

(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2009-258016
(P2009-258016A)

(43) 公開日 平成21年11月5日(2009.11.5)

(51) Int.Cl.
GO1K 7/00 (2006.01)
B60L 3/00 (2006.01)

F I
GO1K 7/00 321Z
B60L 3/00 ZHVJ

テーマコード (参考)
5H115

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-109354 (P2008-109354)	(71) 出願人	000003078
(22) 出願日	平成20年4月18日 (2008. 4. 18)		株式会社東芝
			東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(74) 代理人	100058479
			弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 温度検出回路

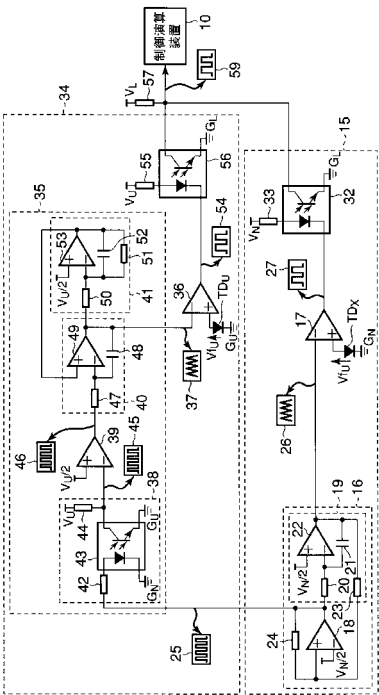
(57) 【要約】

【課題】 わずかな部品の追加によりコストの増大を最小限に抑え、絶縁と高応答性を満足する温度検出回路を提供する。

【解決手段】 温度検出回路15は、第1温度センサTD_Xの温度に対応する第1 PWM信号を、第1温度センサTD_Xとは絶縁された信号としてフォトインタラプタ32から出力する。温度検出回路部34は、第2温度センサTD_Uの温度に対応する第2 PWM信号を、第2温度センサTD_Uとは絶縁された信号としてフォトインタラプタ56から出力する。制御演算装置10はフォトインタラプタ32、56から出力されるPWM信号に基づいて、前記第1及び第2温度センサTD_U、TD_Xにより検出される温度のうち、高い方の温度を演算する。

【選択図】 図2

図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 温度センサを有する第 1 温度検出回路部と、第 2 温度センサを有し前記第 1 温度検出回路部とは絶縁された第 2 温度検出回路部とを含む温度検出回路であって、

前記第 1 温度検出回路部は、

第 1 方形波を出力する第 1 比較回路と、

前記第 1 方形波を積分して第 1 三角波を出力する第 1 積分回路と、

前記第 1 三角波と前記第 1 温度センサから得られる温度値を比較して第 1 PWM 信号を出力する第 2 比較回路と、

前記第 1 PWM 信号を絶縁し、該第 1 PWM 信号に対応する第 2 PWM 信号を出力する第 1 絶縁回路と、を備え、

前記第 2 温度検出回路部は、

前記第 1 方形波を絶縁し、該第 1 方形波に対応する第 2 方形波を出力する第 2 絶縁回路と、

前記第 2 方形波を積分して第 2 三角波を出力する第 2 積分回路と、

前記第 2 温度センサから得られる温度値と前記第 2 三角波を比較して第 3 PWM 信号を出力する第 2 比較回路と、

前記第 3 PWM 信号を絶縁し、該第 3 PWM 信号に対応する第 4 PWM 信号を出力する第 3 絶縁回路と、を備え、

前記温度検出回路は、前記第 1 及び第 3 絶縁回路ら出力される前記第 2 及び第 4 PWM 信号に基づいて、前記第 1 及び第 2 温度センサにより検出される温度のうち、高い方の温度を演算する演算手段を備えたことを特徴とする温度検出回路。

【請求項 2】

前記第 2 積分回路は演算増幅器を含み、

前記第 2 絶縁回路から出力される前記第 2 方形波の Low 状態の電位を回路基準電位にシフトさせ、第 3 方形波を出力するシフト手段と、

前記シフト手段の出力と前記演算増幅器の反転入力端子の間に接続する抵抗と、

前記演算増幅器の反転入力端子と出力端子間に接続されるコンデンサと、

前記第 2 三角波または前記第 3 方形波を平滑化するフィルタ回路と、を備え、

前記フィルタ回路の出力は前記演算増幅器の非反転入力端子に接続されることを特徴とする請求項 1 記載の温度検出回路。

【請求項 3】

前記第 1 及び第 3 絶縁回路をオープンコレクタまたはオープンドレイン型のトランジスタ出力フォトカプラからなる構成とし、該フォトカプラの出力を互いに接続し、前記演算手段は該接続点から得られる PWM 信号に基づいて温度を演算することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の温度検出回路。

【請求項 4】

前記演算手段は、前記第 1 及び第 3 絶縁回路が出力する PWM 信号のうち、高い温度を示す PWM 信号を入力する手段と、前記第 1 及び第 2 温度センサのうち、高い温度を検出している温度センサを判定する手段と、前記高い温度を検出している温度センサの PWM 信号デューティ比と温度との関係から前記高い温度を検出しているセンサの温度を演算する手段を備えることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の温度検出回路。

【請求項 5】

前記第 3 方形波を平滑化して直流電圧信号を得る手段と、前記直流電圧信号を前記反転フィルタ回路及び前記シフト手段の基準電圧とする手段を備えることを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の温度検出回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は温度検出回路に関し、特にインバータ装置を構成するスイッチング素子の温度

