

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6759830号
(P6759830)

(45) 発行日 令和2年9月23日(2020.9.23)

(24) 登録日 令和2年9月7日(2020.9.7)

(51) Int.Cl. F I
HO2M 7/48 (2007.01) HO2M 7/48 M

請求項の数 9 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-155615 (P2016-155615) (22) 出願日 平成28年8月8日(2016.8.8) (65) 公開番号 特開2018-26903 (P2018-26903A) (43) 公開日 平成30年2月15日(2018.2.15) 審査請求日 令和1年7月12日(2019.7.12)</p>	<p>(73) 特許権者 000005234 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 (74) 代理人 100104433 弁理士 官園 博一 (72) 発明者 滝沢 聡毅 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内 審査官 遠藤 尊志</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力変換装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

平滑用のコンデンサと、
 前記コンデンサに並列に接続されている、直流電流を交流電流に変換する半導体素子部と、

前記半導体素子部から負荷に流れる電流値が過電流検出値以上になったか否かを検出する過電流検出部と、を備え、

前記コンデンサの温度または前記コンデンサの近傍の温度が第1の温度よりも低い場合において、前記コンデンサの温度または前記コンデンサの近傍の温度が低くなるほど、前記過電流検出値を小さくするように構成されている、電力変換装置。

【請求項2】

前記半導体素子部から前記負荷に流れる電流値が前記過電流検出値以上になった場合、前記半導体素子部の運転を停止するように構成されている、請求項1に記載の電力変換装置。

【請求項3】

前記コンデンサの温度または前記コンデンサの近傍の温度が前記第1の温度以上の場合には、前記過電流検出値を略一定にするように構成されている、請求項1または2に記載の電力変換装置。

【請求項4】

前記コンデンサの温度または前記コンデンサの近傍の温度が前記第1の温度よりも低い

場合において、前記コンデンサの温度または前記コンデンサの近傍の温度が低くなるほど、前記過電流検出値を、線形関数的、指数関数的、または、階段状に小さくするように構成されている、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 5】

前記過電流検出値を、線形関数的または階段状に小さくする場合において、前記過電流検出値の変化率を略一定にするように構成されている、請求項 4 に記載の電力変換装置。

【請求項 6】

前記過電流検出値を、指数関数的または階段状に小さくする場合において、前記コンデンサの温度または前記コンデンサの近傍の温度が低くなるほど、前記過電流検出値の変化率を大きくするように構成されている、請求項 4 に記載の電力変換装置。

10

【請求項 7】

前記過電流検出値を、線形関数的に小さくする場合において、前記コンデンサの温度または前記コンデンサの近傍の温度が、前記第 1 の温度よりも低い第 2 の温度未満の場合には、前記コンデンサの温度または前記コンデンサの近傍の温度に対する前記過電流検出値の変化率を第 1 の変化率にするとともに、前記コンデンサの温度または前記コンデンサの近傍の温度が、前記第 2 の温度以上でかつ前記第 1 の温度よりも低い場合には、前記コンデンサの温度または前記コンデンサの近傍の温度に対する前記過電流検出値の変化率を、前記第 1 の変化率よりも小さい第 2 の変化率にするように構成されている、請求項 4 に記載の電力変換装置。

【請求項 8】

20

前記過電流検出値の温度依存性の関数と、前記コンデンサの抵抗値の温度依存性の関数との積値が略一定になる前記過電流検出値の温度依存性の関数の特性に沿うように、前記過電流検出値を小さくするように構成されている、請求項 6 または 7 に記載の電力変換装置。

【請求項 9】

前記半導体素子部から前記負荷に流れる電流値が前記過電流検出値以上になることによって前記半導体素子部の運転が停止した場合において、前記半導体素子部から前記負荷に流れる電流値が、前記コンデンサの温度または前記コンデンサの近傍の温度が前記第 1 の温度以上の場合の前記過電流検出値よりも小さい場合には、所定時間後に前記半導体素子部の運転を再開させるように構成されている、請求項 2 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電力変換装置に関し、特に、コンデンサを備える電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、コンデンサを備える電力変換装置が知られている（たとえば、特許文献 1 参照）。

