

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4670413号
(P4670413)

(45) 発行日 平成23年4月13日(2011.4.13)

(24) 登録日 平成23年1月28日(2011.1.28)

(51) Int.Cl.		F I			
HO2M 7/48	(2007.01)	HO2M 7/48		M	
HO2P 27/06	(2006.01)	HO2P 7/63	3O3V		
GO1R 19/165	(2006.01)	GO1R 19/165		A	

請求項の数 17 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2005-79831 (P2005-79831)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成17年3月18日(2005.3.18)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2006-50886 (P2006-50886A)	(74) 代理人	100064746 弁理士 深見 久郎
(43) 公開日	平成18年2月16日(2006.2.16)	(74) 代理人	100085132 弁理士 森田 俊雄
審査請求日	平成19年7月27日(2007.7.27)	(74) 代理人	100112852 弁理士 武藤 正
(31) 優先権主張番号	特願2004-200714 (P2004-200714)	(72) 発明者	落合 清恵 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(32) 優先日	平成16年7月7日(2004.7.7)	(72) 発明者	矢口 英明 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電源装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電源と、
前記電源から電力の供給を受けて負荷回路を駆動する駆動回路と、
前記駆動回路に流れる駆動電流の異常を検出する異常電流検出回路とを備え、
前記負荷回路は、交流モータを含み、
前記異常電流検出回路は、
第1の演算周期で前記駆動電流をサンプリングし、前記第1の演算周期よりも長い第2の演算周期ごとに前記駆動電流の最大値を検出する電流検出手段と、
前記交流モータの制御モードを判定するモード判定手段と、
所定のしきい値を前記モード判定手段により判定された制御モードに好適なしきい値に調整し、前記第2の演算周期ごとに前記駆動電流の最大値が前記所定のしきい値を越えたか否かを判定し、連続するn(nは3以上の自然数)個の前記第2の演算周期の各々において、前記駆動電流の最大値が前記所定のしきい値を越えたことを検出して前記駆動電流の異常を判定する異常判定手段とを含む、電源装置。

【請求項2】

電源と、
前記電源から電力の供給を受けて負荷回路を駆動する駆動回路と、
前記駆動回路に流れる駆動電流の異常を検出する異常電流検出回路とを備え、
前記負荷回路は、交流モータを含み、

前記異常電流検出回路は、
第1の演算周期で前記駆動電流をサンプリングし、前記第1の演算周期よりも長い第2の演算周期ごとに前記駆動電流の最大値を検出する電流検出手段と、

前記交流モータの回転角度に基づいて、前記交流モータのモータ回転数を検出する回転数検出手段と、

前記第2の演算周期ごとに前記駆動電流の最大値が所定のしきい値を越えたか否か、および前記モータ回転数が所定の回転数以下であるか否かを判定し、連続する n (n は3以上の自然数)個の前記第2の演算周期の各々において、前記駆動電流の最大値が前記所定のしきい値を越えたこと、かつ前記モータ回転数が前記所定の回転数以下となることを検出して前記駆動電流の異常を判定する異常判定手段とを含む、電源装置。

10

【請求項3】

電源と、

前記電源から電力の供給を受けて負荷回路を駆動する駆動回路と、

前記駆動回路に流れる駆動電流の異常を検出する異常電流検出回路とを備え、

前記異常電流検出回路は、

所定のしきい値をトリガーとして第1の演算周期で前記駆動電流のサンプリングを開始し、前記第1の演算周期よりも長い第2の演算周期ごとに前記駆動電流の最大値を検出する電流検出手段と、

前記第2の演算周期ごとに前記駆動電流の最大値が前記所定のしきい値を越えたか否かを判定し、連続する n (n は3以上の自然数)個の前記第2の演算周期の各々において、前記駆動電流の最大値が前記所定のしきい値を越えたことを検出して前記駆動電流の異常を判定する異常判定手段とを含む、電源装置。

20

【請求項4】

前記負荷回路は、交流モータを含み、

前記異常電流検出回路は、前記交流モータの制御モードを判定するモード判定手段をさらに含み、

前記異常判定手段は、前記所定のしきい値を前記モード判定手段により判定された制御モードに好適なしきい値に調整する、請求項3に記載の電源装置

【請求項5】

前記モード判定手段は、キャリア周波数が異なる制御モードを判定する、請求項1または請求項4に記載の電源装置。

30

【請求項6】

前記異常判定手段は、前記判定された制御モードのキャリア周波数に応じて前記しきい値を調整する、請求項5に記載の電源装置。

【請求項7】

前記負荷回路は、交流モータを含み、

前記交流モータの回転角度に基づいて、前記交流モータのモータ回転数を検出する回転数検出手段をさらに備え、

前記異常判定手段は、前記第2の演算周期ごとに、前記駆動電流の最大値が所定のしきい値を越えたか否か、および前記モータ回転数が所定の回転数以下であるか否かを判定し、連続する n (n は3以上の自然数)個の前記第2の演算周期の各々において、前記駆動電流の最大値が前記所定のしきい値を越えたこと、かつ前記モータ回転数が前記所定の回転数以下となることを検出して前記駆動電流の異常を判定する、請求項3に記載の電源装置。

40

【請求項8】

前記所定の回転数は、前記電源装置の正常動作時において、前記回転数検出手段にて検出されるモータ回転数よりも低く設定される、請求項2または請求項7に記載の電源装置。

【請求項9】

開閉動作により前記電源と前記駆動回路とを電氣的に結合/分離する開閉器をさらに備

50

え、

前記異常電流検出回路は、前記駆動電流の異常を検出したときに前記電源と前記駆動回路とを電氣的に分離するように開閉動作を制御する、請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

【請求項 1 0】

前記所定のしきい値は、前記電源装置の正常動作時において、前記駆動回路に流れる前記駆動電流よりも高い電流レベルに設定される、請求項 1 から請求項 8 に記載の電源装置。

【請求項 1 1】

前記連続する n 個の第 2 の演算周期の総和に相当する期間は、前記駆動回路に前記所定のしきい値に相当する電流レベルの駆動電流が継続して流れたときに、前記駆動回路が破壊されるまでの期間よりも短く設定される、請求項 1 から請求項 8 に記載の電源装置。

10

【請求項 1 2】

前記 n は、3 とする、請求項 1 から請求項 8 に記載の電源装置。

【請求項 1 3】

前記異常判定手段は、計数手段を含み、

前記計数手段は、前記第 2 の演算周期ごとに、前記駆動電流の最大値が前記所定のしきい値を越えたと判定されると計数値をインクリメントし、前記駆動電流の最大値が前記所定のしきい値を越えないと判定されると前記計数値を初期化し、

前記異常判定手段は、前記計数値が前記 n に等しい計数値に達したことを検出して前記駆動電流の異常を判定する、請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

20

【請求項 1 4】

前記異常判定手段は、前記所定のしきい値に応じて前記 n を調整する、請求項 1 3 に記載の電源装置。

【請求項 1 5】

前記異常判定手段は、前記所定のしきい値が相対的に高くなるに従って前記 n を相対的に小さい数値に調整する、請求項 1 4 に記載の電源装置。

【請求項 1 6】

前記異常電流検出回路は、前記駆動回路の回路素子の温度を検出する温度検出手段をさらに含み、

30

前記異常判定手段は、前記検出された回路素子の温度に応じて前記 n を調整する、請求項 1 3 に記載の電源装置。

【請求項 1 7】

前記異常判定手段は、前記検出された回路素子の温度が相対的に高くなるに従って前記 n を相対的に小さい数値に調整する、請求項 1 6 に記載の電源装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電源装置に関し、特に、電源装置に搭載された駆動回路に流れる電流の異常を検出する機能を備えた電源装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

最近、環境に配慮した自動車として、ハイブリッド自動車 (Hybrid Vehicle) および電気自動車 (Electric Vehicle) が注目されている。ハイブリッド自動車は、従来のエンジンに加え、直流電源とインバータとインバータによって駆動されるモータとを動力源とする自動車である。つまり、エンジンを駆動することにより動力源を得るとともに、直流電源からの直流電圧をインバータによって交流電圧に変換し、その変換した交流電圧によりモータを回転することによって動力源を得るものである。

【0003】

また、電気自動車は、直流電源とインバータとインバータによって駆動されるモータと

50

を動力源とする自動車である。

【0004】

ここで、ハイブリッド自動車および電気自動車に搭載される直流電源としては、高出力を得るために高電圧のものが一般に用いられる。高電圧の直流電源を用いた場合、過負荷時において、過熱による電動機の焼き付きや焼損などが生じる危険がある。また、漏電時には感電の危険がある。このため、これらの危険を回避できるような安全装置が求められる(たとえば特許文献1参照)。

【0005】

図13は、特許文献1に記載される電気自動車用安全装置の構成を示すブロック図である。

10

【0006】

図13を参照して、電気自動車用安全装置200は、直流電源110から負荷回路130への給電路Lに開閉器150を設け、保護回路140からドライブ回路151に入力される外部信号に応じて開閉器150を開閉動作するように構成される。

【0007】

より具体的には、保護回路140において、給電路Lを通過する電流が電流検出器141により検出される。電流検出器141の出力は、電流検出回路142で増幅されて制御回路143に入力される。制御回路143は、検出された電流値が負荷回路130の定格電流を越えた時点から所定の動作時間が経過した後に検出電流値が定格電流以下になっていなければ、出力リレー回路144を駆動し、ドライブ回路151を介して開閉器150

20

【0008】

なお、このときの動作時間は、電流検出器141での検出電流値が定格電流を越えた時点から時限され、この時間が経過した後にも定格電流以下になっていないときに開閉器150を遮断するように設定される時間である。また、動作時間は、たとえば電流値が大きくなるほど反比例的に短くなるように、通過電流の大きさに応じて設定される。さらに、動作時間の時限中に検出電流が定格電流以下になれば開閉器150の遮断は行なわず、次に定格電流を越えた時点から改めて時限動作が行なわれる。