10

20

30

40

50

検出に関する。

【背景技術】

【0002】

電動機は、エンジンと組み合わせたハイブリッド自動車または電気自動車等の動力源として用いられる。電動機を駆動する際、所定のトルク、周波数を得るのにインバータが用いられる。インバータは自動車内に組み込まれ、搭乗スペースの確保のために小型化及び高パワー化が望まれている。

【0003】

自動車の走行環境によってインバータの運転温度が大きく変動し、特にエンジンルームにインバータを搭載したハイブリッド自動車においては、エンジンの発熱の影響でインバータは高温になる。インバータ内のスイッチング素子（以下SW素子）は、このような周囲温度に加えて、SW素子自身に電流が流れることによる定常損失、オン・オフによるスイッチング損失の影響で温度が上昇し、ある温度を超えると破壊に至る恐れがある。

10

【0004】

SW素子の破壊を回避するために、SW素子の温度を検出し、得た情報を基にインバータを冷却するか、またはSW素子やインバータの温度を測定してトルクやスイッチング周波数を制限する方法が提案されている。ダイオードなどのPN接合半導体素子は温度変化に対して電圧が線形に変化する。温度検出センサとしてダイオードをSW素子近傍に設置し、電圧を観測すると、高精度、高応答性の温度情報を得られる。高精度な温度情報が得られればSW素子の破壊温度近くまでトルクを出力でき、インバータの高密度化が期待できる。

20

【0005】

特許文献1では、ある温度を超えたらトルク制限を開始し、上昇温度と温度変化率に比例したトルク制限をかけている。この手法でSW素子の発熱を抑え、破壊を回避することができる。

【特許文献1】特開平10-210790号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

インバータはマイクロコントローラ（以下マイコン）などの演算装置によって制御されるものが多い。上記文献のようにトルク制御を行う場合、温度センサから出力される信号をマイコンに入力する必要がある。インバータは複数のSW素子で構成されるため、全てのSW素子温度を検出するには温度センサがSW素子の数だけ必要となる。これら複数の温度情報をマイコンに入力する必要があるが、インバータ運転に欠かせない電流センサ、電圧センサ、角度センサなどからの信号が既に入力され、マイコンの入力ポートに空きがない場合がある。

30

【0007】

入力ポートの多いマイコンを使用すればこの問題を回避できるが、コストの増大につながる。そこで、最も温度が高いSW素子の温度情報のみを伝達する方法が考えられる。

【0008】

温度情報に高精度、高応答性を求める場合、センサをSW素子近傍に設置するため、センサはSW素子とほぼ同電位となり、マイコンとの間を絶縁する必要がある。センサからマイコンに温度情報を伝達する温度検出回路も絶縁を必要とするため、温度検出回路の段階で最も温度が高い温度情報を抽出することは困難である。

40

【0009】

本発明は、わずかな部品の追加によりコストの増大を最小限に抑え、絶縁と高応答性を満足する温度検出回路を提案し、上記に挙げた課題を解決するものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明に係る温度検出回路は、第1温度センサを有する第1温度検出回路部と、第2温

50

度センサを有し第1温度検出回路部とは絶縁された第2温度検出回路部とを含む。前記第1温度検出回路部は、第1方形波を出力する第1比較回路と、前記第1方形波を積分して第1三角波を出力する第1積分回路と、前記第1三角波と前記第1温度センサから得られる温度値を比較して第1PWM信号を出力する第2比較回路と、前記第1PWM信号を絶縁し、該第1PWM信号に対応する第2PWM信号を出力する第1絶縁回路とを備える。前記第2温度検出回路部は、前記第1方形波を絶縁し、該第1方形波に対応する第2方形波を出力する第2絶縁回路と、前記第2方形波を積分して第2三角波を出力する第2積分回路と、前記第2温度センサから得られる温度値と前記第2三角波を比較して第3PWM信号を出力する第2比較回路と、前記第3PWM信号を絶縁し、該第3PWM信号に対応する第4PWM信号を出力する第3絶縁回路とを備える。演算装置は、前記第1及び第3絶縁回路ら出力される前記第2及び第4PWM信号に基づいて、前記第1及び第2温度センサにより検出される温度のうち、高い方の温度を演算する。

10

【発明の効果】

【0011】

わずかな部品の追加によりコストの増大を最小限に抑え、絶縁と高応答性を満足する温度検出回路が提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明に係る温度検出回路について、図面を参照して説明する。尚、同一の構成要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

20

【0013】

（全体構成）

図1は本発明による温度検出回路を電気車用のインバータ装置に適用したときの構成を示す。本発明による温度検出回路は、インバータ装置のみならず、複数の互いに絶縁が必要な温度センサからPWM信号を用いて温度情報を得る用途に適用できる。

【0014】

このインバータ装置は、アクセル装置1からトルク指令値3を入力し、トルク指令値3に応じて直流電源4の出力電圧を所望周波数及び大きさの交流電圧に変換し、電動機5を駆動して車輪6の回転を制御する。インバータ2は電動機5と3本の電線で接続され、三相交流電力により電動機5を駆動する。

30

【0015】

インバータ2は、直流電圧を平滑化するコンデンサ7が入力段に接続され、SW素子によりU相、V相、W相のブリッジ回路が構成されている。U相のブリッジ回路は、SW素子 S_U とスイッチング素子 S_X の接続点が電線によって電動機5に接続されている。この電線には電流を測定する電流センサ8を設置し、得られた電流値9を制御演算装置10に入力する。スイッチング素子 S_U とスイッチング素子 S_X には還流ダイオード FD_U と FD_X がそれぞれ逆並列に接続されている。