【0003】

40

上記特許文献 1 に記載の電力変換装置は、コンデンサ（電解コンデンサ）と、負荷（モータ）を駆動する半導体素子部（インバータ回路）と、半導体素子部に含まれる半導体素子の駆動を制御する制御手段と、コンデンサの温度を検出する温度センサ（温度検出手段）と、を備える。ここで、コンデンサは、低温環境下において、抵抗値（等価直列抵抗値）が上昇する傾向がある。このため、コンデンサの温度が低いとコンデンサに高電圧がかかりやすくなり、コンデンサ自身や並列に接続されている半導体素子の破壊につながるおそれが生じる。そこで、制御手段は、温度センサによって検出されたコンデンサの温度が予め定められた目標温度よりも低い場合に、負荷の通常駆動開始前に、リップル電圧が許容値内となるように制限された電流を負荷に流すように制御を行う。制限された電流を負荷に流している間に、コンデンサの温度は目標温度まで上昇する。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-222925号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献1に記載の電力変換装置では、負荷（モータ）に流れる電流値が制限されている場合でも、短絡などの要因で制御された電流値以上の電流が負荷に流れた場合においては、コンデンサ（電解コンデンサ）に高電圧がかかるという問題点がある。

10

【0006】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の1つの目的は、低温環境下において、コンデンサに高電圧がかかるのを抑制することが可能な電力変換装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明の一の局面による電力変換装置は、平滑用のコンデンサと、コンデンサに並列に接続されている、直流電流を交流電流に変換する半導体素子部と、半導体素子部から負荷に流れる電流値が過電流検出値以上になったか否かを検出する過電流検出部と、を備え、コンデンサの温度またはコンデンサの近傍の温度が第1の温度よりも低い場合において、コンデンサの温度またはコンデンサの近傍の温度が低くなるほど、過電流検出値を小さくするように構成されている。

20

【0008】

この発明の一の局面による電力変換装置では、コンデンサの抵抗値（等価直列抵抗値）が大きくなる低温環境下において過電流検出値が小さくなるので、過大な電流が流れることを抑制することができるとともに、コンデンサに高電圧がかかるのを抑制することができる。また、低温環境下において、特許文献1のように負荷に流れる電流値を一定以下に制限する場合や、過電流検出値をコンデンサの最低動作保証温度における過電流検出値に固定する（過電流検出値を最小値に固定する）場合に比べて、より大きい電流を流すことができる。その結果、負荷の動作開始直後においてもスムーズに負荷を駆動させることができ、さらに、コンデンサの温度またはコンデンサの近傍の温度をより速やかに上昇させることができる。

30

【0009】

上記一の局面による電力変換装置において、好ましくは、半導体素子部から負荷に流れる電流値が過電流検出値以上になった場合、半導体素子部の運転を停止するように構成されている。このように構成すれば、半導体素子部から負荷に流れる電流値が過電流検出値以上になることに起因してコンデンサに高電圧がかかることを、確実に防止することができる。

【0010】

上記一の局面による電力変換装置において、好ましくは、コンデンサの温度またはコンデンサの近傍の温度が第1の温度以上の場合には、過電流検出値を略一定にするように構成されている。コンデンサの温度が比較的高い場合には、コンデンサの抵抗値は比較的安定しているので、過電流検出値を略一定にすることによって、過電流検出値の制御を簡略化することができる。

40

【0011】

上記一の局面による電力変換装置において、好ましくは、コンデンサの温度またはコンデンサの近傍の温度が第1の温度よりも低い場合において、コンデンサの温度またはコンデンサの近傍の温度が低くなるほど、過電流検出値を、指数関数的、線形関数的、または、階段状に小さくするように構成されている。このように構成すれば、比較的単純な関数

50

に基づいて過電流検出値を小さくすることができるので、過電流検出値を容易に小さくすることができる。

【0012】

この場合、好ましくは、過電流検出値を、線形関数的または階段状に小さくする場合において、過電流検出値の変化率を略一定にするように構成されている。このように構成すれば、温度に基づいて過電流検出値の変化率を調整する場合に比べて、過電流検出値を容易に変化させることができる。

