(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6844702号
(P6844702)

(45)発行日　令和3年3月17日(2021.3.17)　(24)登録日　令和3年3月1日(2021.3.1)

(51)Int.Cl.			F I		
H02P	29/68	(2016.01)	H02P	29/68	
H02M	1/00	(2007.01)	H02M	1/00	R
H05K	7/20	(2006.01)	H05K	7/20	L
			H05K	7/20	M

請求項の数 7　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2019-532331(P2019-532331)
(86)(22)出願日　平成29年7月28日(2017.7.28)
(86)国際出願番号　PCT/JP2017/027499
(87)国際公開番号　WO2019/021469
(87)国際公開日　平成31年1月31日(2019.1.31)
審査請求日　令和2年1月21日(2020.1.21)

(73)特許権者　000003997
日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地
(74)代理人　110000486
とこしえ特許業務法人
(72)発明者　川口　真司
神奈川県厚木市森の里青山１－１　日産自動車株式会社　知的財産部内
(72)発明者　並木　一茂
神奈川県厚木市森の里青山１－１　日産自動車株式会社　知的財産部内

審査官　佐藤　彰洋

最終頁に続く

(54)【発明の名称】機器保護装置及び機器保護方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
発熱体を含む機器の冷却に使用される冷媒の温度を検出する第１センサと、
前記機器の温度を検出する第２センサと、
前記第１センサにより検出された第１検出温度、及び、前記第２センサにより検出された第２検出温度に基づき、前記機器に対して駆動制限をかけるコントローラとを備え、
前記コントローラは、
前記第１検出温度と前記第２検出温度との温度差を演算し、
前記温度差が所定の温度差閾値より高い場合に、前記機器に対して前記駆動制限をかけ、
前記温度差が前記所定の温度差閾値より低く、かつ、前記第２検出温度が所定の第１温度閾値より高い場合に、前記機器に対して前記駆動制限をかける機器保護装置。
【請求項２】
前記コントローラは、
前記第２検出温度が所定の第２温度閾値より高い場合には、前記第２検出温度が上昇し前記第２温度閾値に達した時点の出力を、前記機器からの最大出力に設定する請求項１記載の機器保護装置。
【請求項３】
前記機器はスイッチング素子を有し、
前記第２センサは、前記スイッチング素子の温度を検出し、

前記コントローラは、前記駆動制限として、前記スイッチング素子のスイッチング周波数を、現在の周波数よりも低い周波数に設定する請求項１又は２記載の機器保護装置。
【請求項４】
前記機器は、モータに接続されたスイッチング素子を有し、
前記第２センサは、前記スイッチング素子の温度を検出し、
前記コントローラは、前記駆動制限として、前記モータの回転数に応じて、前記スイッチング素子のスイッチング周波数に制限をかける請求項１～３のいずれか一項に記載の機器保護装置。
【請求項５】
前記コントローラは、
前記駆動制限として前記機器からの上限出力を第１制限値に設定し、
前記機器からの出力に制限をかけた後に、前記第２検出温度が上昇する場合には、前記機器からの上限出力を、前記第１制限値よりも低い第２制限値に設定する請求項１～４のいずれか一項に記載の機器保護装置。
【請求項６】
前記コントローラは、前記第２検出温度が所定の上限値以上である場合には、前記機器の動作を停止させる請求項１～５のいずれか一項に記載の機器保護装置。
【請求項７】
プロセッサを用いて、発熱体を含む機器を保護する保護方法において、
第１センサを用いて、前記機器の冷却に使用される冷媒の温度を検出し、
第２センサを用いて、前記機器の温度を検出し、
前記第１センサにより検出された前記冷媒の検出温度と、前記第２センサにより検出された前記機器の検出温度の温度差を演算し、
前記温度差が所定の温度差閾値より高い場合に、前記機器に対して駆動制限をかけ、
前記温度差が前記所定の温度差閾値より低く、かつ、前記機器の検出温度が所定の温度閾値より高い場合に、前記機器に対して前記駆動制限をかける機器保護方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、機器保護装置及び機器保護方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
温度センサでインバータ温度を検出し、温度変化量を計算し、温度変化量が閾値より大きいときには、インバータ温度の修正を行い。さらに修正後のインバータ温度になまし処理を行い、なまし処理の処理済み温度が上限温度より大きい場合には、負荷制限率設定し、モータのトルクに制限をかける方法が知られている（特許文献１）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００６－２３００３７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、周辺温度が高温の時には、トルク制限が適切なタイミングにかからず、発熱部分が高温になるという問題がある。
【０００５】
本発明が解決しようとする課題は、発熱部分の温度上昇を抑制できる機器保護装置及び機器保護方法を提供することである。
【課題を解決するための手段】
【０００６】

本発明は、機器の冷却に使用される冷媒の温度と機器の温度をそれぞれ検出し、冷媒の検出温度と機器の検出温度の温度差を演算し、温度差が所定の温度差閾値より高い場合に機器に対して駆動制限をかけ、機器の検出温度が所定の温度閾値より高い場合に機器に対して駆動制限をかけることによって上記課題を解決する。

【発明の効果】

【０００７】

本発明によれば、発熱部分の温度上昇を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】図１は、本実施形態に係る機器保護装置を含む駆動システムのブロック図である。