【0016】

SW素子 S_V と S_Y 、還流ダイオード FD_V と FD_Y で構成されるV相のブリッジ回路、SW素子 S_W と S_Z 、還流ダイオード FD_W と FD_Z で構成されるW相のブリッジ回路も同様に構成されている。

40

【0017】

SW素子 $S_U \sim S_Z$ の近傍に温度センサ $TD_U \sim TD_Z$ がそれぞれ設けられる。本実施例では温度センサ $TD_U \sim TD_Z$ をダイオードとする。この温度センサとしてのダイオード11は、スイッチング素子及び還流ダイオードと共に同一半導体チップ上に近接して形成されている。従って、ダイオード11はスイッチング素子の温度を正確に検出することができる。ダイオードは定電流の条件では、温度が上昇すると順方向電圧が小さくなる特性を有している。ダイオードに一定の電流を供給し、順方向電圧を測定することによって、SW素子の温度が得られる。温度センサ $TD_U \sim TD_Z$ はダイオード以外の素子でもよいが、応答性が高く、高精度のものが望ましい。温度センサ $TD_U \sim TD_Z$ が出力した電

50

圧 $V_{f_U} \sim V_{f_Z}$ は、温度検出回路 11 を通して制御演算装置 10 に入力される。

【0018】

制御演算装置 10 は、アクセル装置 1 から入力されるトルク指令値 3 と、電流センサ 8 からフィードバックされる電流値 9 に基づいて、所望のトルクが得られるようなゲート信号 12 をゲート駆動回路 13 に出力する。また制御演算装置 10 は、温度検出回路から入力される信号 14 から各 SW 素子温度を演算し、温度の上昇により SW 素子が破壊する恐れがあれば、各種の保護手段を講じる。

【0019】

ゲート駆動回路 13 は SW 素子 $S_U \sim S_Z$ が有するゲートの全てに接続され、制御演算装置 10 から入力されたゲート信号 12 に応じてゲート電圧 $V_{g_U} \sim V_{g_Z}$ の切り替えを行う。以上がインバータ装置全体の構成である。

10

【0020】

〔実施例 1〕

図 2 は SW 素子 S_U 、 S_X の温度を測定する温度検出回路の構成を示す図である。温度センサ T_{D_U} と T_{D_X} は SW 素子 S_U 、 S_X に近接して設置されるので、SW 素子のオン・オフの状態によって、SW 素子と同様に数 100 V 以上の電圧が印加される。このような高電圧となっても破壊しないように、温度センサを含めた温度検出回路同士に絶縁をとる必要がある。

【0021】

まずは SW 素子 S_X の温度検出回路 15 の詳細を説明する。温度検出回路 15 は電源電圧 V_N 、基準電位 G_N で動作し、三角波発生回路 16、コンパレータ 17 を含む。

20

【0022】

三角波発生回路 16 はコンパレータ 18 と積分回路 19 を含む。積分回路 19 は抵抗 20、コンデンサ 21、OP アンプ 22 を使用して構成される。三角波発生の動作を説明する。まず、コンパレータ 18 の出力端子が Low (以下 L) の状態とする。抵抗 20 を通してコンデンサ 21 が放電し、OP アンプ 22 の出力端子電位が徐々に上がっていく。コンパレータ 18 の非反転入力端子電位は、OP アンプ 22 の出力とコンパレータ 18 の出力を抵抗 23 と抵抗 24 で分圧した電位である。コンパレータ 18 の出力端子は初期状態の L で固定されており、OP アンプ 22 の出力電圧が上がっていくので、コンパレータ 18 の非反転入力端子の電位も上がる。さらに、コンパレータ 18 の反転入力端子の電位 (電源電圧 V_N の 2 分の 1) を超えると、出力端子が L から High (以下 H) に転じる。抵抗 20 を通してコンデンサ 21 が充電され、OP アンプ 22 の出力電圧は H から L に下がっていく。抵抗 23, 24 で分圧されたコンパレータ 18 の非反転入力端子の電位も下がり、反転入力端子の電位 $V_N / 2$ 以下となる。すると、再びコンパレータ 18 の出力端子は L に転じて初期の状態に戻り、以下同じ動作を繰り返す。その結果、コンパレータ 18 の出力端子からは方形波 25 が、OP アンプ 22 の出力端子からは三角波 26 がそれぞれ出力される。

30

【0023】

三角波 26 を出力する OP アンプ 22 の出力端子はコンパレータ 17 の反転入力端子に接続する。コンパレータ 17 の非反転入力端子には温度センサ T_{D_X} の順方向電圧 V_{f_X} が印加される。温度センサ T_{D_X} のアノードは、例えば抵抗を介してこの温度検出回路 15 の電源 V_N に接続される。 V_{f_X} が三角波の電圧より高いときはコンパレータ 17 の出力が H 状態、逆のときは L 状態となり、PWM 信号 27 が出力端子から生成される。

40

【0024】

本実施例においては、温度が上昇すると順方向電圧が低下するダイオードを温度センサに用いている。図 3 を参照すると、温度が上昇して順方向電圧が 28 から 29 に低下し、PWM 信号のオンパルス幅 (H レベル信号幅) が 30 から 31 のように短くなる。用途によってはコンパレータの非反転入力端子と反転入力端子の関係を逆にして、温度が上昇するとオンパルス幅が長くなるようにしてもよい。

【0025】

50

PWM信号27はオープンコレクタまたはオープンドレイン出力のフォトカプラ32と電流制限用の抵抗33を通じて、低圧側へ伝達される。PWM信号27はフォトカプラ32の入力ダイオードのカソードに入力する。PWM信号27をフォトカプラ入力のアノードに接続し、カソードを接地すれば、温度上昇によりオンパルス幅が長くなる。これも用途に応じて接続を変更してよい。