【0013】

上記過電流検出値を、指数関数的、線形関数的、または、階段状に小さくする電力変換装置において、好ましくは、過電流検出値を、指数関数的または階段状に小さくする場合において、コンデンサの温度またはコンデンサの近傍の温度が低くなるほど、過電流検出値の変化率を大きくするように構成されている。このように構成すれば、コンデンサの温度またはコンデンサの近傍の温度に対して過電流検出値は、上に凸の関数に沿って変化するので、過電流検出値の変化率が略一定である場合に比べて、過電流検出値を大きくすることができる。

10

【0014】

上記過電流検出値を、指数関数的、線形関数的、または、階段状に小さくする電力変換装置において、好ましくは、過電流検出値を、線形関数的に小さくする場合において、コンデンサの温度またはコンデンサの近傍の温度が、第1の温度よりも低い第2の温度未満の場合には、コンデンサの温度またはコンデンサの近傍の温度に対する過電流検出値の変化率を第1の変化率にするとともに、コンデンサの温度またはコンデンサの近傍の温度が、第2の温度以上でかつ第1の温度よりも低い場合には、コンデンサの温度またはコンデンサの近傍の温度に対する過電流検出値の変化率を、第1の変化率よりも小さい第2の変化率にするように構成されている。このように構成すれば、コンデンサの温度またはコンデンサの近傍の温度に対して過電流検出値は、上に凸の関数に沿って変化するので、過電流検出値の変化率を略一定にする場合に比べて、過電流検出値を大きくすることができる。

20

【0015】

上記過電流検出値の変化率を変化させる電力変換装置において、好ましくは、過電流検出値の温度依存性の関数と、コンデンサの抵抗値の温度依存性の関数との積値が略一定になる過電流検出値の温度依存性の関数の特性に沿うように、過電流検出値を小さくするように構成されている。このように構成すれば、コンデンサに流れる電流値は過電流検出値よりも小さいので、コンデンサの抵抗値とコンデンサに流れる電流値との積である、コンデンサにかかる電圧値は、コンデンサの抵抗値と過電流検出値との積値である上記略一定の値よりも小さくなる。

30

【0016】

上記過電流検出値以上の電流が検出された場合に半導体素子部を停止させる電力変換装置において、好ましくは、半導体素子部から負荷に流れる電流値が過電流検出値以上になることによって半導体素子部の運転が停止した場合において、半導体素子部から負荷に流れる電流値が、コンデンサの温度またはコンデンサの近傍の温度が第1の温度以上の場合の過電流検出値よりも小さい場合には、所定時間後に半導体素子部の運転を再開させるように構成されている。このように構成すれば、コンデンサの温度が低いことが原因で半導体素子部の運転が停止した場合には、コンデンサの温度が上昇するのを待って運転を再開させることができる。

40

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、上記のように、低温環境下において、コンデンサに高電圧がかかるのを抑制することが可能な電力変換装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

50

【図1】本発明の第1実施形態による電力変換装置の回路構成を示した図である。

【図2】本発明の第1～第3実施形態による電力変換装置のコンデンサの等価直列抵抗値の温度特性を示した図である。

【図3】本発明の第1実施形態による過電流検出値の温度依存性を示した図である。

【図4】本発明の第1～第3実施形態による電力変換装置の運転制御のフローを説明するための図である。

【図5】本発明の第2実施形態による過電流検出値の温度依存性を示した図である。

【図6】本発明の第3実施形態による過電流検出値の温度依存性を示した図である。

【図7】本発明の第1実施形態の変形例による過電流検出値の温度依存性を示した図である。

10

【図8】本発明の第2実施形態の変形例による過電流検出値の温度依存性を示した図である。

【図9】本発明の第1～第3実施形態の変形例による電力変換装置の回路構成を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明を具体化した実施形態を図面に基づいて説明する。

【0020】

[第1実施形態]

まず、図1～図4を参照して、第1実施形態による電力変換装置100の構成について説明する。

20

【0021】

(電力変換装置の構造)

図1に示すように、電力変換装置100は、平滑用のコンデンサ1と、直流電流を交流電流に変換する半導体素子部2とを備えている。コンデンサ1と半導体素子部2とは並列に接続されている。

