの設定値の現在値 k が、「オフセット補正レジスタの補正目標値」となり、オフセット補正レジスタの設定値が、現在値 k に更新される（ステップ S710）。

【0061】

また、A/Dコンバータ 122 の出力値が 0 V 以上である場合は（ステップ S704 の“NO”）、A/Dコンバータ 122 の出力値が所定閾値 T_{h1} 未満であるか否かが判定される（ステップ S714）。所定閾値 T_{h1} は、無通電状態におけるオペアンプ 121 の出力電圧がプラス側であっても当該出力電圧が過大である状態を検出するための閾値であり

10

20

30

40

50

、正の適合値である。A / Dコンバータ122の出力値が所定閾値Th1未満であれば（ステップS714の“YES”）、オフセット補正レジスタの設定値の更新（補正）の必要性がないと判断して、駆動禁止状態が解除された状態（すなわち駆動可能状態）が形成され（ステップS718）、図7の処理は終了となる。他方、A / Dコンバータ122の出力値が所定閾値Th1以上の場合は、オフセット補正レジスタの設定値の補正が必要であると判断し、ステップS716に進む。この場合、オフセット補正レジスタの設定値が、現在値kから最小値（図6の“-側MIN”参照）に変更され（ステップS716）、ステップS708の処理から開始される。

【0062】

図7に示す処理によれば、イグニッションスイッチがオンされるごとに、無通電状態が形成におけるA / Dコンバータ122の出力値が0Vよりも小さいか否かが判定されるので、経時的な変化や温度等の環境変化等に起因してオペアンプ121の入力オフセット電圧が変化した場合でも、当該変化に対応できる。ただし、変形例では、図7に示す処理は、車両出荷の際に1度だけ実行されてもよいし、あるいは、他の条件（例えば走行距離や期間に係る条件）に基づいて実行タイミングが決定されてもよい。

10

【0063】

また、図7に示す処理によれば、無通電状態が形成におけるA / Dコンバータ122の出力値が0Vよりも小さい場合だけでなく、無通電状態が形成におけるA / Dコンバータ122の出力値が所定閾値Th1以上である場合も、オフセット補正レジスタの設定値が、「オフセット補正レジスタの補正目標値」へと補正されるので、経時的な変化や温度等の環境変化等に起因してオペアンプ121の入力オフセット電圧が変化した場合でも、オペアンプ121の入力電圧の適正化を図ることができる。ただし、変形例では、ステップS714及びステップS716は省略されてもよい。

20

【0064】

以上、各実施形態について詳述したが、特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された範囲内において、種々の変形及び変更が可能である。また、前述した実施形態の構成要素を全部又は複数を組み合わせることも可能である。

【0065】

<付記>

なお、以上の実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

30

【0066】

[付記1]

検出対象の電流が流れる抵抗の両端に電氣的に接続されるアンプ（例えばオペアンプ121）と、

前記アンプの出力側に電氣的に接続され、前記アンプの出力をA / D変換して出力するA / D変換器（例えばA / Dコンバータ122）と、

前記検出対象の電流が流れていない無通電状態において前記アンプの入力が0未満である場合に、前記アンプの入力オフセット補正電圧を補正するオフセット補正処理を実行するオフセット補正部（例えばオフセット補正部130）と、

を備えるモータ電流値検出装置（例えばマイクロコンピュータ12）。

40

【0067】

付記1によれば、無通電状態においてアンプの出力が0未満である場合に、アンプの入力オフセット補正電圧を補正するオフセット補正処理が実行されるので、無通電状態においてアンプの入力が0未満である場合の不都合（すなわち、相電流の立ち上がりに対してアンプの出力電圧の立ち上がりが遅れることで、相電流の検出精度が悪くなること）を低減できる。

【0068】

[付記2]

前記オフセット補正部は、前記無通電状態において前記A / D変換器の出力が0未満であるか否かを判定し、前記A / D変換器の出力が0未満であると判定した場合に、前記入

50

力オフセット補正電圧を調整するための調整パラメータの値を変更することで前記オフセット補正処理を実行する、付記 1 に記載のモータ電流値検出装置。

付記 2 によれば、無通電状態における A / D 変換器の出力に基づいて、無通電状態においてアンプの入力（及びそれに伴い無通電状態においてアンプの出力）が 0 未満であるか否かを判定できる。また、入力オフセット補正電圧を調整するための調整パラメータの値を利用して、無通電状態においてアンプの入力が 0 未満である場合の不都合を低減できる。

[付記 3]

前記オフセット補正部は、前記無通電状態において前記 A / D 変換器の出力が僅かに 0 を超えるような第 1 の値に、前記調整パラメータの値を変更する、付記 2 に記載のモータ電流値検出装置。