【図２】図２は、機器保護装置の制御フローを示すフローチャートである。

【図３Ａ】図３Ａは、環境温度が低温（T_L）であるときの温度特性を示すグラフである。

【図３Ｂ】図３Ｂは、環境温度が低温（T_L）であるときの温度特性を示すグラフである。

【図４Ａ】図４Ａは、環境温度が高温（T_H）であるときの温度特性を示すグラフである。

【図４Ｂ】図４Ｂは、環境温度が高温（T_H）であるときの温度特性を示すグラフである。

【図５Ａ】図５Ａは、環境温度が低温（T_L）であるときの温度特性を示すグラフである。

【図５Ｂ】図５Ｂは、環境温度が低温（T_L）であるときの温度特性を示すグラフである。

【図６Ａ】図６Ａは、環境温度が高温（T_H）であるときの温度特性を示すグラフである。

【図６Ｂ】図６Ｂは、環境温度が高温（T_H）であるときの温度特性を示すグラフである。

【図７】図７は、本実施形態の変形例における、温度と上限値との関係性を示すグラフである。

【図８】図８は、本実施形態の変形例における、温度と上限値との関係性を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【０００９】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。本実施形態に係る機器保護装置は、発熱体を含む機器の温度上昇を抑制する装置である。機器保護装置は、例えば車両に搭載される駆動システムに設けられ、駆動システムに含まれる機器の温度を管理しつつ、機器の温度上昇を抑制している。

【００１０】

以下の説明では、機器保護装置が車両用の駆動システムに設けられた例を説明する。なお、機器保護装置は、必ずしも駆動システムに設けられる必要はなく、発熱部分を含んだ他のシステムに設けられてよい。また機器保護装置は、車両に限らず他の装置に設けられてもよい。

【００１１】

図１は、本実施形態に係る機器保護装置を含む駆動システムのブロック図である。駆動システムは、電源１、負荷２、電力変換装置３、冷却装置４、及びコントローラ１０を備えている。

【００１２】

電源１は、車両の電力源であって、リチウムイオン電池などの二次電池を並列又は直列に接続した電池群である。負荷２は、モータ（電動機）であり、車輪に対して回転力を与

えるように車輪と連結されている。負荷２には、例えば三相交流モータが用いられる。

【００１３】

電力変換装置３は、電源１と負荷２との間に接続されている。電力変換装置３は、インバータ回路及び制御回路等を有している。インバータ回路は、ＩＧＢＴ等のスイッチング素子をブリッジ状に接続した、２相３相変換を可能とする回路である。インバータ回路は、負荷２と電源１との間に接続されている。インバータ回路は、複数のスイッチング素子を直列に接続した直列回路を、３相分並列に接続している。インバータ回路において、上アームのスイッチング素子と下アームのスイッチング素子との各接続点は、モータ側のＵＶＷ相の出力端子に接続されている。また、インバータ回路は、平滑コンデンサを有している。平滑コンデンサは、電源１の入出力電圧を平滑し、ブリッジ状のスイッチング素子の回路と電源１側の接続端子との間に接続されている。

【００１４】

電力変換装置３は、装置の内部温度を検出するための温度センサ２１を有している。電力変換装置３は、インバータ回路に含まれるスイッチング素子のオン、オフを切り換えることで電力変換を行う。スイッチング素子がオン、オフ動作を行うと、スイッチング損失等により発熱する。スイッチング素子はパワーモジュールとしてモジュール化されており、電力変換装置３の内部に設けられている。温度センサ２１は、スイッチング素子のスイッチング動作によって上昇するパワーモジュールの温度を検出している。温度センサ２１はパワーモジュールに設置されている。温度センサ２１は検出値をコントローラ１０に出力する。なお、温度センサ２１の検出値は、電力変換装置３内のコントローラを介して、コントローラ１０に出力されてもよい。なお、温度センサ２１は、パワーモジュールに限らず、電力変換装置３の他の内部部品の温度を検出できるように、電力変換装置に設けられてもよい。

【００１５】

冷却装置４は、電力変換装置３内に冷媒を循環させることで、電力変換装置３を冷却する。冷却装置４は、冷媒を出力するためのポンプ、冷媒量を調整するための調整弁、熱交換器等を有している。冷却装置４と電力変換装置３との間は、冷媒を通す流路で接続されている。流路は、冷却装置４から出て、電力変換装置の内部を通り、冷却装置４に戻るように形成されている。冷媒は、パワーモジュールの冷却に使用され、水などの液体、冷媒ガス等である。

【００１６】

冷却装置４は、冷媒の温度を検出するための温度センサ２２を有している。温度センサ２２は流路に設けられている。温度センサ２２は、検出値をコントローラ１０に出力する。

【００１７】

コントローラ１０は、機器保護装置の制御処理を実行するコンピュータであり、温度センサ２１の検出温度及び温度センサ２２の検出温度に基づき電力変換装置３を制御することで、電力変換装置３を保護する。コントローラ１０は、電力変換装置３を保護するための制御を実行させるプログラムが格納されたＲＯＭ（Read Only Memory）と、このＲＯＭに格納されたプログラムを実行するためのＣＰＵ（Central Processing Unit）と、アクセス可能な記憶装置として機能するＲＡＭ（Random Access Memory）と、を備える。コントローラ１０は、電力変換装置３内のコントローラと信号線で接続されている。なお、コントローラ１０は、電力変換装置３内に設けられて、コントローラ１０が、スイッチング動作を制御する機能を有してもよい。また、コントローラ１０は、パワーモジュール内のスイッチング素子を直接制御してもよい。