【0026】

次に、SW素子 S_U の温度検出回路34の構成及び動作を説明する。本回路34は三角波絶縁同期回路35、コンパレータ36を含み、温度検出回路15の電源 V_N 、基準電位 G_N と絶縁された電源 V_U 、基準電位 G_U で動作する。

【0027】

上述のように三角波絶縁同期回路35は、SW素子 S_X の温度検出回路15と絶縁され、三角波26と同期した三角波37を発生する。三角波絶縁同期回路35は絶縁回路38、コンパレータ39、積分回路40、反転フィルタ回路41で構成する。大まかな動作としては、三角波発生回路16で付随的に発生する方形波25を積分し、三角波26とほぼ同じ波形の三角波37を発生する。

【0028】

まず、三角波発生回路16で発生する方形波25を絶縁回路38に入力する。絶縁回路38は電流を制限する入力抵抗42、フォトカプラ43、プルアップ抵抗44で構成する。フォトカプラ43を通し、温度検出回路15とは絶縁された方形波45が出力される。方形波45はLのときにフォトカプラ43の出力オン抵抗により、基準電位 G_U よりわずかに高い電位になる。これにより、方形波45は方形波25と異なる波形になるので、絶縁同期三角波37は三角波26と同じ波形にならない。コンパレータ39をコンパレータ18と同じ性能とし、反転入力端子に方形波45を入力すれば、コンパレータ39から出力される方形波46のL電位は方形波25のL電位にシフトして、この問題を回避できる。

【0029】

コンパレータ39から出力した方形波46は積分回路40に入力する。この積分回路40は積分回路19と同様、抵抗47、コンデンサ48、OPアンプ49で構成される。また、積分回路19と時定数が同じになるように抵抗47、コンデンサ48を選択する。方形波46のH・Lの期間がちょうど半分ずつ（デューティ比50%）であれば、積分回路40は三角波を発生する。しかし、方形波46のH・Lの期間がちょうど半分であることはなく、わずかにずれている。その結果、積分回路40の出力は正または負のどちらかに飽和してしまい、三角波を出力することができない。

【0030】

そこで、積分回路40の出力をフィルタ回路41に入力し、その出力を積分回路40のOPアンプ49の非反転入力端子にフィードバックする。フィルタ回路41は抵抗50、51、コンデンサ52、OPアンプ53で構成する。時定数を三角波の周期より十分に大きくするように、抵抗50、コンデンサ52を選択する。

【0031】

以下に飽和を回避する回路動作を説明する。例えば積分回路40の出力電圧が上昇し、正の方向へ飽和しようとする、抵抗50を通してコンデンサ52が充電され、OPアンプ53の出力電圧が下がる。これと同電位のOPアンプ49の非反転入力端子の電位も下がるので、仮想短絡されている反転入力端子の電位も下がる。コンパレータ39から抵抗47を通じて積分回路40へ流れる電流が大きくなり、OPアンプ49の出力電圧は下がる。このように、積分回路40の出力は正・負の方向どちらにも飽和することなく、三角波37を発生できる。フィルタ回路41のゲインを抵抗51で大きくすれば、積分回路40の飽和に対してより早く修正をかけられる。図4のように、方形波46を抵抗79、コンデンサ80で構成したフィルタ回路81に入力し、フィルタ回路の出力をOPアンプ49の非反転入力端子に入力しても、同様の効果が得られる。

【0032】

三角波 37 と温度センサ $T D_U$ の電圧 $V f_u$ はコンパレータ 17 と同様、コンパレータ 36 により比較され、PWM 信号 54 が出力する。この時点で、PWM 信号 54 は PWM 信号 27 と同様、温度が上昇するとオンパルス幅が短くなる関係にある。

【0033】

PWM 信号 54 を電流制限用の抵抗 55 とフォトカプラ 56 を通じて低圧側に伝達する。フォトカプラ 56 のコレクタ出力をフォトカプラ 32 のコレクタ出力と接続し、抵抗 57 でプルアップする。このように接続することで、各 PWM 信号の関係は、図 5 のようになる。尚、低圧側は電源電圧 V_L 、基準電圧 G_L で動作する。

【0034】

ここで、SW 素子 S_U が S_X より温度が高い場合を例として、フォトカプラ 56、32 の出力信号動作を図 5 を参照して説明する。このとき、PWM 信号 54 は PWM 信号 27 よりパルス幅は短い。期間 58 のように PWM 信号 54 が L で PWM 信号 27 が H のときは、フォトカプラ 56 の出力トランジスタがオン、フォトカプラ 32 の出力トランジスタがオフになる。よって、フォトカプラの接続点は基準電位 G_L に定まり、PWM 信号 59 は L となる。期間 60 は PWM 信号 54、PWM 信号 27 共に H 状態である。このときは両方のフォトカプラの出力トランジスタがオフになるため、PWM 信号 59 は H になる。期間 61 の PWM 信号 54、PWM 信号 27 共に L のときは、フォトカプラの出力トランジスタは共にオンし、PWM 信号 59 は L になる。以上の動作の結果、PWM 信号 59 は PWM 信号 54 と同じ波形になり、温度が高い方の SW 素子の PWM 信号を伝達する。本実施例では温度検出回路が 2 つのときの例を示しているが、後述するように 3 つ以上のときも同じ構成を実施すれば、最も温度が高い SW 素子の PWM 信号のみを伝達できる。このように、複数の SW 素子の温度を検出する必要があっても、制御演算装置 10 の入力ポートは 1 つで足りる。