10

付記 3 によれば、無通電状態においてアンプの出力が 0 未満である状態から、無通電状態においてアンプの出力が僅かに 0 を超える状態に補正できる。

[付記 4]

前記オフセット補正部は、前記 A / D 変換器の出力が 0 を跨いで変化するように前記調整パラメータの値を変更することで、前記第 1 の値を探索する、付記 3 に記載のモータ電流値検出装置。

付記 4 によれば、A / D 変換器の出力が 0 を跨いで変化するように調整パラメータの値を変更することで、第 1 の値を効率的に探索できる。

[付記 5]

前記オフセット補正部は、前記 A / D 変換器の出力が 0 を跨いで正となったときの、前記調整パラメータの値を、前記第 1 の値とする、付記 4 に記載のモータ電流値検出装置。

20

付記 5 によれば、無通電状態において A / D 変換器の出力が 0 を超えるような調整パラメータの値のうち、最も 0 に近い値に、調整パラメータの値を設定できる。

[付記 6]

前記検出対象の電流は、電動オイルポンプ用モータを駆動するためのインバータに係る電流である、付記 1 から付記 5 のうちのいずれか 1 項に記載のモータ電流値検出装置。

付記 6 によれば、電動オイルポンプ用モータを、A / D 変換器の出力に基づいて、比較的広い制御可能領域で制御できる。

【符号の説明】

【 0 0 6 9 】

30

1 電動オイルポンプ

3 オイルパン

4 温度センサ

5 オイルポンプ

6 モータ

7 回転角検出部

8 駆動装置

9 電源部

1 0 インバータ

1 1 シャント抵抗