【特許文献1】特開平7-123504号公報

【特許文献2】特開2004-215316号公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

図13に示す電気自動車用安全装置においては、通過電流が定格電流以上になったことが検出されると、検出時点から所定の動作時間が経過するまでに上記定格電流よりも小さくなっていなければ負荷回路130への給電が遮断されるので、過電流に対する保護が可能となる。

【0010】

また、動作時間が経過するまでは負荷回路130への給電が継続することから、負荷回路130が一時的に過負荷になったとしても負荷回路130への給電が直ちに遮断されないことがないので、異常がないときに保護回路140が作動して給電が遮断されるという不都合が回避される。

40

【0011】

しかしながら、図13における異常判定方法においては、定格電流と通過電流の大きさにより一義的に決まる動作時間とに基づいて通過電流の異常の有無を判定することから、以下に述べる点において、その異常検出精度に問題が生じる。

【0012】

詳細には、図13の負荷回路130として、たとえばインバータおよび交流モータが設けられているときには、通過電流は、正常動作時において正弦波の電流波形を示す一方、インバータの制御に異常が生じたときなどは、本来の正弦波とは程遠い電流波形となる。

50

【0013】

異常時の通過電流としては、たとえば、一時的に定格電流を大きく越えて流れる電流波形や正弦波の上限レベル付近を前後して継続的に流れる電流波形のパターンが挙げられる。定格電流を上回る大電流がインバータに流れた場合には、その通過電流の大きさと流れる時間とに応じてインバータに一時的に大きな負荷がかかることから、インバータが破壊されるおそれがある。一方、正弦波の上限レベル付近を前後して継続的に通過電流が流れた場合については、インバータに正常時の最大レベルの負荷が連続してかかることから、やはりインバータを破壊してしまうこととなる。したがって、インバータの破壊を防ぐためには、正常動作時では有り得ない電流波形については、確実に異常と判定することが求められる。

10

【0014】

そこで、上記の異常検出方法によれば、一時的に定格電流を大きく越えて流れる異常電流に対しては、その流れる期間が所定の動作時間を上回れば異常と判定する。

【0015】

一方、正弦波の上限レベル付近を前後して継続して流れる異常電流に対しては、異常判定の基準となるしきい値を定格電流から正弦波の上限レベルに下げて設定する必要がある。しかしながら、上記しきい値を正弦波の上限レベルとしたとすれば、動作時間の時限中に通過電流がしきい値以下となれば時限動作を初期化して、次にしきい値を越えた時点から改めて時限動作をすることから、正弦波の上限レベル付近を前後して流れる異常電流を正確に捉えることが困難である。すなわち、動作時間の設定によって、動作時間が相対的に短ければ、本来インバータへの負荷が小さい正弦波の上限レベルを一時的に越える通過電流であっても異常と判定される場合が起こり得る。一方、動作時間が相対的に長ければ、インバータへの負荷が大きい、正弦波の上限レベルを前後しながら継続的に流れる通過電流が、時限動作が初期化されることによって異常と判定されない場合が起こり得る。このように、上記の異常判定方法によれば、インバータにとって好ましくない異常電流のパターンと異常判定結果とが必ずしも整合しないという問題がある。

20

【0016】

本発明は、上述の問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、負荷を駆動する駆動回路を流れる電流の異常を高精度に検出可能な電源装置を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0017】

この発明のある局面によれば、電源装置は、電源と、電源から電力の供給を受けて負荷回路を駆動する駆動回路と、駆動回路に流れる駆動電流の異常を検出する異常電流検出回路とを備える。異常電流検出回路は、所定の演算周期ごとに駆動電流の最大値を検出する電流検出手段と、所定の演算周期ごとに駆動電流の最大値が所定のしきい値を越えたか否かを判定し、連続する n (n は3以上の自然数)個の所定の演算周期の各々において、駆動電流の最大値が所定のしきい値を越えたことを検出して駆動電流の異常を判定する異常判定手段とを含む。

この発明の別の局面によれば、電源装置は、電源と、電源から電力の供給を受けて負荷回路を駆動する駆動回路と、駆動回路に流れる駆動電流の異常を検出する異常電流検出回路とを備える。異常電流検出回路は、所定のしきい値をトリガーとして駆動電流のサンプリングを開始し、所定の演算周期ごとに駆動電流の最大値を検出する電流検出手段と、所定の演算周期ごとに駆動電流の最大値が所定のしきい値を越えたか否かを判定し、連続する n (n は3以上の自然数)個の所定の演算周期の各々において、駆動電流の最大値が所定のしきい値を越えたことを検出して駆動電流の異常を判定する異常判定手段とを含む。

40

【0018】

好ましくは、負荷回路は、交流モータを含む。異常電流検出回路は、交流モータの制御モードを判定するモード判定手段をさらに含む。異常判定手段は、所定のしきい値を判定された制御モードに好適なしきい値に調整し、所定の演算周期ごとに検出された駆動電流

50

の最大値が好適なしきい値を越えたか否かを判定し、連続する n 個の所定の演算周期の各々において、駆動電流の最大値が好適なしきい値を越えたことを検出して駆動電流の異常を判定する。

【 0 0 1 9 】

好ましくは、モード判定手段は、キャリア周波数が異なる制御モードを判定する。好ましくは、異常判定手段は、判定された制御モードのキャリア周波数に応じてしきい値を調整する。

【 0 0 2 0 】

好ましくは、電源装置は、交流モータの回転角度に基づいて、交流モータのモータ回転数を検出する回転数検出手段をさらに備える。異常判定手段は、所定の演算周期ごとに、駆動電流の最大値が所定のしきい値を越えたか否か、およびモータ回転数が所定の回転数以下であるか否かを判定し、連続する n (n は 3 以上の自然数) 個の所定の演算周期の各々において、駆動電流の最大値が所定のしきい値を越えたこと、かつモータ回転数が所定の回転数以下となることを検出して駆動電流の異常を判定する。

10

【 0 0 2 1 】

好ましくは、所定の回転数は、電源装置の正常動作時において、回転数検出手段にて検出されるモータ回転数よりも低く設定される。

【 0 0 2 2 】

好ましくは、電源装置は、開閉動作により電源と駆動回路とを電気的に結合 / 分離する開閉器をさらに備える。異常電流検出回路は、駆動電流の異常を検出したときに電源と駆動回路とを電気的に分離するように開閉動作を制御する。

20

【 0 0 2 3 】

好ましくは、所定のしきい値は、電源装置の正常動作時において、駆動回路に流れる駆動電流よりも高い電流レベルに設定される。

【 0 0 2 4 】

好ましくは、連続する n 個の所定の演算周期の総和に相当する期間は、駆動回路に所定のしきい値に相当する電流レベルの駆動電流が継続して流れたときに、駆動回路が破壊されるまでの期間よりも短く設定される。

【 0 0 2 5 】

好ましくは、 n は、3 とする。

30

【 0 0 2 6 】

好ましくは、異常判定手段は、計数手段を含む。計数手段は、所定の演算周期ごとに、駆動電流の最大値が所定のしきい値を越えたと判定されると計数値をインクリメントし、駆動電流の最大値が所定のしきい値を越えないと判定されると計数値を初期化する。異常判定手段は、計数値が n に等しい計数値に達したことを検出して駆動電流の異常を判定する。

【 0 0 2 7 】

好ましくは、異常判定手段は、所定のしきい値に応じて n を調整する。

【 0 0 2 8 】

好ましくは、異常判定手段は、所定のしきい値が相対的に高くなるに従って n を相対的に小さい数値に調整する。

40

【 0 0 2 9 】

好ましくは、異常電流検出回路は、駆動回路の回路素子の温度を検出する温度検出手段をさらに含む。異常判定手段は、検出された回路素子の温度に応じて n を調整する。

【 0 0 3 0 】

好ましくは、異常判定手段は、検出された回路素子の温度が相対的に高くなるに従って n を相対的に小さい数値に調整する。

【 0 0 3 1 】

好ましくは、所定の演算周期は、異常電流検出回路が演算処理可能な最速演算周期よりも長いとする。

50

【 0 0 3 2 】

好ましくは、電流検出手段は、最速演算周期で駆動電流をサンプリングし、サンプリングした駆動電流から所定の演算周期ごとに駆動電流の最大値を抽出して保持する。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 3 】

この発明によれば、駆動電流が、連続する少なくとも3個の所定の演算周期において所定のしきい値を超えたことを検出して異常を判定することから、単一の動作時間における通過電流の様相によって異常を判定する従来の異常判定方法に対して、駆動電流の異常をより高精度に検出することができる。

【 0 0 3 4 】

さらに、交流モータの制御モードに応じて駆動電流のしきい値を調整することにより、異常電流の波形によらず精緻に異常を判定することができ、駆動回路を確実に保護することができる。

【 0 0 3 5 】

この発明によれば、連続する少なくとも3個の所定の演算周期において、駆動電流が所定のしきい値を超えたこと、かつモータ回転数が所定のしきい値以下となったことを検出して異常を判定することから、異常判定の精度を一層向上し、駆動電流の異常の誤検出を回避することができる。

【 0 0 3 6 】

さらに、駆動電流の異常を判定する所定のしきい値と所定の期間との間に相関を持たせることにより、検出精度を保持するとともに、異常発生時に駆動回路にかかる負荷を軽減することができる。

【 0 0 3 7 】

また、この発明によれば、CPUの最速演算周期で駆動電流を検出し、異常判定については、最速演算周期よりも長い演算周期で行なうことから、CPUの処理時間を有効利用でき、安価なCPUで高精度な異常判定システムを構築することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 3 8 】

以下、この発明の実施の形態について図面を参照して詳しく説明する。なお、図中同一符号は同一または相当部分を示す。

【 0 0 3 9 】

[実施の形態 1]