【0035】

図 6 のように、フォトカプラ 32、56 の出力をそれぞれ抵抗 62、63 でプルアップし、AND 回路 64 に入力しても、出力される PWM 信号 65 は PWM 信号 59 と同じになる。このときはロジック IC が必要となるため、部品点数は増える。

【0036】

最後に、PWM 信号 59 または 65 を制御演算装置 10 に入力し、オンパルス幅とパルスの周期の比（以下デューティ比）を演算する。制御演算装置 10 には、SW 素子温度とデューティ比の関係をあらかじめ記憶しておき、この関係を利用して SW 素子温度が得られる。このとき、デューティ比ではなく、オンパルスまたはオフパルス幅のみを利用して SW 素子温度を得てもよい。

【0037】

ここで、インバータの全ての SW 素子について温度センサならびに温度検出回路を設ける場合の回路構成について説明する。図 1 のように全ての SW 素子について温度センサを設け、対応する温度検出回路をそれぞれ設置する場合は、図 2 の構成に加え、温度センサ $T D_V$ 、 $T D_W$ について温度検出回路 34 と同様な温度検出回路を構成し、各温度検出回路の入力端子に、三角波生成回路 16 で生成される方形波 25 を供給する。又、温度センサ $T D_Y$ 、 $T D_Z$ については、温度検出回路 15 の図中右側の回路つまりコンパレータ及びフォトインタラプタで構成される回路を設け、各コンパレータの反転入力端子には、三角波生成回路 16 で生成される三角波 26 をそれぞれ供給する。そして全ての温度検出回路のフォトインタラプタ出力端子を図 2 のように共通に接続してプルアップする。

【0038】

また、上記のように全ての SW 素子に温度センサ及び温度検出回路を設けた場合、インバータ 2 の SW 素子あるいは還流ダイオードに大電流が流れると、基準電位配線 N にも大電流が流れ、温度センサ $T D_X$ 、 $T D_Y$ 、 $T D_Z$ の基準電位 G_N に電位差が生じる。この結果、各コンパレータ 17 にて発生される PWM 波にも偏差が発生し、正確な温度の測定が困難となることがある。そのような場合は、図 2 の構成に加え、温度センサ $T D_V$ 、 $T D_W$ 、 $T D_Y$ 、 $T D_Z$ について温度検出回路 34 と同様な回路を設け、各温度検出回路の

入力端子に、三角波生成回路 16 で生成される方形波 25 を供給する。そして全ての温度検出回路のフォトインタラプタ出力端子を図 2 のように共通に接続してプルアップする。これにより、各温度検出回路で生成される PWM 波における偏差の発生が防止できる。

【0039】

〔実施例 2〕

実際には、温度センサや検出回路のばらつきにより、SW 素子の温度検出精度が低下する。本実施例では、インバータ 2 を運転する際の温度検出精度の向上方法を述べる。

【0040】

各温度センサ $T_{D_U} \sim T_{D_Z}$ と温度検出回路に精度等のばらつきがあると、SW 素子の「温度—デューティ比」の関係にもばらつきが生じる。入力された PWM 信号に、同一の「SW 素子温度—デューティ比」の関係を画一的に適用すると、SW 素子温度の検出精度が下がる。温度センサ $T_{D_U} \sim T_{D_Z}$ それぞれに合わせた SW 素子温度—デューティ比の関係を適用すればばらつきの問題は回避できるが、制御演算装置 10 に入力される最も温度の高い SW 素子の PWM 信号が、どの SW 素子のものを判定する必要がある。

【0041】

図 7 を用いて、最も温度の高い SW 素子の推定方法を説明する。電流センサ 8 によって、U、V、W 相の各電流値 I_U 、 I_V 、 I_W と向きがわかる。例えば、図 7 の点線 66 の時点では U 相の負の方向に最も大きな電流が流れている。この電流は、SW 素子 S_X に流れているので、この時点で $S_U \sim S_Z$ の SW 素子のうち S_X が最も温度が高いと推定される。制御演算装置 10 は、入力される PWM 信号は温度センサ T_{D_X} のものと判定し、温度センサ T_{D_X} の温度—デューティ比の関係を利用して、SW 素子温度を演算する。つまり制御演算装置 10 は、電流センサ 8 から得られる各電流値 I_U 、 I_V 、 I_W から、最も大きな電流が流れている SW 素子を常に又は周期的に検出し、入力される PWM 信号は検出した SW 素子の温度に対応する信号であると判断し、該素子の温度—デューティ比の関係を利用して該素子の温度を演算する。このように、最も温度の高い SW 素子が推定できれば、温度センサや検出回路の精度等にもばらつきがあっても、SW 素子温度を精度よく求めることができる。

【0042】

〔実施例 3〕

図 8 は複数の温度検出回路で発生される三角波を同期させず、最も温度が高い SW 素子の PWM 信号を制御演算装置 10 へ入力する実施例である。本実施例においても、SW 素子 S_U 、 S_X の温度を測定する場合を例に挙げる。

【0043】

実施例 1 で説明した温度検出回路 15 と同一構成の回路 67、68 を、温度センサ T_{D_U} 、 T_{D_X} それぞれに設置する。高圧側とは絶縁された PWM 信号 69、70 をデータセクタ 71 に入力する。PWM 信号 69 は抵抗 72 とコンデンサ 73 で構成した RC フィルタを通し、コンパレータ 74 の反転入力端子に入力する。PWM 信号 70 も同様に、抵抗 75 とコンデンサ 76 のフィルタを通過し、コンパレータ 74 の非反転入力端子に入力する。フィルタ回路の時定数は、PWM 信号 69、70 を十分に平滑化できるように設定する。コンパレータ 74 の出力端子はデータセクタ 71 の選択端子に接続する。