【0022】

半導体素子部2は、3つの半導体素子20からなる上アームを構成する半導体素子部2aと、3つの半導体素子20からなる下アームを構成する半導体素子部2bとを含む。6つの各半導体素子20の各々のゲート電極には、ゲート駆動回路101が接続されている。

30

【0023】

また、電力変換装置100には、直流電源3が設けられている。コンデンサ1および半導体素子部2には、直流電源3から電力が供給されている。

【0024】

半導体素子部2からは、3相の交流電流がモータ102に出力されている。具体的には、上アームを構成する半導体素子部2aの各相の半導体素子20は、下アームを構成する半導体素子部2bのうちの対応する相の半導体素子20と接続されている。モータ102は特許請求の範囲の「負荷」の一例であり、例えばPMモータ(永久磁石式モータ)である。

40

【0025】

半導体素子部2から出力される3相の交流電流の各々の電流値は、各相用の電流検出器4によって検出される。また、電流検出器4によって検出された検出値に基づいて、電流検出回路5によって各相の電流の補正が行われる。具体的には、電流検出回路5は、各相の電流検出器4ごとに生じる誤差の補正、および、3相の交流電流の相対的なずれ等を補正する。

【0026】

電流検出回路5からの出力は、過電流検出部6に入力される。過電流検出部6は、電流検出回路5からの出力値に基づき、半導体素子部2からモータ102に流れる電流値が過電流検出値以上になったか否かを検出する。また、過電流検出部6の過電流検出値は、後

50

述する温度センサ 8 の検出結果（コンデンサ 1 の温度）に基づいて設定される。

【 0 0 2 7 】

また、電力変換装置 1 0 0 には、電流制御部 7 が設けられている。電流制御部 7 は、外部からモータ 1 0 2 のトルク指令の信号または回転数指令の信号を受信する。電流制御部 7 は、外部から受信した上記信号に基づいて、ゲート駆動回路 1 0 1 を介して半導体素子部 2 のオンオフを制御し、半導体素子部 2 からモータ 1 0 2 へ出力される電流を制御する。なお、図 1 では、電流制御部 7 から 1 つのゲート駆動回路 1 0 1 に信号が送られているが、実際は、電流制御部 7 から 6 つ全てのゲート駆動回路 1 0 1 に信号が送られている。

【 0 0 2 8 】

電力変換装置 1 0 0 は、半導体素子部 2 からモータ 1 0 2 に流れる電流値が過電流検出値以上になった場合、半導体素子部 2 の運転を停止するように構成されている。具体的には、過電流検出部 6 は、半導体素子部 2 からモータ 1 0 2 に流れる各相の電流値のうち少なくとも 1 つが過電流検出値以上であると判定した場合、半導体素子部 2 を全オフする信号をゲート駆動回路 1 0 1 に送り、過電流検出部 6 から上記判定結果を受けた電流制御部 7 は半導体素子部 2 のオンオフ制御を停止するように構成されている。なお、図 1 では、過電流検出部 6 から 1 つのゲート駆動回路 1 0 1 に信号が送られているが、実際は、過電流検出部 6 から 6 つ全てのゲート駆動回路 1 0 1 に信号が送られている。

【 0 0 2 9 】

コンデンサ 1 の近傍には、コンデンサ 1 の温度を検出する温度センサ 8 が設けられている。温度センサ 8 はコンデンサ 1 の表面に接触している。

【 0 0 3 0 】

図 2 に示すように、コンデンサ 1（図 1 参照）の抵抗値（等価直列抵抗値）は、コンデンサ 1 の温度が低くなるほど大きくなる。典型的には、コンデンサ 1 の温度が - 3 0 から - 4 0 における抵抗値は、コンデンサ 1 が一般的に使用される温度である 2 0 から 1 0 0 における抵抗値の 1 0 倍以上である。

【 0 0 3 1 】

図 3 に示すように、電力変換装置 1 0 0（図 1 参照）は、コンデンサ 1 の温度が、コンデンサ 1 の最低動作温度保証値 T 2（たとえば - 4 0 ）以上でかつ温度 T 1（たとえば 0 ）未満である場合において、コンデンサ 1 の温度が低くなるほど、過電流検出値を小さくするように構成されている。コンデンサ 1 の温度が温度 T 1 よりも低い場合の過電流検出値は、電流制御部 7 内において、データベースからの参照または内部演算によって算出される。なお、温度 T 1 は、特許請求の範囲の「第 1 の温度」の一例である。