【００１８】

次に、コントローラ１０による電力変換装置３を保護するための制御フローを、図２を用いて説明する。コントローラ１０は、電力変換装置３の駆動中、以下の制御フローを所定の周期で実行している。

【００１９】

ステップＳ１にて、コントローラ１０は、温度センサ２２を用いて、冷媒の温度（Ｔ１）を検出する。ステップＳ２にて、コントローラ１０は、温度センサ２１を用いて、電力変換装置３のパワーモジュールの温度（機器温度：Ｔ２）を検出する。

【００２０】

ステップＳ３にて、コントローラ１０は、検出された冷媒温度（Ｔ１）と検出された機器温度（Ｔ２）との差分を求めることで、温度差（ΔＴ＝Ｔ２－Ｔ１）を演算する。

【００２１】

ステップＳ４にて、コントローラ１０は、温度差と所定の温度差閾値（$\Delta T_{_th}$）とを比較する。温度差閾値（$\Delta T_{_th}$）は予め設定された閾値である。後述するように環境温度が低い場合には、機器の温度上昇の速さは、冷媒の温度上昇の速さよりも速く、温度差の上昇も速くなる。温度差閾値（$\Delta T_{_th}$）は、低温状態で電力変換装置３の温度が上昇する状態で、電力変換装置３の温度が許容温度に達する前に、電力変換装置３に対して駆動制限を加えるタイミングを、温度差で示している。

【００２２】

温度差（ΔＴ）が温度差閾値（$\Delta T_{_th}$）以下である場合には、コントローラ１０はステップＳ５の制御フローを実行する。一方、温度差（ΔＴ）が温度差閾値（$\Delta T_{_th}$）より大きい場合には、コントローラ１０はステップＳ６の制御フローを実行する。

【００２３】

ステップＳ５にて、コントローラ１０は、機器温度（Ｔ２）と温度閾値（$T_{_th1}$）とを比較する。機器温度（Ｔ２）が温度閾値（$T_{_th1}$）より高い場合には、コントローラ１０はステップＳ６の制御フローを実行する。一方、機器温度（Ｔ２）が温度閾値（$T_{_th1}$）以下である場合には、コントローラ１０はステップＳ８の制御フローを実行する。温度閾値（$T_{_th1}$）は、後述する第１保護処理を実行するか否かを判定するための閾値であり、温度差閾値（$\Delta T_{_th}$）よりも高い温度に設定されている。温度差閾値（$\Delta T_{_th}$）は低温環境用の閾値であり、温度閾値（$T_{_th1}$）は高温環境用の閾値である。

【００２４】

ステップＳ６にて、コントローラ１０は、現在のモータの駆動状態に基づき、スイッチング周波数の制限が可能であるか否かを判定する。コントローラ１０は、電力変換装置３から、モータ回転数を取得することで、モータの駆動状態を確認する。スイッチング周波数は、スイッチング素子のオン、オフを制御する際のキャリア周波数である。温度差（ΔＴ）が温度差閾値（$\Delta T_{_th}$）より高い場合、又は、機器温度（Ｔ２）が温度閾値（$T1_{_th1}$）より高い場合には、パワーモジュールの温度上昇を抑制するために、パワーモジュールに対して駆動制限をかける。パワーモジュールに駆動制限をかけることで、モータの駆動にも制限がかかる。駆動制限は、キャリア周波数を現在の周波数より低くすることで実行される。しかしながら、モータの回転数が高い状態でスイッチング周波数を低く設定した場合には、制御発散する可能性がある。そこで、ステップＳ６の制御フローでは、モータの駆動状態が、スイッチング周波数を低く設定できる状態にあるか否かを判定する。具体的には、コントローラ１０は、現在のモータ回転数と回転数閾値とを比較し、現在のモータ回転数（Ｎ）が回転数閾値（N_{th}）より低い場合にはスイッチング周波数を制限できると判定し、現在のモータ回転数が回転数閾値以上である場合にはスイッチング周波数を制限できないと判定する。回転数閾値は予め設定されており、モータのトルクに応じた値にしてもよい。

【００２５】

スイッチング周波数を制限できると判定された場合には、ステップＳ７にて、コントローラ１０は第１保護処理を実行する。第１保護処理は、スイッチング周波数に制限をかけることで、モータに対して駆動制限をかける。具体的には、コントローラ１０は、電力変換装置３から現在のモータの出力トルク及びモータ回転数を取得する。選択可能なスイッチング周波数は予め設定されており、モータの駆動状態に応じて、選択可能なスイッチング周波数が異なる。