40

1 2 マイクロコンピュータ

1 2 0 モータ制御部

1 2 1 オペアンプ

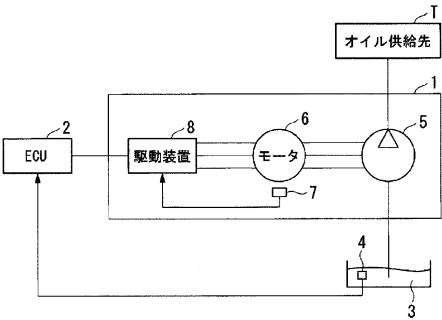
1 2 2 A / D コンバータ

1 2 4 電流値取得部

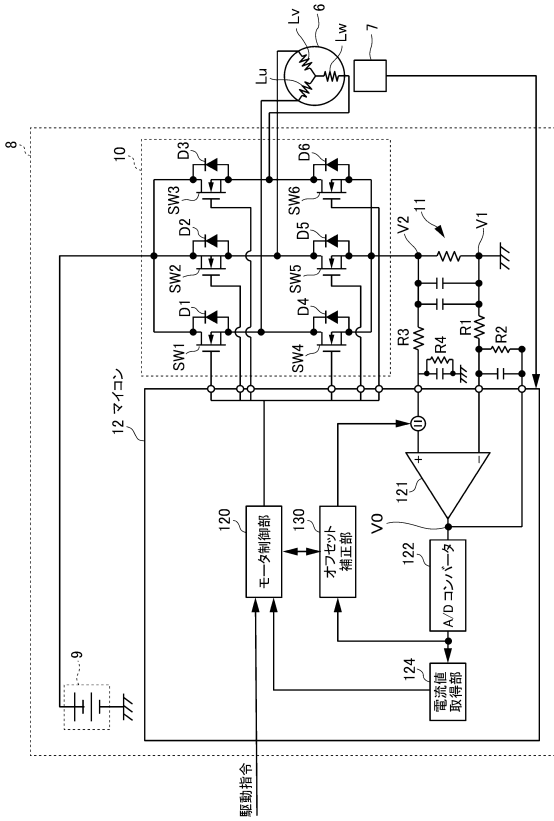
1 3 0 オフセット補正部

【図面】

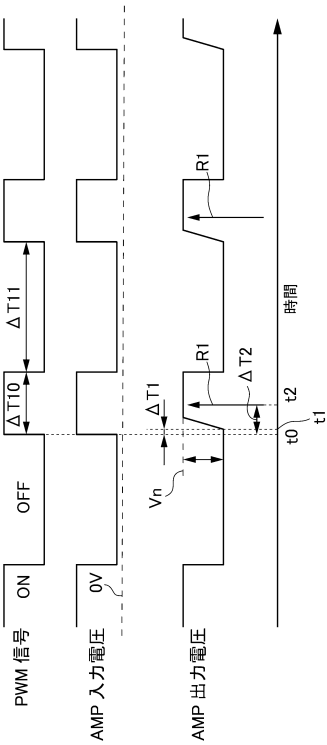
【図 1】



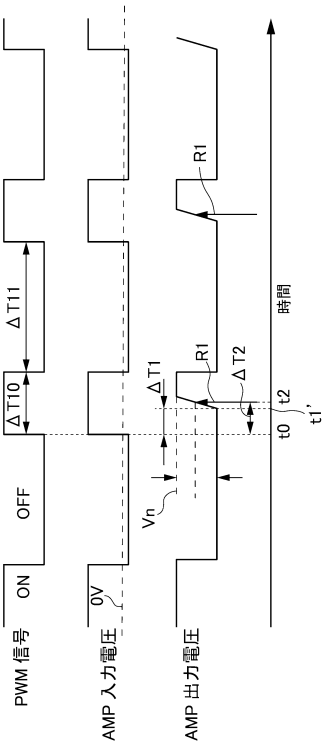
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

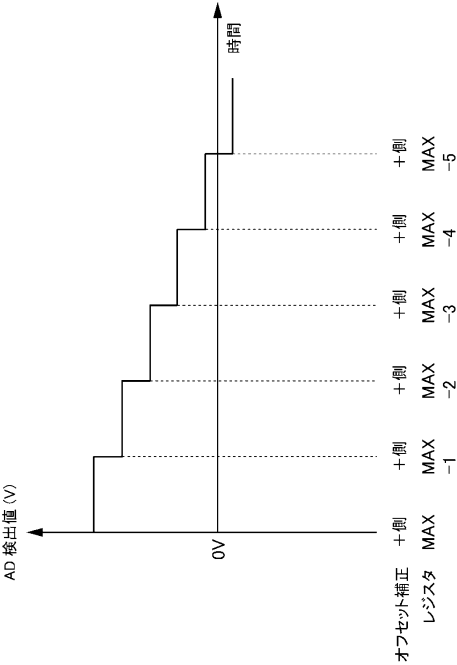
20

30

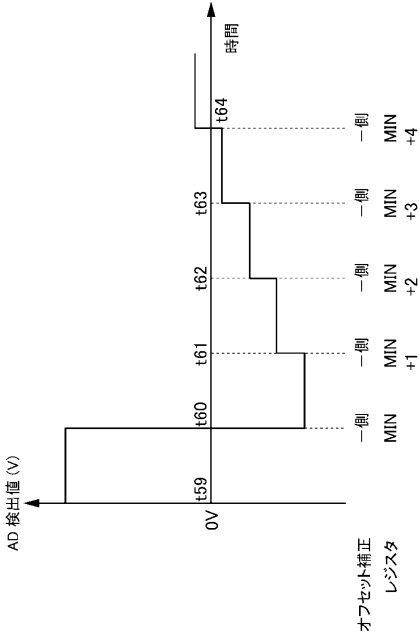
40

50

【図 5】



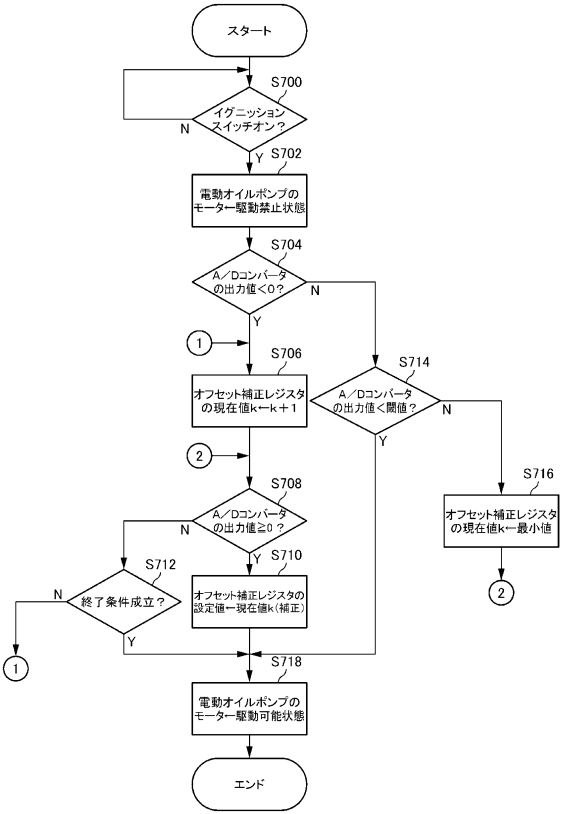
【図 6】



10

20

【図 7】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 0 7 1 7 2 9 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 0 0 9 4 2 3 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- H 0 2 P 2 3 / 1 4
H 0 2 M 7 / 4 8