図1は、この発明の実施の形態1による電源装置の概略ブロック図である。

【 0 0 4 0 】

図1を参照して、電源装置100は、直流電源Bと、電圧センサ10と、インバータ12と、電流センサ20と、レゾルバ30と、制御装置40とを備える。

【 0 0 4 1 】

交流モータM1は、ハイブリッド自動車または電気自動車の駆動輪を駆動するためのトルクを発生するための駆動モータである。また、交流モータM1は、エンジンにて駆動される発電機の機能を持つように、そして、エンジンに対して電動機として動作し、たとえばエンジンを始動し得るようなモータである。

【 0 0 4 2 】

インバータ12は、U相アーム14と、V相アーム16と、W相アーム18とからなる。U相アーム14、V相アーム16およびW相アーム18は、電源ラインとアースラインとの間に並列に設けられる。

【 0 0 4 3 】

U相アーム14は、直列接続されたNPNトランジスタQ1、Q2からなる。V相アーム16は、直列接続されたNPNトランジスタQ3、Q4からなる。W相アーム18は、直列接続されたNPNトランジスタQ5、Q6からなる。また、各NPNトランジスタQ1～Q6のコレクタ - エミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオー

10

20

30

40

50

ド D 1 ~ D 6 がそれぞれ接続されている。

【 0 0 4 4 】

各相アームの中間点は、交流モータ M 1 の各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、交流モータ M 1 は、3相の永久磁石モータであり、U, V, W相の3つのコイルの一端が中点に共通に接続されて構成される。U相コイルの他端が N P N トランジスタ Q 1, Q 2 の中間点に、V相コイルの他端が N P N トランジスタ Q 3, Q 4 の中間点に、W相コイルの他端が N P N トランジスタ Q 5, Q 6 の中間点にそれぞれ接続されている。

【 0 0 4 5 】

直流電源 B は、ニッケル水素またはリチウムイオンなどの二次電池からなる。他にも、直流電源 B としては、燃料電池であってもよい。電圧センサ 1 0 は、直流電源 B から出力される電圧 V m を検出し、検出した電圧 V m を制御装置 4 0 へ出力する。

10

【 0 0 4 6 】

システムリレー S R 1, S R 2 は、制御装置 4 0 からの信号 S E によりオン/オフされる。

【 0 0 4 7 】

インバータ 1 2 は、直流電源 B から直流電圧が供給されると、制御装置 4 0 からの駆動信号 D R V に基づいて直流電圧を交流電圧に変換して交流モータ M 1 を駆動する。これにより、交流モータ M 1 は、トルク指令値 T R によって指定されたトルクを発生するように駆動される。

【 0 0 4 8 】

20

また、インバータ 1 2 は、モータ駆動装置 1 0 0 が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、交流モータ M 1 が発電した交流電圧を制御装置 4 0 からの信号 D R V に基づいて直流電圧に変換し、変換した直流電圧を直流電源 B へ供給する。

【 0 0 4 9 】

なお、ここで言う回生制動とは、ハイブリッド自動車または電気自動車を運転するドライバーによるフットブレーキ操作があった場合との回生発電を伴う制動や、フットブレーキを操作しないものの、走行中にアクセルペダルをオフすることで回生発電をさせながら車速を減速（または加速を中止）させることを含む。

【 0 0 5 0 】

電流センサ 2 0 は、交流モータ M 1 に流れるモータ電流 M C R T を検出し、その検出したモータ電流 M C R T を制御装置 4 0 へ出力する。

30

【 0 0 5 1 】

レゾルバ 3 0 は、交流モータ M 1 の回転軸に取り付けられており、交流モータ M 1 の回転子の回転角度 θ を検出して制御装置 4 0 へ出力する。

【 0 0 5 2 】

制御装置 4 0 は、外部に設けられた E C U (Electrical Control Unit) からトルク指令値 T R およびモータ回転数 M R N を受け、電圧センサ 1 0 から電圧 V m を受け、電流センサ 2 0 からモータ電流 M C R T を受け、レゾルバ 3 0 から回転角度 θ を受ける。

【 0 0 5 3 】

制御装置 4 0 は、レゾルバ 3 0 からの回転角度 θ と、トルク指令値 T R およびモータ電流 M C R T とを用いてインバータ 1 2 の N P N トランジスタ Q 1 ~ Q 6 を駆動するための駆動信号 D R V を生成し、その生成した駆動信号 D R V をインバータ 1 2 へ出力する。

40

【 0 0 5 4 】

さらに、制御装置 4 0 は、電源装置 1 0 0 が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、回転角度 θ とトルク指令値 T R およびモータ電流 M C R T とに基づいて、交流モータ M 1 が発電した交流電圧を直流電圧に変換するための駆動信号 D R V を生成し、その生成した駆動信号 D R V をインバータ 1 2 へ出力する。この場合、インバータ 1 2 の N P N トランジスタ Q 1 ~ Q 6 は、駆動信号 D R V によってスイッチング制御される。これにより、インバータ 1 2 は、交流モータ M 1 が発電した交流電圧を直流電圧に変換して直流電源 B へ供給する。

50

【 0 0 5 5 】

図 2 は、図 1 における制御装置 4 0 のブロック図である。

【 0 0 5 6 】

図 2 を参照して、制御装置 4 0 は、インバータ制御回路 4 0 1 と、異常電流検出回路 4 0 2 a とを含む。

【 0 0 5 7 】

インバータ制御回路 4 0 1 は、回転角度 θ 、トルク指令値 T_R およびモータ電流 $M_C R T$ に基づいて、交流モータ M_1 の駆動時、インバータ 1 2 の NPN トランジスタ $Q_1 \sim Q_6$ をオン/オフするための駆動信号 $D R V$ を生成し、その生成した駆動信号 $D R V$ をインバータ 1 2 へ出力する。

10

【 0 0 5 8 】

また、インバータ制御回路 4 0 1 は、電源装置 1 0 0 が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、回転角度 θ 、トルク指令値 T_R およびモータ電流 $M_C R T$ に基づいて、交流モータ M_1 が発電した交流電圧を直流電圧に変換するための駆動信号 $D R V$ を生成してインバータ 1 2 へ出力する。

【 0 0 5 9 】

異常電流検出回路 4 0 2 a は、電流センサ 2 0 で検出されたモータ電流 $M_C R T$ をサンプリングし、そのサンプリングした電流レベルに基づいてモータ電流 $M_C R T$ に生じた異常を検知する。異常電流検出回路 4 0 2 a は、モータ電流 $M_C R T$ の異常を検知すると、システムリレー $S R_1$ 、 $S R_2$ をオフするための信号 $S E$ を生成し、その生成した信号 $S E$ をシステムリレー $S R_1$ 、 $S R_2$ へ出力する。さらに、異常電流検出回路 4 0 2 a は、ユーザに対して異常発生を報知するための信号 $A L$ を生成し、その生成した信号 $A L$ を電源装置 1 0 0 外部に出力する。

20

【 0 0 6 0 】

図 3 は、図 2 に示すインバータ制御回路 4 0 1 の制御ブロック図である。

【 0 0 6 1 】

図 3 を参照して、インバータ制御回路 4 0 1 は、電流変換部 5 1 と、減算器 5 2 と、P I 制御部 5 3 と、回転速度演算部 5 4 と、速度起電力予測演算部 5 5 と、加算器 5 6 と、変換部 5 7 と、駆動信号生成部 5 8 とを含む。

【 0 0 6 2 】

電流変換部 5 1 は、電流センサ 2 0 が検出したモータ電流 $M_C R T$ をレゾルバ 3 0 から出力された回転角度 θ を用いて三相二相変換する。つまり、電流変換部 5 1 は、交流モータ M_1 の各相を流れる 3 相のモータ電流 $M_C R T$ を回転角度 θ を用いて d 軸および q 軸に流れる電流値 I_d 、 I_q に変換して減算器 5 2 へ出力する。

30

【 0 0 6 3 】

減算器 5 2 は、交流モータ M_1 がトルク指令値 T_R によって指定されたトルクを出力するための電流指令値 I_d^* 、 I_q^* から、電流変換部 5 1 からの電流値 I_d 、 I_q を減算して偏差 I_d 、 I_q を演算する。

【 0 0 6 4 】

P I 制御部 5 3 は、偏差 I_d 、 I_q に対して P I ゲインを用いてモータ電流調整用の操作量を演算する。

40

【 0 0 6 5 】

回転速度演算部 5 4 は、レゾルバ 3 0 から受けた回転角度 θ に基づいて交流モータ M_1 の回転速度を演算し、その演算した回転速度を速度起電力予測演算部 5 5 へ出力する。速度起電力予測演算部 5 5 は、回転速度演算部 5 4 からの回転速度に基づいて速度起電力の予測値を演算する。

【 0 0 6 6 】

加算器 5 6 は、P I 制御部 5 3 からのモータ電流調整用の操作量と、速度起電力予測演算部 5 5 からの速度起電力の予測値とを加算して d 軸および q 軸に印加する電圧の操作量 V_d 、 V_q を演算する。

50

【 0 0 6 7 】

変換部 5 7 は、d 軸および q 軸に印加する電圧の操作量 V_d , V_q を回転角度 θ を用いて交流モータ M 1 の 3 相コイルに印加する電圧の操作量に変換する。駆動信号生成部 5 8 は、変換部 5 7 からの出力に基づいて駆動信号 D R V を生成する。

【 0 0 6 8 】

図 4 は、図 2 に示す異常電流検出回路 4 0 2 a のブロック図である。

【 0 0 6 9 】

図 4 を参照して、異常電流検出回路 4 0 2 a は、電流検出部 6 0 a と、異常判定部 6 2 a と、リレー駆動部 6 4 と、報知部 6 6 とを含む。

【 0 0 7 0 】

電流検出部 6 0 a は、電流センサ 2 0 で検出されたモータ電流 M C R T を受ける。電流検出部 6 0 a は、予め、異常判定の基準電流値として所定のしきい値 $M C R T_s t d$ を有しており、モータ電流 M C R T がこのしきい値 $M C R T_s t d$ を越えると、所定の演算周期（以下、第 1 の演算周期とも称する）でモータ電流 M C R T のサンプリングを開始する。ここで、第 1 の演算周期は、ユーザによって任意の周期に設定することができる。ただし、異常検出精度を考慮すれば、制御装置 4 0 を構成する C P U (Central Processing Unit) の持つ最速演算周期に設定することが好ましい。