【0044】

例えば SW 素子 S_U が S_X より温度が高い場合、オンデューティ比は PWM 信号 69 が PWM 信号 70 より小さくなる。それぞれのフィルタ回路を通過すると、電圧信号 77 は電圧信号 78 より低くなる。コンパレータ 74 の出力は H になり、データセクタ 71 は PWM 信号 69 を通過させる。結果、温度が高い SW 素子 S_U の PWM 信号 69 を制御演算装置 10 に伝達することになる。逆に SW 素子 S_X が S_U より温度が高い場合、データセクタ 71 は PWM 信号 70 を通過させる。信号の選択する感度を調整するために、コンパレータ 74 にヒステリシスを持たせてもよい。

【0045】

このように、コンパレータとデータセクタを使用し、温度が高い SW 素子の PWM 信

10

20

30

40

50

号が伝えられる。温度センサが3つ以上の場合でも、同様の構成で最も温度が高いSW素子のPWM信号のみを通過させることができる。図9は温度センサ及び温度検出回路をそれぞれ3つ以上設け、PWM信号を非同期で発生させ、最も温度が高いSW素子のPWM信号について、温度を測定する構成を示す。

【0046】

ただし、図9のような構成を採用する場合、フィルタ回路によって信号選択の時定数が長くなるので、制御演算装置10に伝達されるPWM信号が、最も温度が高い温度センサのものであるかは実施例1に比べると正確でない。よって、フィルタ回路の時定数は、十分にPWM信号を平滑化できる値のなかで、できるだけ短く設定する。また、実施例2のように各電流の大きさ及び方向から最も温度が高い温度センサを推定する手法を併用し、かつフィルタ回路の時定数を考慮することによって、最も温度が高い温度センサをより正確に推定し、該素子の温度を演算することができる。

【0047】

[実施例4]

本実施例では温度検出回路の精度向上の方策を述べる。図2の温度検出回路において、三角波発生回路16で使用する中間電圧 $V_N/2$ と、絶縁側のコンパレータ39で使用する中間電圧 $V_U/2$ は、電源電圧や分圧抵抗の精度によってばらつきが生じる。その結果、温度検出信号として得られるPWM信号27とPWM信号54の温度デューティ比の関係がそれぞれ異なってしまう、温度検出精度が低下する。

【0048】

図2の温度検出回路を図10のように改良すると、温度検出精度が向上する。図2に比べて変更した点は、方形波46を直流電圧79に平滑化するフィルタ回路80を追加し、出力された直流電圧79をコンパレータ39とOPアンプ53の非反転入力端子に入力する点である。本実施例においてフィルタ回路80は抵抗81とコンデンサ82で構成されているが、直流電圧に平滑化されればどのような構成でもよい。

【0049】

方形波46は方形波25と同じ波形であり、方形波25の平均電圧は中間電圧 $V_N/2$ と等しい。つまり、方形波46の平均電圧は中間電圧 $V_N/2$ と等しいので、方形波46を平滑化した直流電圧79は中間電圧 $V_N/2$ と同じ電位になる。つまり、三角波発生回路16で使用する中間電圧 $V_N/2$ のみ精度の高い分圧用抵抗を使用して、絶縁側回路34では精度の高い分圧用抵抗を使用せずにデューティ比が正確に50%の方形波46を発生できる。こうして得られた直流電圧79をOPアンプ53の非反転入力端子に入力すれば、温度デューティ比の関係のばらつきが抑えられ、温度検出精度が向上する。さらに、直流電圧79をコンパレータ39の非反転入力端子に入力すれば、分圧抵抗で中間電圧を作る必要がなくなるので、コストの低減につながる。

【0050】

以上の説明はこの発明の実施の形態であって、この発明の装置及び方法を限定するものではなく、様々な変形例を容易に実施することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】本発明の実施形態に係るインバータ回路と制御ブロックを示す図。