【００２６】
例えば、選択可能なスイッチング周波数として、３つの周波数（f_{sw1}、f_{sw2}、f_{sw3}）が予め設定されている。ただし、周波数（f_{sw3}）が最も高く、周波数（f_{sw1}）が最も低い。また、回転数閾値より低い回転数閾値（N_{th_L}）が予め設定されている。そして、モータの現在の回転数に応じて、選択可能なスイッチン周波数が決まる。モータの現在の回転数Ｎが回転数閾値（N_{th}）より高い場合には、選択可能なスイッチング周波数はf_{sw3}のみであり、スイッチング周波数の制限ができない状態に相当する。モータの現在の回転数が回転数閾値（N_{th}）以下で、回転数閾値（N_{th_L}）より高い場合には、選択可能なスイッチング周波数は、周波数（f_{sw3}）及び周波数（f_{sw2}）である。そして、例えば、現在のキャリア周波数が周波数（f_{sw2}）より高く周波数（f_{sw3}）より低い場合には、コントローラ１０は、キャリア周波数を周波数（f_{sw2}）に設定し、キャリア周波数に対して制限をかける。また、モータの現在の回転数が回転数閾値（N_{th_L}）以下である場合には、選択可能なスイッチング周波数は、周波数（f_{sw1}）、周波数（f_{sw2}）、周波数（f_{sw3}）である。例えば、現在のキャリア周波数が周波数（f_{sw3}）より高い場合は、コントローラ１０は、キャリア周波数を周波数（f_{sw3}）に設定し、キャリア周波数に対して制限をかける。すなわち、コントローラ１０は、モータの現在の回転数に応じて選択可能なスイッチング周波数が複数ある場合には、現在のキャリア周波数よりも低いキャリア周波数に設定する。これにより、損失が抑制され、パワーモジュールの発熱を抑制できる。なお、選択可能なスイッチング周波数は、モータ回転数に限らず、モータのトルクにより決定してもよい。
【００２７】
ステップＳ８にて、コントローラ１０は、機器温度（Ｔ２）と温度閾値（$T_{_th2}$）とを比較する。温度閾値（$T_{_th2}$）は、後述する第２保護処理を実行するか否かを判定するための閾値であり、温度閾値（$T_{_th1}$）よりも高い温度に設定されている。機器温度（Ｔ２）が温度閾値（$T_{_th2}$）より高い場合には、コントローラ１０はステップＳ９の制御フローを実行する。一方、機器温度（Ｔ２）が温度閾値（$T_{_th2}$）以下である場合には、コントローラ１０はステップＳ１０の制御フローを実行する。
【００２８】
ステップＳ９にて、コントローラ１０は、第２保護処理を実行する。第２保護処理は、機器温度（Ｔ２）が温度閾値（$T_{_th2}$）に達した時点の要求トルクを、モータからの最大出力に設定することで、モータからの出力トルクに制限をかける。具体的には、機器温度（Ｔ２）が温度閾値（$T_{_th2}$）に達した場合に、コントローラ１０は、電力変換装置３のコントローラに対して、要求トルクに応じたトルク指令値の上限を現在のトルク指令値にするよう、指令信号を送信する。電力変換装置３のコントローラは、指令信号を受信したとき、現在のトルク指令を上限値に設定する。上限値が設定された後に、ドライバーのアクセル操作により、トルク指令の上限値を超えるような要求トルクが入力された場合でも、コントローラは、トルク指令値を上限値に制限した上で、モータの現在の回転数、モータの現在の電流に応じたスイッチング信号を生成し、スイッチング素子を制御する。これにより、要求トルクに制限が加わるため、モータの出力トルクが抑制され、その結果として、パワーモジュールの温度が抑制される。
【００２９】
ステップＳ１０にて、コントローラ１０は、機器温度（Ｔ２）と上限温度（$T_{_fail}$）とを比較する。上限温度（$T_{_fail}$）は、パワーモジュールに許容される温度の上限値を示しており、温度閾値（$T_{_th1}$）及び温度閾値（$T_{_th2}$）よりも高い温度に設定されている。機器温度（Ｔ２）が上限温度（$T_{_fail}$）より高い場合には、コントローラ１０はステップＳ１１の制御フローを実行する。一方、機器温度（Ｔ２）が上限温度（$T_{_fail}$）以下である場合には、コントローラ１０は制御フローを終了する。
【００３０】
ステップＳ１１にて、コントローラ１０は、電力変換装置３内のコントローラに対して

、モータを強制的に停止させる旨のフェールセーフ信号を送信する。電力変換装置３内のコントローラは、フェールセーフ信号を受信した場合には、電力変換装置３の動作を停止させる（フェールセーフ処理）。これにより、パワーモジュールが上限値を超えることを防止できる。

【００３１】

次に、図３Ａ、図３Ｂ、図４Ａ、図４Ｂを用いて、第１保護処理と温度の関係について説明する。図３Ａ、図３Ｂは環境温度が低温（T_L）であるときの温度特性を示し、図４Ａ、図４Ｂは環境温度が高温（T_H）であるときの温度特性を示す。図３Ａ、図３Ｂ、図４Ａ、図４Ｂにおいて、グラフａは温度差（ΔＴ）の特性を示し、グラフｂは温度センサ２２で検出される冷媒温度（Ｔ１）を示し、グラフｃは温度センサ２１で検出される機器温度（Ｔ２）を示し、グラフｄはスイッチング素子の実際の温度（Ｔｓｗ）を示す。また横軸は時間を示し、縦軸は温度の大きさを示す。図３Ａ及び図４Ａは、本実施形態に係る機器保護装置を駆動システムに設けない時の特性（比較例）を示している。図３Ｂ及び図４Ｂは、本実施形態に係る機器保護装置を駆動システムに設けたときの特性を示している。