【 0 0 7 1 】

さらに、電流検出部 6 0 a は、サンプリングしたモータ電流 M C R T について、第 1 の演算周期よりも長い所定の演算周期（以下、第 2 の演算周期とも称する）ごとに、その演算周期内でのモータ電流 M C R T の最大値（以下、モータ電流最大値 $M C R T_m a x$ と称する）を捉えて保持（ホールド）する。

【 0 0 7 2 】

ここで、第 2 の演算周期は、後述する異常判定処理の演算周期に相当し、第 1 の演算周期と同じく、ユーザにより任意の周期に設定することができる。しかしながら、C P U が異常判定に要する負荷を極力抑えるためには、C P U の最速演算周期よりも長い周期に設定することが望ましい。本実施の形態では、たとえば 1 0 m s に設定される。

【 0 0 7 3 】

第 2 の演算周期ごとにホールドされたモータ電流最大値 $M C R T_m a x$ は、異常判定部 6 2 a へ出力される。異常判定部 6 2 a は、モータ電流最大値 $M C R T_m a x$ を受けると、以下に示すように、異常検出の判断基準となるしきい値 $M C R T_s t d$ との大小関係に基づいて、モータ電流 M C R T の異常の有無を判定する。

【 0 0 7 4 】

図 5 は、図 4 に示す異常電流検出回路 4 0 2 a における異常検出動作を説明するための概略図である。

【 0 0 7 5 】

図 5 を参照して、モータ電流 M C R T は、電源装置 1 0 0 が正常状態にあるときには、点線で示すように、正弦波の電流波形となる。一方、電源装置 1 0 0 において、たとえばレゾルバ 3 0 の断線などの異常が生じたときには、実線で示すように、正弦波から発振した電流波形となる。このとき、図 5 に示すように、正常電流よりも高い電流レベルで発振し続けたとすれば、インバータ 1 2 に過電流が継続して流れることとなり、インバータ 1 2 を破壊してしまうおそれがある。

【 0 0 7 6 】

そこで、本実施の形態では、異常電流検出回路 4 0 2 a に、異常検出の判断基準としてモータ電流 M C R T のしきい値 $M C R T_s t d$ を設け、このしきい値 $M C R T_s t d$ を越えてモータ電流 M C R T が継続して流れたことを検出して電源装置 1 0 0 の異常を判断する構成とする。

【 0 0 7 7 】

詳細には、先述の電流検出部 6 0 a において、第 2 の演算周期（= 1 0 m s ）ごとにホールドされたモータ電流最大値 $M C R T_m a x$ は、異常判定部 6 2 a に送られると、し

10

20

30

40

50

きい値 $MCR T_std$ との大小関係が判定される。異常判定部 62a は、内部にカウンタ回路を有しており、モータ電流最大値 $MCR T_max$ がしきい値 $MCR T_std$ よりも大きいと判定されると、カウント値 CNT をインクリメントする ($CNT = CNT + 1$)。一方、入力されたモータ電流最大値 $MCR T_max$ がしきい値 $MCR T_std$ よりも小さいと判定されると、カウント値 CNT をリセット ($CNT = 0$) する。

【0078】

このようにして、異常判定部 62a は、第2の演算周期で連続して入力されるモータ電流最大値 $MCR T_max$ を、第2の演算周期ごとにしきい値 $MCR T_std$ と比較し、比較結果に応じてカウント値 CNT をインクリメントまたはリセットする。

【0079】

さらに、異常判定部 62a は、カウント値 CNT が異常判定の基準として予め設定された基準カウント値 CNT_std (たとえば $CNT_std = 3$ とする) を越えたタイミングで、モータ電流 $MCR T$ の異常を検出する。すなわち、異常判定部 62a は、モータ電流 $MCR T$ が連続する3つの第2の演算周期 ($= 3 \times 10 \text{ms}$) にわたってしきい値 $MCR T_std$ を越えたことを検出して、モータ電流 $MCR T$ が異常であると判断する。

【0080】

このような構成とすることにより、モータ電流 $MCR T$ の異常は、第2の演算周期を異常判定の1単位として、連続する少なくとも3つの第2の演算周期において異常が現われたことに基づいて検出されることから、瞬時的にモータ電流 $MCR T$ が高い電流値を示したときなどのインバータ12への負荷が小さいケースをも異常として検出されることがない。また、従来の異常検出方法において検出が困難であった正弦波の上限レベルを前後する異常電流についても確実に検出することができ、異常検出精度を高めることができる。

【0081】

なお、本実施の形態では、異常判定部 62a において、基準カウント値 CNT_std を $CNT_std = 3$ としたが、基準カウント値 CNT_std は、「少なくとも3以上の自然数」であることが必要とされる。さらに、設定した基準カウント値 CNT_std と第2の演算周期との積に相当する異常判定期間が、インバータ12が破壊されない程度の期間の範囲内であることが必要とされる。

【0082】

ここで、基準カウント値 CNT_std を「少なくとも3以上の自然数」に限定したのは、誤った異常検出を回避するためであり、詳細には、単一のモータ電流最大値 $MCR T_max$ が連続する2つの第2の演算周期の境界線上に位置し、かつ、このモータ電流最大値 $MCR T_max$ がしきい値 $MCR T_std$ 以上である場合を想定したものである。このような場合では、前後する演算周期においてカウント値 CNT がそれぞれ +1 ずつインクリメントされることから、結果として、カウント値 CNT は合計 +2 にインクリメントされる。このとき、基準カウント値 CNT_std が「2」に設定されていたとすれば、異常判定部 62a は、誤って異常と判断することとなる。したがって、このような誤検出を回避するためには、基準カウント値 CNT_std は、「少なくとも3以上」であることが必要とされる。

【0083】

また、基準カウント値 CNT_std は、モータ電流 $MCR T$ のしきい値 $MCR T_std$ との間で相関を持たせるように設定することができる。具体的には、しきい値 $MCR T_std$ が低い電流レベルであるときには、基準カウント値 CNT_std は比較的大きい値に設定される。一方、しきい値 $MCR T_std$ が高い電流レベルであるときには、基準カウント値 CNT_std は比較的小さい値に設定される。

【0084】

これによれば、しきい値 $MCR T_std$ が低いときには、モータ電流最大値 $MCR T_max$ がより多くの回数しきい値 $MCR T_std$ を越えたことを検出して異常と判定することから、誤検出を回避することができる。一方、しきい値 $MCR T_std$ が高いときには、モータ電流最大値 $MCR T_max$ がより少ない回数しきい値 $MCR T_std$

10

20

30

40

50

dを越えたことを検出して異常と判定することから、過電流が流れることによるインバータ12への負担を低減することができる。

【0085】

さらに、基準カウント値CNT_{std}は、しきい値MCRT_{std}以外にも、駆動回路の回路素子の温度との間で相関を持たせるように設定することもできる。これには、回路素子に温度センサを設けて回路素子の温度を検出し、検出した温度が相対的に高いときには、基準カウント値CNT_{std}を比較的小さい値に設定する。一方、検出した温度が相対的に低いときには、基準カウント値CNT_{std}を比較的大きい値に設定すればよい。

【0086】

再び図4を参照して、異常判定部62aは、モータ電流MCRTが異常であると判断すると、異常検出を指示する検出信号DETを生成し、その生成した検出信号DETをリレー駆動部64および報知部66へそれぞれ出力する。

【0087】

リレー駆動部64は、検出信号DETにตอบสนองして、システムリレーSR1, SR2をオフするための信号SEを生成してシステムリレーSR1, SR2へ出力する。システムリレーSR1, SR2が信号SEに応じてオフされることにより、直流電源Bが電源装置100から切り離され、インバータ12に異常電流が流れ込むのが抑えられる。

【0088】

報知部66は、検出信号DETにตอบสนองして、ユーザに異常発生を知らせる警報出力である信号ALを生成し、生成した信号ALを電源装置100の外部へ出力する。出力された信号ALは、車両に搭載された図示しない表示手段に転送されると、音声信号もしくは映像信号に変換されて出力される。

【0089】

図6は、この発明の実施の形態1による電源装置の異常電流検出動作を説明するためのフローチャートである。

【0090】

図6を参照して、最初に、電流検出部60aは、モータ電流MCRTがしきい値MCRT_{std}を越えたタイミングで、モータ電流MCRTのサンプリングを開始する。サンプリング周期は、第1の演算周期としてCPUの最速演算周期に設定される。さらに、電流検出部60aは、第2の演算周期(=10ms)ごとにサンプリングした電流値の中からモータ電流最大値MCRT_{max}を抽出してホールドする(ステップS01)。ホールドされたモータ電流最大値MCRT_{max}は、異常判定部62aへ出力される。

【0091】

次に、異常判定部62aは、第2の演算周期で、モータ電流最大値MCRT_{max}がしきい値MCRT_{std}よりも大きいか否かを判定する(ステップS02)。

【0092】

ステップS02において、モータ電流最大値MCRT_{max}がしきい値MCRT_{std}よりも大きいと判定されると、異常判定部62aは、カウント値CNTを(CNT+1)にインクリメントする(ステップS03)。

【0093】

一方、ステップS02において、モータ電流最大値MCRT_{max}がしきい値MCRT_{std}よりも小さいと判定されると、異常判定部62aは、カウント値CNTをリセットする(ステップS08)。

【0094】

異常判定部62aは、ステップS02, S03およびS08の判定およびカウント動作を第2の演算周期ごとに与えられるモータ電流最大値MCRT_{max}に対して実行する。さらに、異常判定部62aは、ステップS03においてカウント値CNTをインクリメントするごとに、カウント値CNTが基準カウント値CNT_{std}(少なくとも3以上とする)に達したか否かを判定する(ステップS04)。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 5 】