【図2】本発明の実施例1に係る温度検出回路を示す図。

【図3】本発明の実施例1に係る温度センサの電圧と三角波とPWM信号の時系列変化を示す図。

【図4】本発明の実施例1に係る温度検出回路を示す図。

【図5】本発明の実施例1に係るPWM信号の時系列変化を示す図。

【図6】本発明の実施例1に係る論理回路を用いた温度検出回路を示す図。

【図7】本発明の実施例2に係る電流センサから得られる電流波形を示す図。

【図8】本発明の実施例3に係る温度検出回路を示す図。

【図9】温度センサを3つ以上設け、非同期のPWM信号から最も温度が高いSW素子の

10

20

30

40

50

温度を測定する構成を示す。

【図 10】本発明の実施例 4 に係る温度検出回路を示す図。

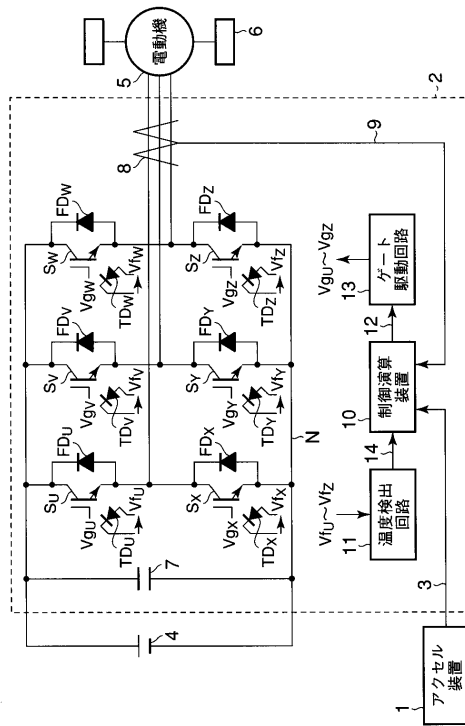
【符号の説明】

【0052】

1…アクセル装置、2…インバータ、3…トルク指令値、4…直流電源、5…電動機、
 6…車輪、7…コンデンサ、8…電流センサ、9…電流値、10…制御演算装置、11…
 $T D_U \sim T D_Z$ 温度検出回路、12…ゲート信号、13…ゲート駆動回路、14… $T D_U$
 $\sim T D_Z$ 温度センサ信号、15… $T D_X$ 温度検出回路、16…三角波発生回路、17…P
 WM信号生成コンパレータ、18…三角波発生回路16コンパレータ、19…積分回路、
 20…積分回路19抵抗、21…積分回路19コンデンサ、22…積分回路19OPアン
 プ、23…三角波発生回路16分圧抵抗、24…三角波発生回路16分圧抵抗、25…三
 角波発生回路16方形波、26…三角波発生回路16三角波、27…温度検出回路15P
 WM信号、28…温度上昇前電圧信号 V_f 、29…温度上昇後温度センサTD電圧信号 V_f 、
 30…温度上昇前PWM信号、31…温度上昇後温度センサTD電圧信号 V_f 、32
 …温度検出回路15フォトカプラ、33…温度検出回路15電流制限抵抗、34… $T D_U$
 温度検出回路、35…三角波同期絶縁回路、36…温度検出回路34コンパレータ、37
 …温度検出回路34三角波、38…温度検出回路34絶縁回路、39…三角波同期絶縁回
 路35コンパレータ、40…三角波同期絶縁回路35積分回路、41…角波同期絶縁回路
 35フィルタ回路、42…絶縁回路38電流制限抵抗、43…絶縁回路38フォトカプラ
 、44…絶縁回路38プルアップ抵抗、45…絶縁回路38出力方形波、46…コンパレ
 ータ39出力方形波、47…積分回路40抵抗、48…積分回路40コンデンサ、49…
 積分回路40OPアンプ、50…フィルタ回路41入力抵抗、51…フィルタ回路41ゲ
 イン抵抗、52…フィルタ回路41コンデンサ、53…フィルタ回路41OPアンプ、5
 4…温度検出回路34PWM信号、55…温度検出回路34電流制限抵抗、56…温度検
 出回路34フォトカプラ、57…低圧側プルアップ抵抗、58…PWM信号54L、PW
 M信号34H期間、59…低圧側PWM信号、60…PWM信号54H、PWM信号34
 H期間、61…PWM信号54L、PWM信号34L期間、62…温度検出回路15低圧
 側プルアップ抵抗、63…温度検出回路34低圧側プルアップ抵抗、64…低圧側AND
 回路、65…AND回路出力PWM信号、66…電流センサ8測定時刻、67… $T D_U$ 温
 度検出回路、68… $T D_X$ 温度検出回路、69…温度検出回路67出力PWM信号、70
 …温度検出回路68出力PWM信号、71…データセクタ、72…PWM信号69フィ
 ルタ回路抵抗、73…PWM信号69フィルタ回路コンデンサ、74…データセクタ用
 コンパレータ、75…PWM信号70フィルタ回路抵抗、76…PWM信号70フィルタ
 回路コンデンサ、77…PWM信号69フィルタ通過後電圧信号、78…PWM信号70
 フィルタ通過後電圧信号