【 0 0 3 2 】

詳細には、コンデンサ 1 の温度が最低動作温度保証値 T 2 の場合の過電流検出値、および、コンデンサ 1 の温度が温度 T 1 の場合の過電流検出値の各々を、O C 0 および O C 1 としたとき、コンデンサ 1 の温度が最低動作温度保証値 T 2 以上でかつ温度 T 1 未満である場合の過電流検出値の変化率は、 $(O C 1 - O C 0) / (T 1 - T 2)$ に設定される。なお、コンデンサ 1 の最低動作温度保証値とは、コンデンサ 1 が動作可能な温度範囲のうち、最も低い温度のことである。

【 0 0 3 3 】

また、コンデンサ 1 の温度が温度 T 1 以上である場合には、過電流検出値は O C 1 に設定される。

【 0 0 3 4 】

半導体素子部 2 からモータ 1 0 2 に流れる電流値が過電流検出値以上になることによって半導体素子部 2 の運転が停止した場合において、半導体素子部 2 からモータ 1 0 2 に流れる電流値が、コンデンサ 1 の温度が温度 T 1 以上の場合の過電流検出値（O C 1）よりも小さい場合には、半導体素子部 2 の運転が停止してから所定時間後（具体的には数ミリ秒、たとえば 5 ミリ秒）に半導体素子部 2 の運転が自動的に再開される。

【 0 0 3 5 】

半導体素子部 2 の運転が停止してもモータ 1 0 2 の動作は急には停止しないので、コン

10

20

30

40

50

デンサ 1 に回生電流が流入する。また、半導体素子部 2 の停止前に流れていた電流による熱が、時間差でコンデンサ 1 に伝わる。これらにより、半導体素子部 2 が停止した所定時間後には、半導体素子部 2 の停止前よりも、コンデンサ 1 の温度は上昇しているとともに、過電流検出値は大きくなっている。

【 0 0 3 6 】

(電力変換装置の運転制御フロー)

次に、図 4 を参照して、第 1 実施形態の電力変換装置 1 0 0 (図 1 参照) の運転制御フローについて説明する。

【 0 0 3 7 】

まず、ステップ S 1 において、コンデンサ 1 の温度が温度 T 1 未満か否かが判定される。コンデンサ 1 の温度が温度 T 1 未満である場合はステップ S 2 に進む。コンデンサ 1 の温度が温度 T 1 以上である場合はステップ S 3 に進む。

10

【 0 0 3 8 】

ステップ S 2 において、コンデンサ 1 の温度に対する過電流検出値の関数 (図 3 参照) に基づいて、過電流検出値がコンデンサ 1 の温度に応じた値に設定される。設定後はステップ S 4 に進む。ステップ S 4 において、電力変換装置 1 0 0 (半導体素子部 2) (図 1 参照) の運転が実行される。この間にコンデンサ 1 の温度はある程度上昇する。次にステップ S 5 に進む。ステップ S 5 において、コンデンサ 1 の温度に対する過電流検出値の関数 (図 3 参照) に基づいて、過電流検出値がコンデンサ 1 の温度に応じた値に設定される。すなわち、コンデンサ 1 の温度上昇に応じて、その都度、過電流検出値が大きくなる。設定後はステップ S 6 に進む。

20

【 0 0 3 9 】

ステップ S 6 において、コンデンサ 1 の温度が温度 T 1 未満か否かが判定される。コンデンサ 1 の温度が温度 T 1 未満である場合はステップ S 7 に進む。コンデンサ 1 の温度が温度 T 1 以上である場合はステップ S 3 に進む。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 7 において、半導体素子部 2 からモータ 1 0 2 に流れる電流が、現時点での過電流検出値以上か否かが判定される。過電流の検出があると判定された場合はステップ S 8 に進む。過電流の検出がないと判定された場合はステップ S 5 に戻る。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 8 において、電力変換装置 1 0 0 (半導体素子部 2) の運転が停止される。停止後はステップ S 9 に進む。ステップ S 9 において、電力変換装置 1 0 0 の運転停止時の過電流検出値が、OC 1 未満か否かが判定される。OC 1 未満であると判定された場合はステップ S 1 0 に進む。OC 1 以上であると判定された場合は電力変換装置 1 0 0 の運転は停止状態のままである。