このとき、カウント値 CNT が基準カウント値 CNT_std に達したと判定されると、異常判定部 6 2 a は、モータ電流 $M CRT$ の異常を検出したことを指示する検出信号 DET を生成し、その生成した検出信号 DET をリレー駆動部 6 4 および報知部 6 6 へ出力する（ステップ $S 0 5$ ）。

【 0 0 9 6 】

リレー駆動部 6 4 は、検出信号 DET を受けると、システムリレー $SR 1$, $SR 2$ をオフするための信号 SE を生成してシステムリレー $SR 1$, $SR 2$ へ出力する。これにより、システムリレー $SR 1$, $SR 2$ はオフされる（ステップ $S 0 6$ ）。

【 0 0 9 7 】

報知部 6 6 は、検出信号 DET を受けると、信号 AL を生成して電源装置 1 0 0 外部に配された表示手段（図示せず）へ出力する。これにより、ユーザに対して異常電流の発生が報知される（ステップ $S 0 7$ ）。

【 0 0 9 8 】

一方、ステップ $S 0 4$ において、カウント値 CNT が基準カウント値 CNT_std に満たないと判定されると、すなわち、連続する 3 つの第 2 の演算周期において、モータ電流最大値 $M CRT_max$ が連続してしきい値 $M CRT_std$ を越えなかったときには、ステップ $S 0 9$ に示すように、モータ電流最大値 $M CRT_max$ をリセット（ $M CRT_max = 0$ ）してステップ $S 0 1$ に戻り、再びモータ電流 $M CRT$ の検出を行なう。

【 0 0 9 9 】

以上のように、この発明の実施の形態 1 によれば、第 2 の演算周期ごとにモータ電流を検出し、かつ連続する 3 個以上の第 2 の演算周期のモータ電流の検出結果に基づいてモータ電流の異常を判定することから、高い精度で異常を検出することができ、インバータの保護の高信頼化を図ることができる。

【 0 1 0 0 】

また、モータ電流の異常を判定するしきい値とカウント値との間に相関を持たせることにより、異常検出精度を保持するとともに、異常発生時にインバータにかかる負荷を軽減することができる。

【 0 1 0 1 】

さらに、CPU の最速演算周期でモータ電流を検出し、異常判定については、最速演算周期以下の演算周期で行なうことから、CPU の処理時間を有効利用でき、安価な CPU で高精度の異常判定システムを構築することができる。

【 0 1 0 2 】

[実施の形態 2]

図 7 は、実施の形態 2 に従う電源装置における異常電流検出回路のブロック図である。なお、本実施の形態に従う電源装置は、図 1 に示す電源装置 1 0 0 における異常電流検出回路 4 0 2 a を異常電流検出回路 4 0 2 b に置き換えたものに等しいことから、重複する部位についての詳細な説明は省略する。

【 0 1 0 3 】

図 7 を参照して、異常電流検出回路 4 0 2 b は、電流検出部 6 0 b と、異常判定部 6 2 b と、リレー駆動部 6 4 と、報知部 6 6 と、制御モード判定部 6 8 とを含む。

【 0 1 0 4 】

電流検出部 6 0 b は、実施の形態 1 と同様に、モータ電流 $M CRT$ がしきい値 $M CRT_std$ を越えると、CPU の最速演算周期に相当する第 1 の演算周期でサンプリングを開始する。電流検出部 6 0 b は、さらに、サンプリングしたモータ電流 $M CRT$ について、第 1 の演算周期よりも低い第 2 の演算周期ごとにその演算周期内でのモータ電流最大値 $M CRT_max$ を捉えてホールドする。

【 0 1 0 5 】

これに並行して、電流検出部 6 0 b は、モータ電流 $M CRT$ がしきい値 $M CRT_std$ を越えたタイミングで制御モード判定部 6 8 を駆動させるための信号 OP を生成し、そ

10

20

30

40

50

の生成した信号OPを制御モード判定部68へ出力する。

【0106】

制御モード判定部68は、電流検出部60bから信号OPを受けると、外部ECUからのトルク指令値TRおよびモータ回転数MRNに基づいて、交流モータM1の制御モードを判定する。

【0107】

ここで、インバータ12における交流モータM1の制御モードには、PWM制御モード、過変調制御モード、および矩形波制御モードがある。そして、これらの制御モードは、インバータ12に含まれるNPNトランジスタQ1~Q6をオン/オフする周波数(「キャリア周波数」と言う。以下、同じ。)が相互に異なる。より具体的には、PWM制御モードは、キャリア周波数が最も高く、過変調制御モードはキャリア周波数が次に高く、矩形波制御モードはキャリア周波数が最も低い。

10

【0108】

したがって、インバータ12における交流モータM1の制御モードが異なれば、モータ電流MCR Tにおいても、その電流波形が相互に異なることとなる。このため、モータ電流MCR Tに異常が生じた場合においても、制御モードによってインバータ12にかかる負荷の度合いが異なってくることとなる。たとえば、キャリア周波数が最も高いPWM制御モードでは、インバータ12への負荷が最も大きく、キャリア周波数が最も低い矩形波制御モードでは負荷が最も小さい。

【0109】

そこで、本実施の形態では、このようなインバータ12への負荷の度合いを考慮して、制御モード間で相互に異なる異常電流の判定基準を設ける構成とする。これによれば、異常電流の電流波形によらず精緻に異常検出を行なうことができ、インバータ12の保護をより厚くすることができる。

20

【0110】

図8を参照して、制御モード判定部68における交流モータM1の制御モードの判定方法について説明する。図8は、交流モータM1のトルクTとモータ回転数MRNとの関係を示す図である。

【0111】

交流モータM1のトルクTは、所定の回転数までは一定であり、所定の回転数を越えると、モータ回転数MRNの増加に伴ない徐々に低下する。領域RGN1は、交流モータM1の制御モードがPWM制御モードであることを示し、領域RGN2は、交流モータM1の制御モードが過変調制御モードであることを示し、領域RGN3は、交流モータM1の制御モードが矩形波制御モードであることを示す。

30

【0112】

制御モード判定部68は、電流検出部60bから制御モード判定部68を駆動させるための信号OPを受け、外部ECUからトルク指令値TRおよびモータ回転数MRNを受けると、その受けたトルク指令値TRおよびモータ回転数MRNが領域RGN1~RGN3のいずれの領域に含まれるかを判定する。制御モード判定部68は、制御モードを判定すると、判定された制御モードを指示する信号MDを生成し、その生成した信号MDを異常判定部62bへ出力する。

40

【0113】

なお、制御モード判定部68は、図8に示すモータのトルクTとモータ回転数MRNとの関係をマップとして保存しており、外部ECUからトルク指令値TRおよびモータ回転数MRNを受けると、トルク指令値TRおよびモータ回転数MRNが図8に示す領域RGN1~RGN3のいずれに含まれるかを検索して、交流モータM1の制御モードがPWM制御モード、過変調制御モードおよび矩形波制御モードのいずれであるかを判定する。

【0114】

異常判定部62bは、電流検出部60bからモータ電流最大値MCR T_maxを受け、制御モード判定部68から信号MDを受けると、信号MDによって指示される制御モー

50

ドに基づいてしきい値 $MCR T_s t d$ を調整する。

【0115】

より具体的には、異常判定部 62b は、制御モードとしきい値 $MCR T_s t d$ との相関図をマップとして保存しており、制御モード判定部 68 から信号 MD を受けると、信号 MD によって指示される制御モードに対応するしきい値 $MCR T_s t d$ を選択し、当該制御モードにおけるしきい値 $MCR T_s t d$ として新たに決定する。

【0116】

しきい値 $MCR T_s t d$ は、インバータ 12 の保護レベルと制御モードのキャリア周波数とに基づいて、相互に異なる電流値に設定される。具体的には、キャリア周波数が最も高い PWM 制御モードにおいて、しきい値 $MCR T_s t d$ は最も低く、キャリア周波数が次に高い過変調制御モードにおいて、しきい値 $MCR T_s t d$ は次に低く、キャリア周波数が最も低い矩形波制御モードにおいて、しきい値 $MCR T_s t d$ は最も高く設定される。

【0117】

次に、異常判定部 62b は、モータ電流 $MCR T$ のしきい値 $MCR T_s t d$ を調整すると、モータ電流最大値 $MCR T_m a x$ がこの調整後のしきい値 $MCR T_s t d$ を越えるか否かを判定し、その判定した結果に基づいてモータ電流 $MCR T$ の異常の有無を判断する。

【0118】

詳細には、実施の形態 1 と同様に、第 2 の演算周期ごとに、モータ電流最大値 $MCR T_m a x$ がしきい値 $MCR T_s t d$ よりも大きいと判定されると、異常判定部 62b は、カウンタ値 CNT をインクリメントする。一方、モータ電流最大値 $MCR T_m a x$ がしきい値 $MCR T_s t d$ よりも小さいと判定されると、異常判定部 62b は、カウンタ値 CNT をリセットする。以上の判定の結果、カウンタ値 CNT が基準カウンタ値 $CNT_s t d$ に達すると、異常判定部 62b は、モータ電流 $MCR T$ が異常であると判断して検出信号 DET を出力する。

【0119】

リレー駆動部 64 および報知部 66 については、実施の形態 1 において説明したとおりである。

【0120】

図 9 は、この発明の実施の形態 2 による電源装置の異常電流検出動作を説明するためのフローチャートである。

【0121】

図 9 を参照して、最初に、電流検出部 60b は、モータ電流 $MCR T$ がしきい値 $MCR T_s t d$ を越えたタイミングで、モータ電流 $MCR T$ のサンプリングを開始する。サンプリング周期は、第 1 の演算周期として CPU の最速演算周期に設定される。さらに、電流検出部 60b は、第 2 の演算周期 (10ms) ごとにサンプリングした電流値の中からモータ電流最大値 $MCR T_m a x$ を抽出してホールドする (ステップ S10)。ホールドされたモータ電流最大値 $MCR T_m a x$ は、異常判定部 62b へ出力される。