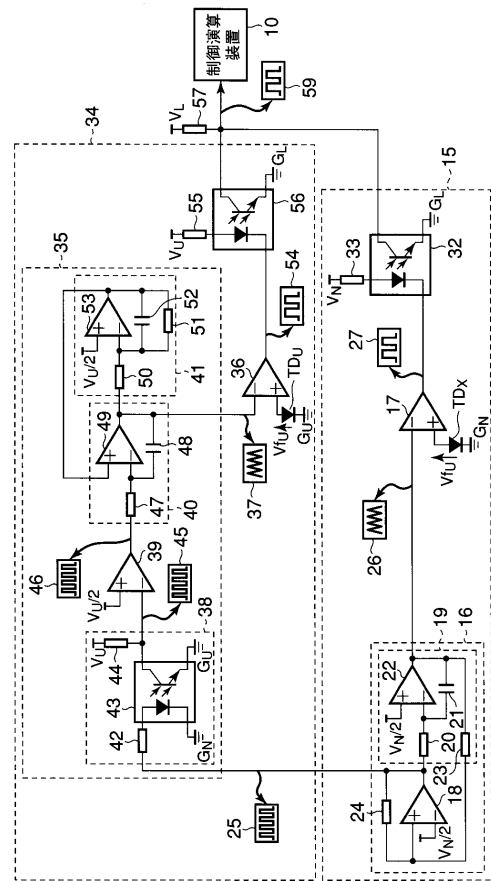
【図 1】

図 1



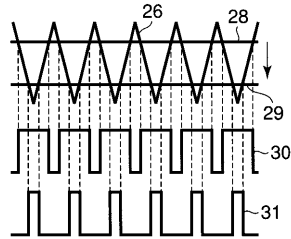
【図 2】

図 2



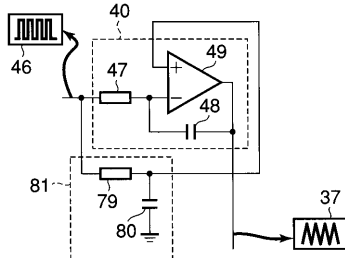
【図 3】

図 3



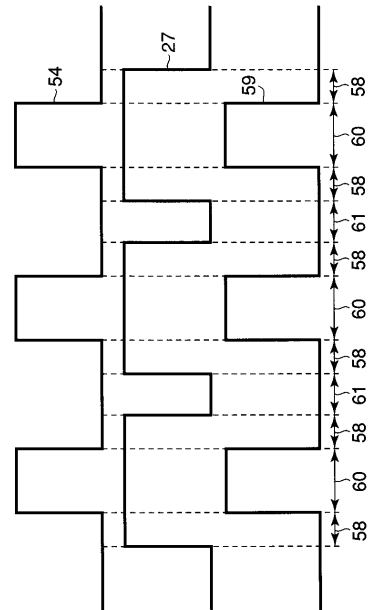
【図 4】

図 4



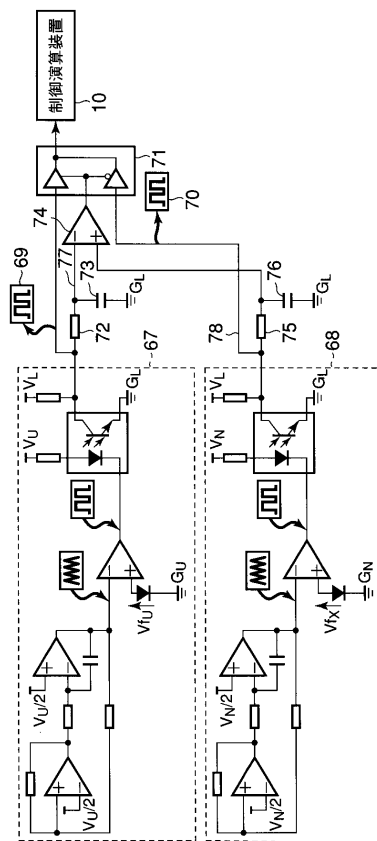
【図 5】

図 5



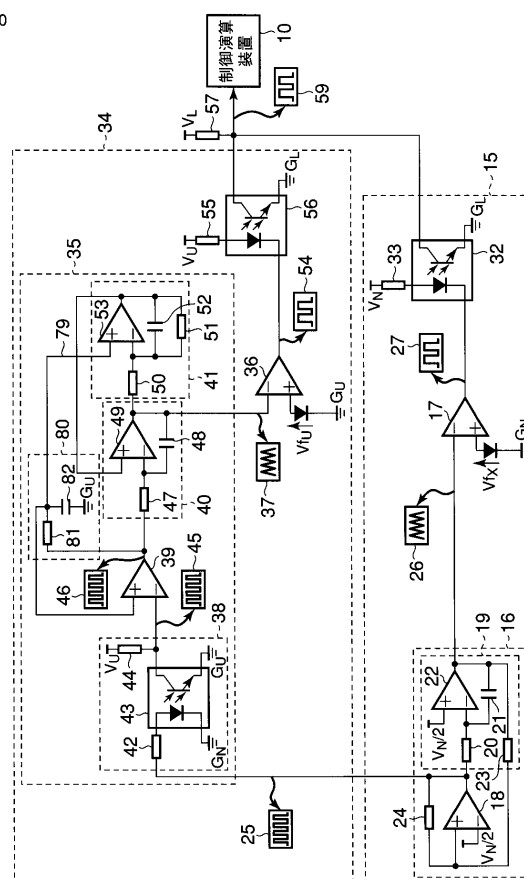
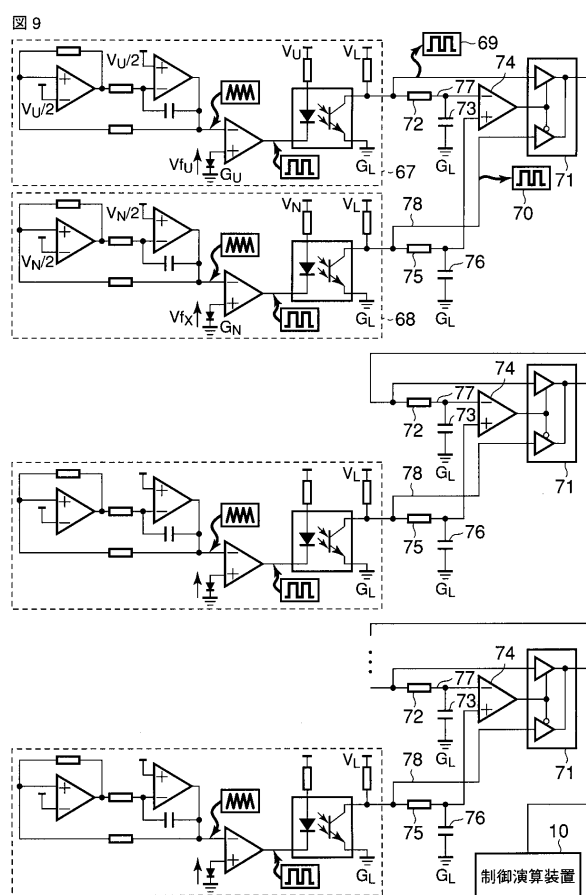
【図 8】

☒ 8



【 図 1 0 】

☒ 10



フロントページの続き

- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘
- (74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
- (74)代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也
- (74)代理人 100070437
弁理士 河井 将次
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三
- (74)代理人 100141933
弁理士 山下 元
- (72)発明者 長谷川 隆太
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 森川 竜一
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 田多 伸光
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 平田 雅己
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

Fターム(参考) 5H115 PA08 PC06 PG04 PI16 PI29 P006 P007 P017 PU08 PU21
PV09 PV23 QI04 QN03 T005 TR01 TU12