30

【 0 0 4 2 】

次に、ステップ S 1 0 において、電力変換装置 1 0 0 (半導体素子部 2) の停止から所定時間後に電力変換装置 1 0 0 の運転が再開され、ステップ S 5 に戻る。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 3 においては、過電流検出値が OC 1 に設定される。設定後はステップ S 1 1 に進む。ステップ S 1 1 では、電力変換装置 1 0 0 (半導体素子部 2) の (通常) 運転が実行される。運転が開始されたらステップ S 1 2 に進む。ステップ S 1 2 では、外部から、電力変換装置 1 0 0 の停止指令があるか否かが判定される。停止指令がないと判定された場合にはステップ S 1 1 に戻って運転を継続する。すなわち、電力変換装置 1 0 0 の停止指令がない限り、過電流検出値は OC 1 に固定される。ステップ S 1 1 において、停止指令があると判定された場合には電力変換装置 1 0 0 は停止される。なお、ステップ S 3 において、過電流検出値が OC 1 に設定された場合、電力変換装置 1 0 0 の運転中は、過電流検出値が変更されることはない。

40

【 0 0 4 4 】

(第 1 実施形態の効果)

50

第1実施形態では、以下のような効果を得ることができる。

【0045】

第1実施形態では、コンデンサ1の抵抗値（等価直列抵抗値）が大きくなる低温環境下において過電流検出値が小さくなるので、低温環境下において過大な電流が流れることを抑制することができるとともに、コンデンサ1に高電圧がかかるのを抑制することができる。また、低温環境下において、モータ102に流れる電流値を一定以下に制限する場合、または、過電流検出値をコンデンサ1の最低動作保証温度における過電流検出値に固定する（過電流検出値を最小値に固定する）場合に比べて、より大きい電流を流すことができる。その結果、モータ102の動作開始直後においてもスムーズにモータ102を駆動させることができるとともに、コンデンサ1の温度をより速やかに上昇させることができる。

10

【0046】

また、半導体素子部2からモータ102に流れる電流値が過電流検出値以上になった場合、半導体素子部2の運転を停止するので、半導体素子部2からモータ102に流れる電流値が過電流検出値以上になることに起因してコンデンサ1に高電圧がかかることを確実に防止することができる。

【0047】

また、コンデンサ1の温度が温度T1以上の場合には過電流検出値を略一定にすると、コンデンサ1の温度が比較的高い場合コンデンサ1の抵抗値は比較的安定しているので、過電流検出値の制御を簡略化することができる。

20

【0048】

また、コンデンサ1の温度が温度T1よりも低い場合において、コンデンサ1の温度が低くなるほど、過電流検出値を、線形関数的に小さくすると、比較的単純な関数に基づいて過電流検出値を小さくすることができるので、過電流検出値を容易に小さくすることができる。

【0049】

また、上記のように過電流検出値を線形関数的に小さくする場合において、過電流検出値の変化率を略一定にすると、温度に基づいて過電流検出値の変化率を調整する場合に比べて、過電流検出値を容易に変化させることができる。

【0050】

また、半導体素子部2からモータ102に流れる電流値が過電流検出値以上になることによって半導体素子部2の運転が停止した場合において、半導体素子部2からモータ102に流れる電流値が、コンデンサ1の温度が温度T1以上の場合の過電流検出値よりも小さい場合には、所定時間後に半導体素子部2の運転を再開させるようにすると、コンデンサ1の温度が低いことが原因で半導体素子部2の運転が停止した場合には、コンデンサ1の温度が上昇するのを待って半導体素子部2の運転を再開させることができる。

30

【0051】

[第2実施形態]

次に、図1、図2、および、図5を参照して、第2実施形態による電力変換装置200の構成について説明する。図中において上記第1実施形態と同様の構成の部分には、同一の符号を付している。