【0122】

電流検出部 60b は、さらに、ステップ S10 においてモータ電流 $MCR T$ がしきい値 $MCR T_s t d$ を越えたことを指示する信号 OP を生成し、その生成した信号 OP を制御モード判定部 68 へ出力する。制御モード判定部 68 は、信号 OP を受けると、外部 ECU から受けたトルク指令値 TR およびモータ回転数 MRN に基づいて、制御モードが PWM 制御モード、過変調制御モードおよび矩形波制御モードのいずれであるかを判定する。制御モード判定部 68 は、判定した制御モードを指示する信号 MD を生成し、その生成した信号 MD を異常判定部 62b へ出力する (ステップ S11)。

【0123】

異常判定部 62b は、電流検出部 60b からモータ電流最大値 $MCR T_m a x$ を受け

10

20

30

40

50

、制御モード判定部 68 から信号 MD を受けると、信号 MD によって指示される制御モードに対応するしきい値 $MCR T_std$ となるように、しきい値 $MCR T_std$ を調整する (ステップ S12)。

【0124】

次に、異常判定部 62b は、第 2 の演算周期でモータ電流最大値 $MCR T_max$ がこの調整したしきい値 $MCR T_std$ よりも大きいかなかを判定する (ステップ S13)。

【0125】

ステップ S13 において、モータ電流最大値 $MCR T_max$ がしきい値 $MCR T_std$ よりも大きいと判定されると、異常判定部 62b は、カウント値 CNT を $(CNT + 1)$ にインクリメントする (ステップ S14)。

10

【0126】

一方、ステップ S13 において、モータ電流最大値 $MCR T_max$ がしきい値 $MCR T_std$ よりも小さいと判定されると、異常判定部 62b は、カウント値 CNT をリセットする (ステップ S19)。

【0127】

異常判定部 62b は、ステップ S13, S14 および S19 の判定およびカウント動作を第 2 の演算周期ごとに与えられるモータ電流最大値 $MCR T_max$ に対して実行する。さらに、異常判定部 62b は、ステップ S14 においてカウント値 CNT をインクリメントするごとに、カウント値 CNT が基準カウント値 CNT_std (少なくとも 3 以上とする) に達したかなかを判定する (ステップ S15)。

20

【0128】

このとき、カウント値 CNT が基準カウント値 CNT_std (少なくとも 3 以上とする) に達したと判定されると、異常判定部 62b は、モータ電流 $MCR T$ の異常を検出したことを指示する検出信号 DET を生成し、その生成した検出信号 DET をリレー駆動部 64 および報知部 66 へ出力する (ステップ S16)。

【0129】

リレー駆動部 64 は、検出信号 DET を受けると、システムリレー SR1, SR2 をオフするための信号 SE を生成してシステムリレー SR1, SR2 へ出力する。これにより、システムリレー SR1, SR2 はオフされる (ステップ S17)。

30

【0130】

報知部 66 は、検出信号 DET を受けると、信号 AL を生成して電源装置 100 の外部に配された表示手段へ出力する。これにより、ユーザに対して異常電流の発生が報知される (ステップ S18)。

【0131】

一方、ステップ S15 において、カウント値 CNT が基準カウント値 CNT_std に満たないと判定されると、すなわち、連続する 3 つの第 2 の演算周期において、モータ電流最大値 $MCR T_max$ が連続してしきい値 $MCR T_std$ を越えなかったときには、電流検出部 60b は、ステップ S20 に示すように、モータ電流最大値 $MCR T_max$ をリセット ($MCR T_max = 0$) し、再びステップ S10 に戻ってモータ電流 $MCR T$ の検出を行なう。その後は、実施の形態 1 と同様である。

40

【0132】

以上のように、この発明の実施の形態 2 によれば、交流モータの制御モードに基づいてモータ電流のしきい値を調整することにより、異常電流の波形によらず精緻に異常を判定することができ、インバータを確実に保護することができる。

【0133】

[実施の形態 3]

図 10 は、この発明の実施の形態 3 に従う電源装置における異常電流検出回路のブロック図である。なお、本実施の形態に従う電源装置は、図 1 に示す電源装置 100 における異常電流検出回路 402a を異常電流検出回路 402c に置き換えたものに等しいことか

50

ら、重複する部位についての詳細な説明は省略する。

【0134】

図10を参照して、異常電流検出回路402cは、電流検出部60cと、異常判定部62cと、リレー駆動部64と、報知部66とを含む。

【0135】

電流検出部60cは、先の実施の形態1における電流検出部60aと同様に、モータ電流MCR Tがしきい値MCR T_{std}を越えると、CPUの最速演算周期に相当する第1の演算周期でサンプリングを開始する。電流検出部60cは、さらに、サンプリングしたモータ電流MCR Tについて、第1の演算周期よりも低い第2の演算周期ごとにその演算周期内でのモータ電流最大値MCR T_{max}を捉えてホールドする。第2の演算周期ごとにホールドされたモータ電流最大値MCR T_{max}は、異常判定部62cへ出力される。

10

【0136】

異常判定部62cは、電流検出部60cからモータ電流最大値MCR T_{max}を受けるとともに、図3のインバータ制御手段401の回転速度演算部54からモータ回転数MR Nを受ける。そして、異常判定部62cは、以下に示すように、モータ電流最大値MCR T_{max}としきい値MCR T_{std}との大小関係およびモータ回転数MR Nに基づいて、モータ電流MCR Tの異常の有無を判定する。すなわち、本実施の形態による異常電流検出回路402cは、異常判定部62cの異常判定項目にモータ回転数MR Nを含む点において、先述の異常電流検出回路402aとは相違する。

20

【0137】

図11は、図10に示す異常電流検出回路402cにおける異常検出動作を説明するための概略図である。

【0138】

図11を参照して、電源装置100が正常状態にあるときには、モータ電流MCR Tは、点線で示すように、正弦波の電流波形となる。また、レゾルバ30において検出される回転角度 n は、0 [deg] から360 [deg] までの間を単調増加する出力波形を示す。そして、この回転角度 n を時間微分して得られるモータ回転数MR Nは、略一定値を保つ波形となる。

【0139】

ここで、電源装置100において、レゾルバ30の断線などの異常が生じたときには、レゾルバ30は、正確な回転位置を検出できず、実線で示すような所定の角度 n_{cst} に固定された回転角度 n を出力し続ける。インバータ制御回路401は、この回転角度 n_{cst} を受けると、回転角度 n_{cst} 、トルク指令値TRおよびモータ電流MCR Tに基づいて、先述した方法に従ってインバータ12のNPNトランジスタQ1～Q6をオン/オフするための駆動信号DRVを生成する。このとき、交流モータM1の各相を流れるモータ電流MCR Tは、固定された回転角度 n_{cst} に応答して、所定の電流値を保つように制御されるところ、インバータ制御回路401におけるフィードバック制御のゲインが発散することによって、最終的に、所定の電流値を中心に発振する電流波形となる。このとき、実線で示すように、モータ電流MCR Tが、正常電流よりも高い電流レベルで発振し続けたとすれば、インバータ12に過電流が継続して流れることとなり、インバータ12を破壊するおそれがある。

30

40

【0140】

そこで、本実施の形態では、この過電流を短期間に、かつ高精度に検出するために、異常電流検出回路402cを、モータ電流MCR Tがしきい値MCR T_{std}を越えて継続して流れたこと、およびモータ回転数MR Nが継続して所定の回転数以下となったことを検出して電源装置100の異常を判断する構成とする。

【0141】

本構成は、図11から明らかなように、レゾルバ30に異常が生じたときには、固定された回転角度 n_{cst} に応答して、モータ電流MCR Tが発振するとともに、回転角

50

度 n_cst を時間微分して得られるモータ回転数 MRN が略 0 に固定されることに基づくものである。

【0142】

そして、異常電流検出回路 402c をこのような構成とすることにより、先の実施の形態 1 による異常電流検出回路 402a に対して、より高い検出精度で電源装置 100 の異常を検出することが可能となる。

【0143】

詳細には、異常電流検出回路 402a は、実施の形態 1 で説明したように、モータ電流最大値 $MCR T_max$ としきい値 $MCR T_std$ との大小関係に基づいてモータ電流 $MCR T$ の異常の有無を判定する。このとき、異常判定部 62a は、モータ電流最大値 $MCR T_max$ が連続する少なくとも 3 つの第 2 の演算周期にわたってしきい値 $MCR T_std$ を越えたことを検出して、モータ電流 $MCR T$ が異常であると判定する。

10

【0144】

しかしながら、この異常判定方法によれば、連続する少なくとも 3 つの第 2 の演算周期の各々において、モータ電流 $MCR T$ に瞬時的にしきい値 $MCR T_std$ を越えるノイズが重畳した場合であっても、モータ電流 $MCR T$ が異常であると判定されてしまうことになる。これは、異常判定に要する負荷を抑える観点から、第 2 の演算周期ごとのモータ電流最大値 $MCR T_max$ と、しきい値 $MCR T_std$ との大小を比較する構成としたことによって、モータ電流 $MCR T$ がしきい値 $MCR T_std$ を継続的に越えているのか、あるいは瞬時的に越えているのかを区別できないことによる。

20

【0145】

これに対して、異常電流検出回路 402c は、モータ回転数 MRN を新たに異常判定項目に追加し、連続する少なくとも 3 つの第 2 の演算周期において、モータ電流最大値 $MCR T_max$ がしきい値 $MCR T_std$ を越えたこと、かつモータ回転数 MRN が略 0 レベルに固定されたことを検出してモータ電流 $MCR T$ の異常を判断する。これによれば、モータ電流 $MCR T$ がノイズの重畳によって瞬時的にしきい値 $MCR T_std$ を越える場合には、回転角度 n が固定されず、モータ回転数 MRN が略 0 にならないことから、モータ電流 $MCR T$ が継続的にしきい値 $MCR T_std$ を越えている場合と明確に区別することができる。したがって、異常検出回路 402c によれば、継続的にしきい値 $MCR T_std$ を越えるモータ電流 $MCR T$ のみが異常電流と判定される。これによれば、異常判定精度のさらなる向上が実現され、誤検出を回避することができる。