【００３２】

図３Ａに示すように、環境温度が低い時には、機器温度（Ｔ２）は、時刻ｔ２の時点で温度閾値（$T_{_th1}$）に達する。一方、温度差（ΔＴ）は、時刻ｔ２よりも早い時刻ｔ１の時点で、温度差閾値（$\Delta T_{_th}$）に達する。すなわち、低温時には、機器温度（Ｔ２）が温度閾値（$T_{_th1}$）に達する前に、冷媒温度と機器温度との温度差が広がり、温度差（ΔＴ）は温度差閾値（$\Delta T_{_th}$）に達する。そして、図３Ｂに示すように、本実施形態では、温度差（ΔＴ）が温度差閾値（$\Delta T_{_th}$）に達した時点で、第１保護処理が実行されるため、スイッチング素子の温度が高温になる前に損失が低減され、スイッチング素子温度（Ｔｓｗ）を抑制できる。一方、第１保護処理を実行しない比較例では、時刻ｔ１以降も、スイッチング素子温度（Ｔｓｗ）は上昇し続ける。

【００３３】

図４Ａに示すように、環境温度が高い時には、温度差（ΔＴ）が温度差閾値（$\Delta T_{_th}$）に達する時点（時刻t_4）よりも先に、機器温度（Ｔ２）が温度閾値（$T_{_th1}$）に達する（時刻t_3）。そして、図４Ｂに示すように、本実施形態では、温度差（Ｔ２）が温度閾値（$T_{_th1}$）に達した時点で、第１保護処理が実行されるため、スイッチング素子の温度が高温になる前に損失が低減され、スイッチング素子温度（Ｔｓｗ）を抑制できる。

【００３４】

次に、図５Ａ、図５Ｂ、図６Ａ、図６Ｂを用いて、第２保護処理と温度の関係について説明する。図５Ａ、図５Ｂは環境温度が低温（T_L）であるときの温度特性を示し、図６Ａ、図６Ｂは環境温度が高温（T_H）であるときの温度特性を示す。図５Ａ、図５Ｂ、図６Ａ、図６Ｂにおいて、グラフａは温度差（ΔＴ）の特性を示し、グラフｂは温度センサ２２で検出される冷媒温度（Ｔ１）を示し、グラフｃは温度センサ２１で検出される機器温度（Ｔ２）を示し、グラフｄはスイッチング素子の実際の温度（Ｔｓｗ）を示す。また横軸は時間を示し、縦軸は温度の大きさを示す。図５Ａ及び図６Ａは、本実施形態に係る機器保護装置が第１保護処理のみをした場合の特性を示しており、図５Ｂ及び図６Ｂは、本実施形態に係る機器保護装置が第１保護処理及び第２保護処理をした場合の特性を示している。

【００３５】

図５Ａに示すように、第１保護処理後に、パワーモジュールの温度が上昇し続けた場合には、機器温度（Ｔ２）が時刻（t_5）の時点で上限温度（$T_{_fail}$）に達するため、フェールセーフ処理が実行される。一方、本実施形態では、図５Ｂに示すように、機器温度（Ｔ２）が上限温度（$T_{_fail}$）に達する前に、機器温度（Ｔ２）が温度閾値（$T_{_th2}$）に達した時点で、第２保護処理が実行され、機器温度（Ｔ２）が温度閾値（$T_{_th2}$）に達した時点の出力を上限として、トルク制限がかかる。これにより、スイ

ッチング素子の温度上昇を抑制し、電力変換装置３の動作可能な時間を延ばすことができる。

【００３６】

図６Ａに示すように、第１保護処理後に、パワーモジュールの温度が上昇し続けた場合には、機器温度（Ｔ２）が時刻（t_6）の時点で上限温度（$T_{_fail}$）に達するため、フェールセーフ処理が実行される。一方、本実施形態では、図６Ｂに示すように、機器温度（Ｔ２）が上限温度（$T_{_fail}$）に達する前に、機器温度（Ｔ２）が温度閾値（$T_{_th2}$）に達した時点で、第２保護処理が実行され、機器温度（Ｔ２）が温度閾値（$T_{_th2}$）に達した時点の出力を上限として、トルク制限がかかる。これにより、環境温度の高温時も、スイッチング素子の温度上昇を抑制し、電力変換装置３の動作可能な時間を延ばすことができる。

【００３７】

上記のように本実施形態に係る機器保護装置は、パワーモジュール等の機器の冷却に使用される冷媒の温度と機器の温度をそれぞれ検出し、冷媒の検出温度と機器の検出温度の温度差を演算し、温度差が温度差閾値（ΔT_{th}）より高い場合に機器に対して駆動制限をかけ、機器の検出温度が温度閾値（$T_{_th1}$）より高い場合に機器に対して駆動制限をかける。これにより、発熱体の温度上昇を抑制し、発熱体又は機器加える熱負荷を抑制できる。また機器の動作時間を延ばすことができる。

【００３８】

また本実施形態では、機器の検出温度が温度閾値（$T_{_th2}$）より高い場合には、機器の検出温度が上昇し温度閾値（$T_{_th2}$）に達した時点の出力を、機器からの最大出力に設定する。これにより、発熱体の温度を上げる直接の原因となっている出力を制限し、機器の動作可能な時間を拡大することができる。

【００３９】

また本実施形態では、機器の駆動制限として、スイッチング素子のスイッチング周波数を、現在の周波数よりも低い周波数に設定する。これにより、損失を低減することで、電力変換装置の出力に制限を掛けずに、温度上昇を抑制できる。

【００４０】

また本実施形態では、駆動制限として、モータの回転数に応じて、スイッチング素子のスイッチング周波数に制限をかける。これにより、モータ回転数に応じた最適な周波数を設定し、制御発散を防止できる。

【００４１】

また本実施形態では、機器の検出温度が温度閾値（$T_{_fail}$）以上である場合には、機器の動作を停止させる。これにより、機器に異常が生じることを防止できる。