30

【0146】

再び図 10 を参照して、異常判定部 62c は、モータ電流 $MCR T$ が異常であると判断すると、異常検出を指示する検出信号 DET を生成し、その生成した検出信号 DET をリレー駆動部 64 および報知部 66 へそれぞれ出力する。

【0147】

リレー駆動部 64 は、検出信号 DET に応答して、システムリレー $SR1$, $SR2$ をオフするための信号 SE を生成してシステムリレー $SR1$, $SR2$ へ出力する。システムリレー $SR1$, $SR2$ が信号 SE に応じてオフされることにより、直流電源 B が電源装置 100 から切り離され、インバータ 12 に異常電流が流れ込むのが抑えられる。

40

【0148】

報知部 66 は、検出信号 DET に応答して、ユーザに異常発生を知らせる警報出力である信号 AL を生成し、生成した信号 AL を電源装置 100 の外部へ出力する。出力された信号 AL は、車両に搭載された図示しない表示手段に転送されると、音声信号もしくは映像信号に変換されて出力される。

【0149】

図 12 は、この発明の実施の形態 3 による電源装置の異常電流検出動作を説明するためのフローチャートである。

【0150】

図 12 を参照して、最初に、電流検出部 60a は、モータ電流 $MCR T$ がしきい値 $MCR T_std$ を越えていることを検出して、異常判定部 62a に異常電流検出信号を出力する。

50

RT_stdを越えたタイミングで、モータ電流MCRTのサンプリングを開始する。サンプリング周期は、第1の演算周期としてCPUの最速演算周期に設定される。さらに、電流検出部60aは、第2の演算周期(=10ms)ごとにサンプリングした電流値の中からモータ電流最大値MCRT_maxを抽出してホールドする(ステップS21)。ホールドされたモータ電流最大値MCRT_maxは、異常判定部62cへ出力される。

【0151】

次に、異常判定部62cは、第2の演算周期で、モータ電流最大値MCRT_maxがしきい値MCRT_stdよりも大きいか否かを判定する(ステップS22)。

【0152】

ステップS22において、モータ電流最大値MCRT_maxがしきい値MCRT_stdよりも大きいと判定されると、異常判定部62cは、さらに、モータ回転数MRNが所定の回転数MRN_std以下であるか否かを判定する(ステップS23)。なお、所定の回転数MRN_stdは、ばらつきを考慮して、0近傍であって、レゾルバ30が正常時に検出される回転数よりも著しく低い回転数に設定される。

【0153】

そして、ステップS23において、モータ回転数MRNが所定の回転数MRN_std以下であると判定されると、異常判定部62cは、カウント値CNTを(CNT+1)にインクリメントする(ステップS24)。

【0154】

一方、ステップS22において、モータ電流最大値MCRT_maxがしきい値MCRT_stdよりも小さいと判定されると、異常判定部62cは、カウント値CNTをリセットする(ステップS29)。また、ステップS23において、モータ回転数MRNが所定の回転数MRN_stdよりも大きいと判定されると、異常判定部62cは、カウント値CNTをリセットする。

【0155】

異常判定部62cは、ステップS22~S24およびS29の判定およびカウント動作を第2の演算周期ごとに与えられるモータ電流最大値MCRT_maxに対して実行する。さらに、異常判定部62cは、ステップS24においてカウント値CNTをインクリメントするごとに、カウント値CNTが基準カウント値CNT_std(少なくとも3以上とする)に達したか否かを判定する(ステップS25)。

【0156】

このとき、カウント値CNTが基準カウント値CNT_stdに達したと判定されると、異常判定部62cは、モータ電流MCRTの異常を検出したことを指示する検出信号DETを生成し、その生成した検出信号DETをリレー駆動部64および報知部66へ出力する(ステップS26)。

【0157】

リレー駆動部64は、検出信号DETを受けると、システムリレーSR1, SR2をオフするための信号SEを生成してシステムリレーSR1, SR2へ出力する。これにより、システムリレーSR1, SR2はオフされる(ステップS27)。

【0158】

報知部66は、検出信号DETを受けると、信号ALを生成して電源装置100外部に配された表示手段(図示せず)へ出力する。これにより、ユーザに対して異常電流の発生が報知される(ステップS28)。

【0159】

一方、ステップS25において、カウント値CNTが基準カウント値CNT_stdに満たないと判定されると、すなわち、連続する3つの第2の演算周期において、モータ電流最大値MCRT_maxが連続してしきい値MCRT_stdを越えなかったときには、ステップS30に示すように、モータ電流最大値MCRT_maxをリセット(MCRT_max=0)してステップS21に戻り、再びモータ電流MCRTの検出を行なう。

【0160】

10

20

30

40

50

以上のように、この発明の実施の形態3によれば、第2の演算周期ごとにモータ電流およびモータ回転数を検出し、かつ連続する3個以上の第2の演算周期のモータ電流およびモータ回転数の検出結果に基づいてモータ電流の異常を判定することから、より高い精度で異常を検出することができ、インバータの保護をより一層厚くすることができる。

【0161】

なお、本実施の形態においても、実施の形態1と同様に、モータ電流の異常を判定するしきい値と基準カウント値との間に相関を持たせることによって、異常検出精度を保持するとともに、異常発生時にインバータにかかる負荷を軽減することができる。

【0162】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【産業上の利用可能性】

【0163】

この発明は、電源から電力の供給を受けて負荷回路を駆動する駆動回路を含む電源装置に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0164】

【図1】この発明の実施の形態1による電源装置の概略ブロック図である。

【図2】図1における制御装置のブロック図である。

【図3】図2に示すインバータ制御回路の制御ブロック図である。

【図4】図2に示す異常電流検出回路のブロック図である。

【図5】図4に示す異常電流検出回路における異常検出動作を説明するための概略図である。

【図6】この発明の実施の形態1による電源装置の異常電流検出動作を説明するためのフローチャートである。

【図7】この発明の実施の形態2に従う電源装置における異常電流検出回路のブロック図である。

【図8】交流モータM1のトルクTとモータ回転数MRNとの関係を示す図である。

【図9】この発明の実施の形態2による電源装置の異常電流検出動作を説明するためのフローチャートである。

【図10】この発明の実施の形態3に従う電源装置における異常電流検出回路のブロック図である。

【図11】図10に示す異常電流検出回路における異常検出動作を説明するための概略図である。

【図12】この発明の実施の形態3による電源装置の異常電流検出動作を説明するためのフローチャートである。

【図13】特許文献1に記載される電気自動車用安全装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0165】

10 電圧センサ、12 インバータ、14 U相アーム、16 V相アーム、18 W相アーム、20 電流センサ、30 レゾルバ、40 制御装置、50 角度補正部、51 電流変換部、52 減算器、53 PI制御部、54 回転速度演算部、55 速度起電力予測演算部、56 加算器、57 変換部、58 駆動信号生成部、60a~60c 電流検出部、62a~62c 異常判定部、64 リレー駆動部、66, 149 報知部、68 制御モード判定部、100 電源装置、110, B 直流電源、120 漏電検出回路、130 負荷回路、149 保護回路、141 電流検出器、142 電流検出回路、143 制御回路、144 出力リレー回路、145 遮断回路、146

10

20

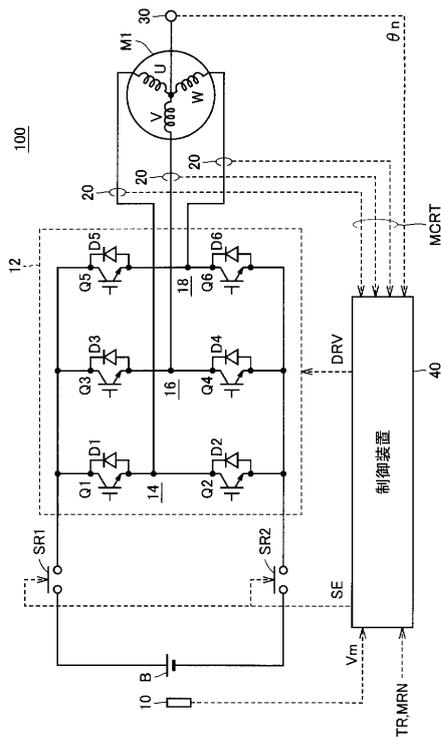
30

40

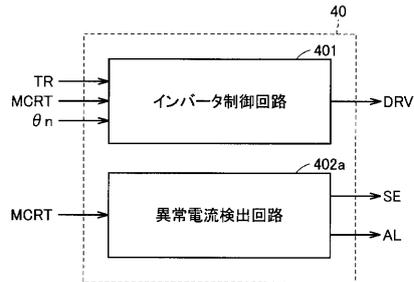
50

ウォッチドッグタイマ、147 温度検出回路、148 エアバッグ検出回路、150 開閉器、151 ドライブ回路、200 安全装置、401 インバータ制御回路、402 a ~ 402 c 異常電流検出回路、SR1, SR2 システムリレー、Q1 ~ Q6 NPNトランジスタ、D1 ~ D6 ダイオード、L 給電回路、M1 交流モータ。

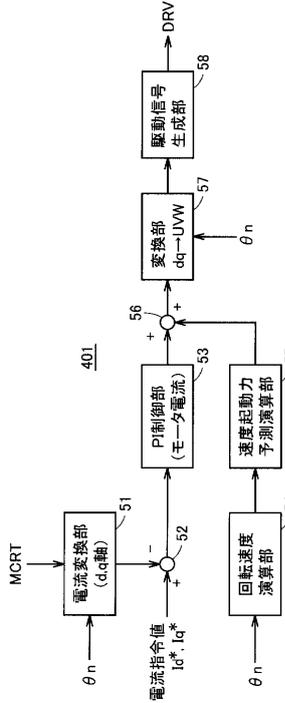
【図1】



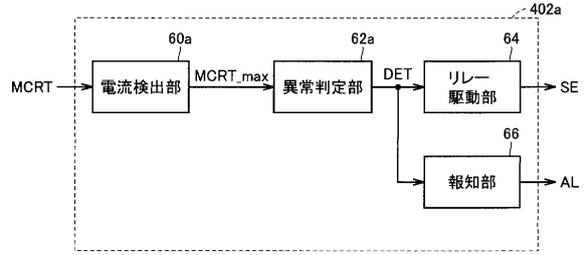
【図2】



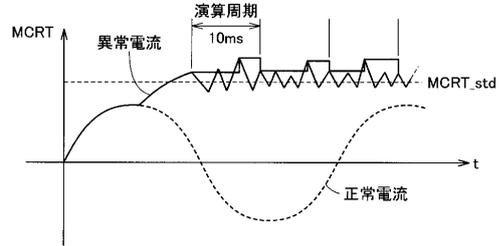
【図3】



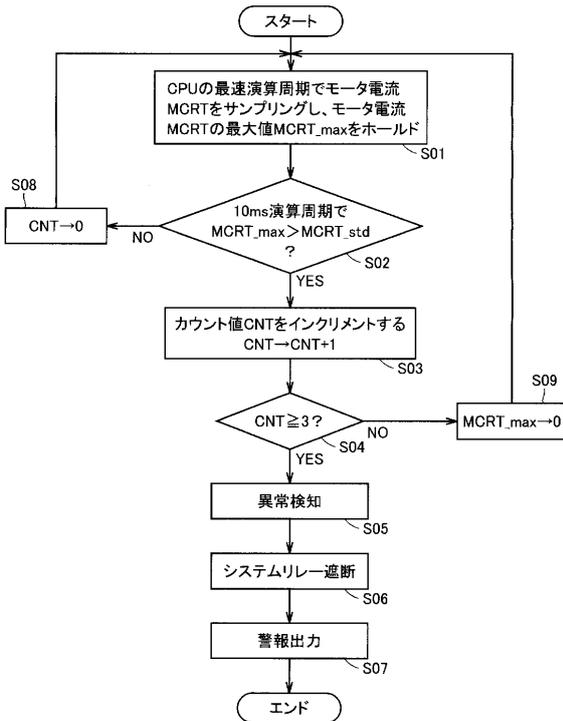
【図4】



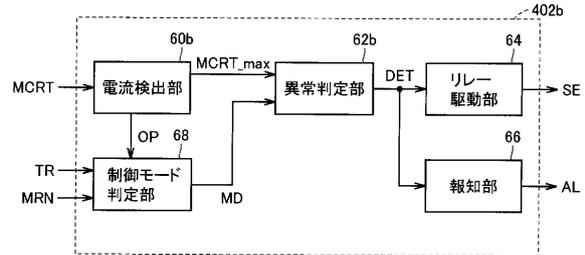
【図5】



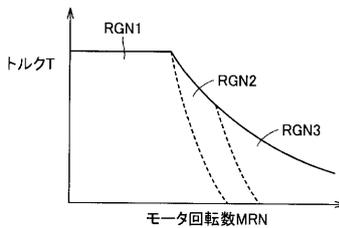
【図6】



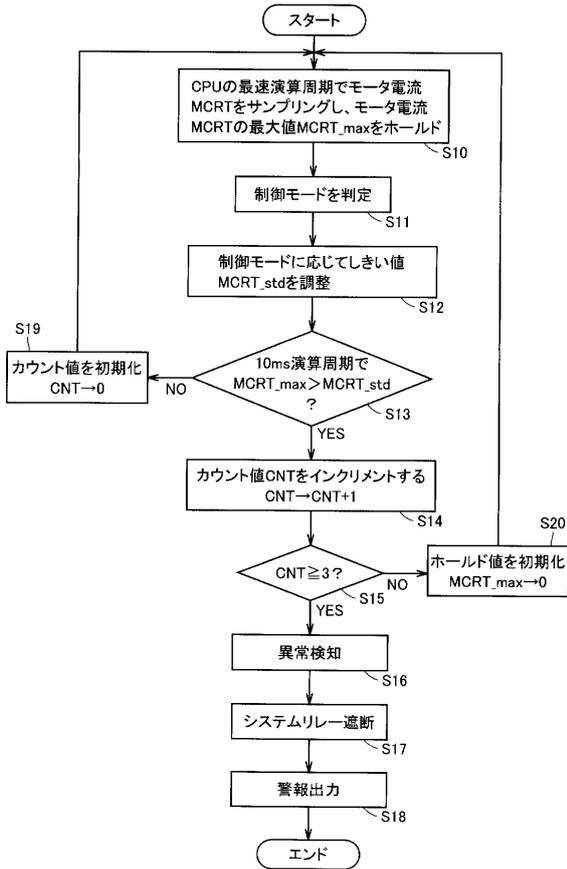
【図7】



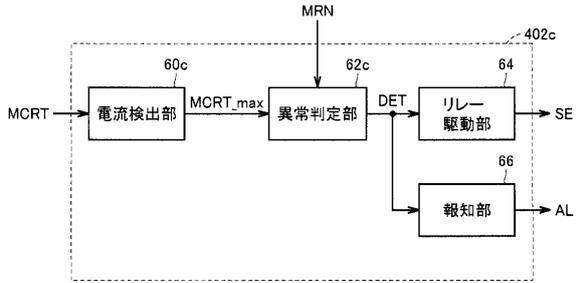
【図8】



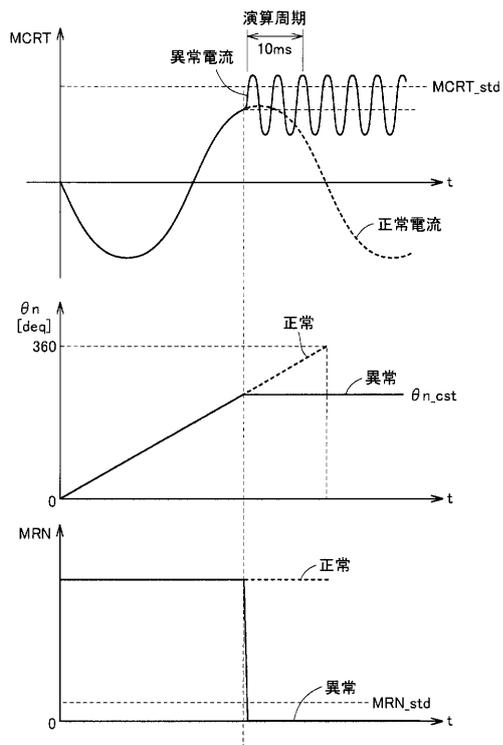
【図9】



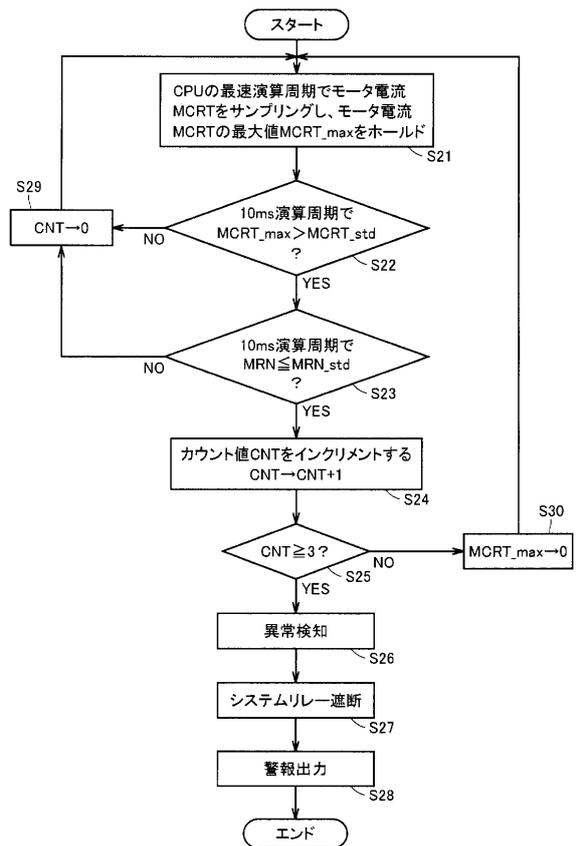
【図10】



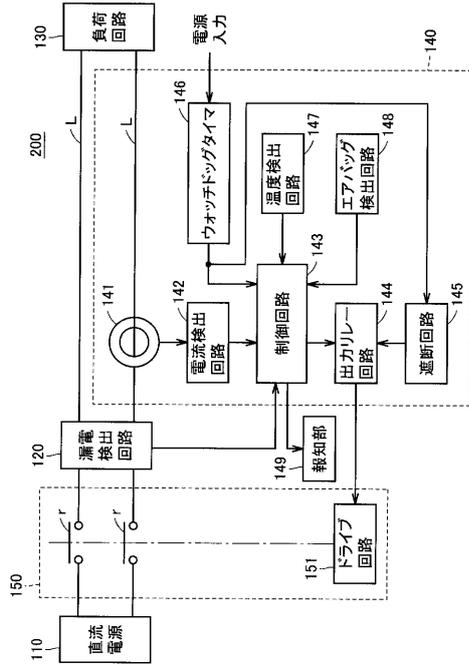
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 上地 辰之

愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内

(72)発明者 八木 浩二

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 槻木澤 昌司

(56)参考文献 特開2002-171792(JP,A)

特開平10-062470(JP,A)

特開平09-047085(JP,A)

特開平08-331862(JP,A)

特開平05-129084(JP,A)

特開2000-324602(JP,A)

特開2000-287493(JP,A)

特開平10-282159(JP,A)

特開平07-123504(JP,A)

特開平07-039002(JP,A)

特開昭58-107022(JP,A)

特開平03-082396(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 7/48

H02P 27/06

G01R 19/165