【００４２】

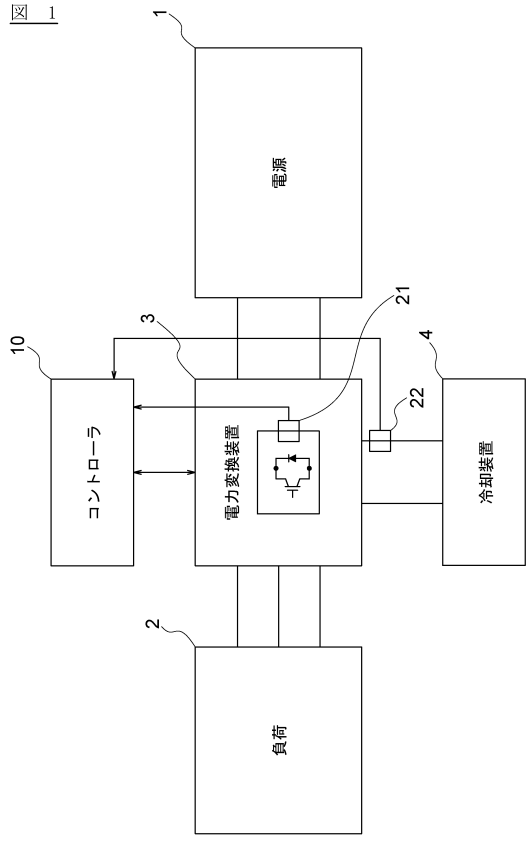
また本実施形態の変形例として、第２保護処理は、モータからの上限出力を第１制限値に設定し、モータの出力に制限をかけた後に、機器温度が上昇する場合には、モータからの上限出力を、第２制限値よりも低い値に設定する。図７は、機器温度と、モータからの上限出力の制限値の関係を示すグラフである。

【００４３】

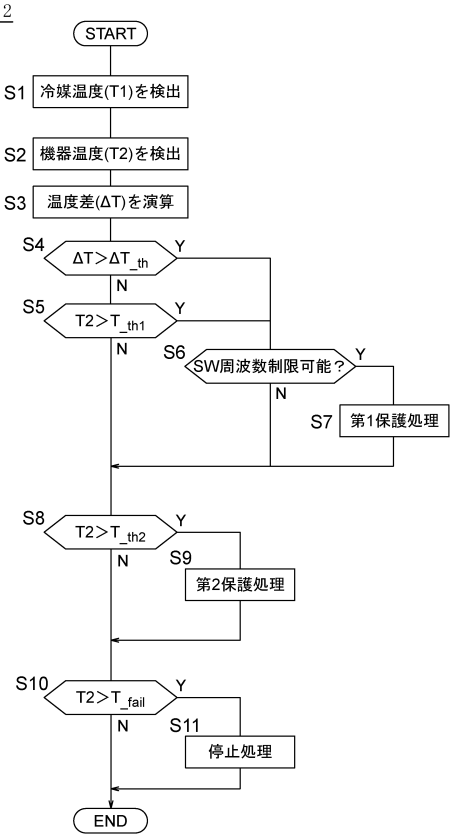
図７に示すように、機器温度（Ｔ２）が温度閾値（$T_{_th2}$）以下である場合には、モータからの上限出力がP_{th1}に設定される。そのため、モータからの出力は上限値（P_{th1}）以下に抑制される。さらに、モータからの出力を上限値（P_{th1}）に制限した状態で、機器温度（Ｔ２）が温度閾値（$T_{_th2}$）より高くなる場合には、コントローラ１０は、図７に示す関係性に基づき、モータからの上限出力に対して更なる制限がかかる。コントローラ１０は、図７の関係性を示すマップを記憶している。コントローラ１０は、マップを参照しつつ、機器温度（$T2 > T_{_th2}$）に対応する上限値（P_{th}）を特定し、特定された上限値で、モータからの出力に制限を加える。これにより、変形例に係る保機器護装置は、発熱体の温度上昇を抑制できる。また、出力を完全に止めていないため、最低限の動力性能は維持できる。

【００４４】
なお、機器温度と上限値の関係性は、図８のグラフで示すような関係性でもよい。図８では、機器温度（Ｔ２）が温度閾値（T_{th2}）より高くなるにつれて、モータからの出力の上限値が比例関係で小さくなっている。
【符号の説明】
【００４５】
１…電源
２…負荷
３…電力変換装置
４…冷却装置
１０…コントローラ
２１、２２…温度センサ

【図１】
図 1

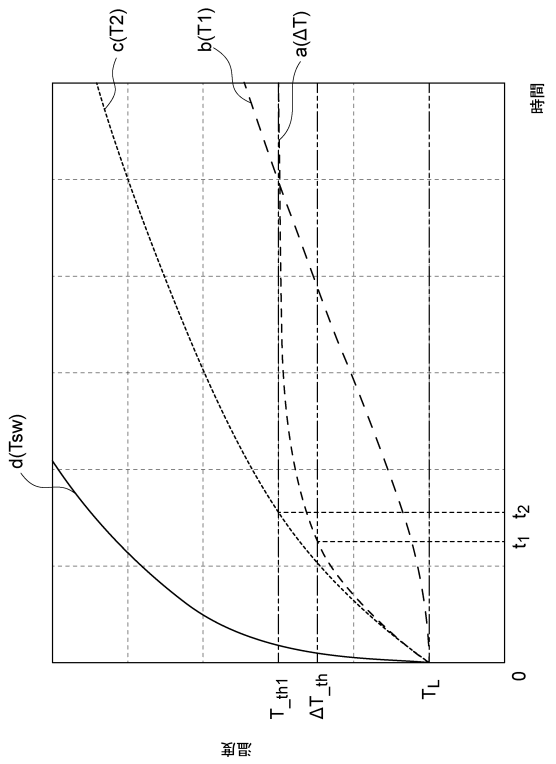


【図２】
図 2



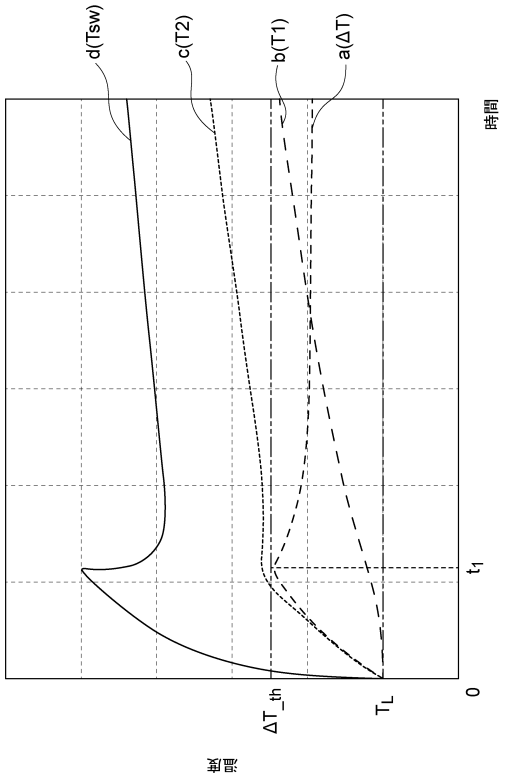
【図３Ａ】

図 3A



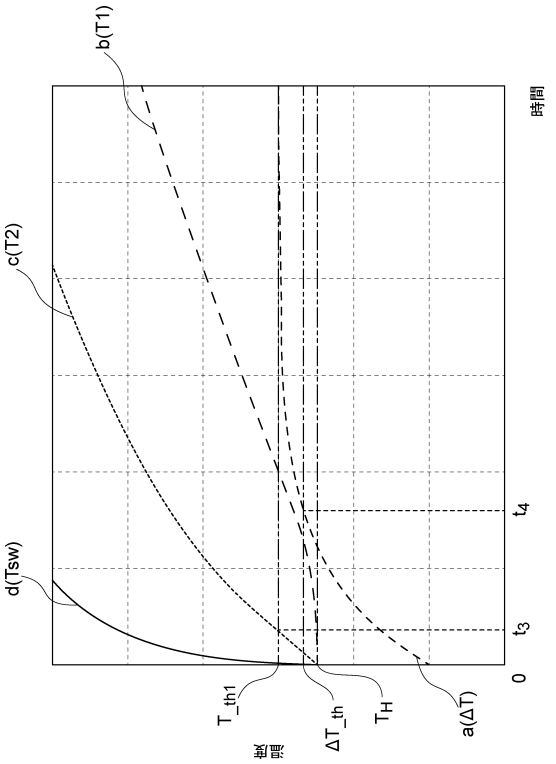
【図３Ｂ】

図 3B



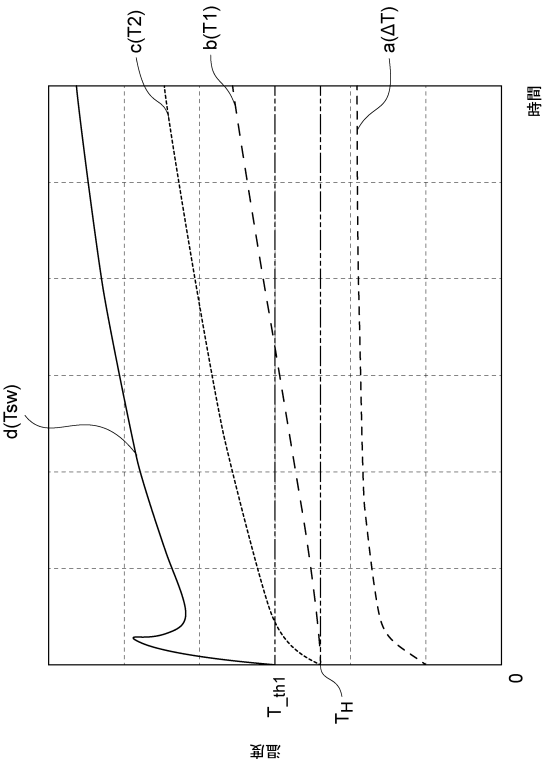
【図４Ａ】

図 4A



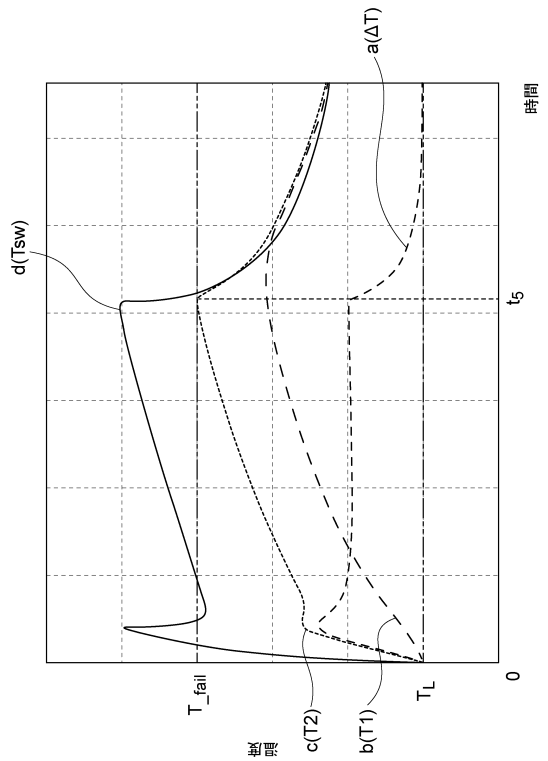
【図４Ｂ】

図 4B



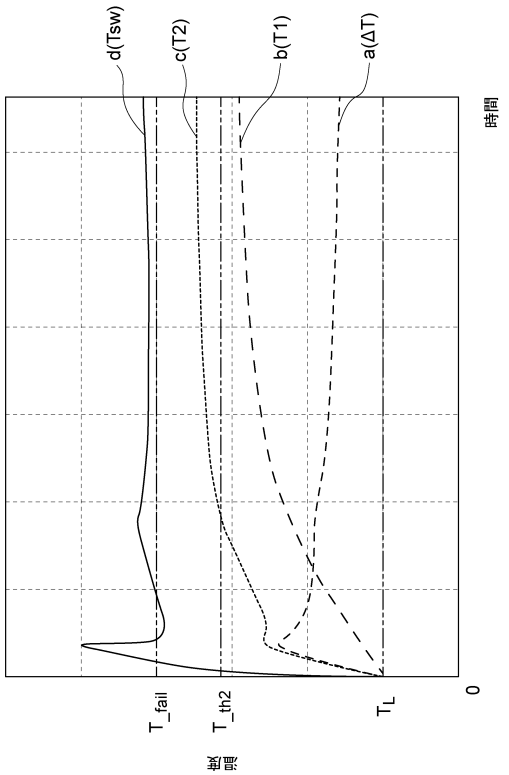
【図５Ａ】

図 5A



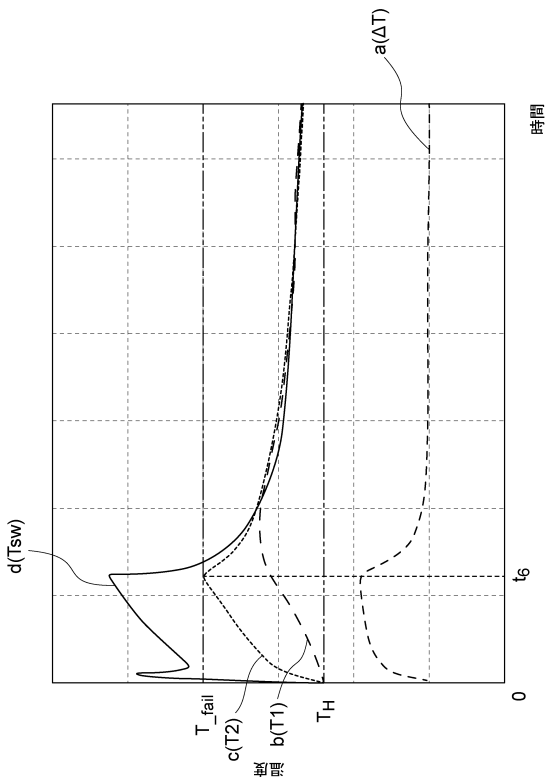
【図５Ｂ】

図 5B



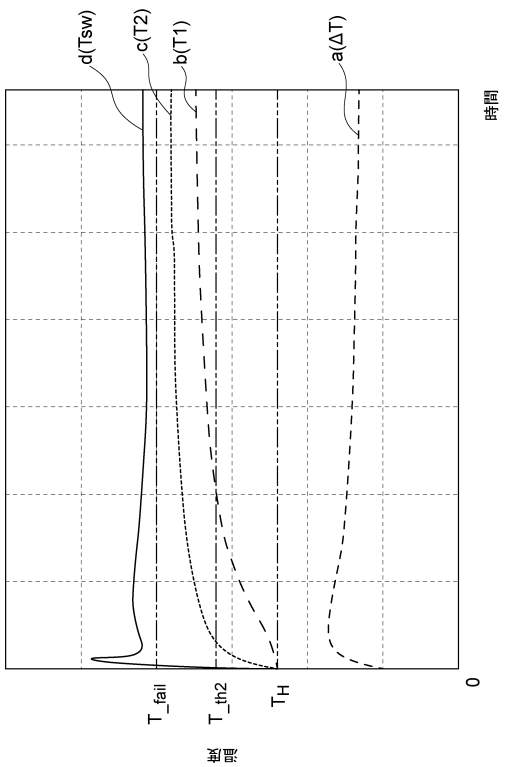
【図６Ａ】

図 6A



【図６Ｂ】

図 6B



【図７】

図 7

【図８】

図 8

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２０１５－０８２８６９（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－１４８０７９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－２７９０８４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－２１５７９１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０２Ｐ　２７／０６
Ｈ０２Ｐ　２９／００－２９／６８
Ｈ０２Ｍ　１／００
Ｈ０２Ｋ　９／００－９／２８
Ｈ０５Ｋ　７／２０