40

【0052】

（電力変換装置の構造）

図5に示すように、電力変換装置200（図1参照）は、コンデンサ1（図1参照）の温度が温度T1よりも低い場合において、コンデンサ1の温度が低くなるほど、過電流検出値を指数関数的に小さくするように構成されている。具体的には、電力変換装置200は、コンデンサ1の温度が低くなるほど、過電流検出値の変化率を大きくするように構成されている。

【0053】

電力変換装置200は、コンデンサ1の抵抗値の温度依存性の関数（図2参照）と過電

50

流検出値の温度依存性の関数（図5参照）との積値が全温度領域において略一定になるように構成されている。

【0054】

第2実施形態のその他の構成は、上記第1実施形態と同様である。

【0055】

（第2実施形態の効果）

第2実施形態では、以下のような効果を得ることができる。

【0056】

コンデンサ1の温度が低くなるほど過電流検出値の変化率を大きくすると、コンデンサ1の温度に対して過電流検出値は上に凸の関数に沿って変化するので、過電流検出値の変化率が略一定である場合に比べて、過電流検出値を大きくすることができる。

10

【0057】

コンデンサ1の抵抗値の温度依存性の関数と過電流検出値の温度依存性の関数との積値を全温度領域で略一定にすると、コンデンサ1に流れる電流値は過電流検出値よりも小さいので、コンデンサ1の抵抗値とコンデンサ1に流れる電流値との積である、コンデンサ1にかかる電圧値を、コンデンサ1の抵抗値と過電流検出値との積値である上記略一定の値よりも小さくすることができる。

【0058】

なお、第2実施形態のその他の効果は、上記第1実施形態と同様である。

【0059】

〔第3実施形態〕

次に、図1および図6を参照して、第3実施形態による電力変換装置300の構成について説明する。なお、図中において上記第2実施形態と同様の構成の部分には、同一の符号を付している。

20

【0060】

（電力変換装置の構造）

図6に示すように、電力変換装置300（図1参照）は、コンデンサ1（図1参照）の温度が温度T1よりも低い場合において、コンデンサ1の温度が低くなるほど、過電流検出値を、線形関数的（折れ線的）に小さくするように構成されている。

【0061】

具体的には、コンデンサ1の温度が、温度T1よりも小さい温度T3以上でかつ温度T1未満の場合には、コンデンサ1の温度に対する過電流検出値の変化率は変化率1に設定される。コンデンサ1の温度が、温度T3よりも小さい温度T4以上でかつ温度T3未満の場合には、コンデンサ1の温度に対する過電流検出値の変化率は、変化率1よりも大きい変化率2に設定される。コンデンサ1の温度が、温度T4よりも小さい温度T5以上でかつ温度T4未満の場合には、コンデンサ1の温度に対する過電流検出値の変化率は、変化率2よりも大きい変化率3に設定される。コンデンサ1の温度が、最低動作温度保証値T2以上でかつ温度T5未満の場合には、コンデンサ1の温度に対する過電流検出値の変化率は、変化率3よりも大きい変化率4に設定される。なお、変化率1、変化率2、変化率3、および、変化率4は、正の値である。なお、温度T3、温度T4、および、温度T5は、それぞれ、特許請求の範囲の「第2の温度」の一例である。また、変化率1は、特許請求の範囲の「第2の変化率」の一例である。また、変化率2、変化率3、および、変化率4は、それぞれ、特許請求の範囲の「第1の変化率」の一例である。

30

40

【0062】

第3実施形態のその他の構成は、上記第2実施形態と同様である。

【0063】

（第3実施形態の効果）

第3実施形態では、以下のような効果を得ることができる。

【0064】

50

第3実施形態では、コンデンサ1の温度が、温度T1よりも低い温度T3（T4、T5）未満の場合には、コンデンサ1の温度に対する過電流検出値の変化率を、変化率2（3、4）にするとともに、コンデンサ1の温度が、温度T3（T4、T5）以上でかつ温度T1よりも低い場合には、コンデンサ1の温度に対する過電流検出値の変化率を、変化率2（3、4）よりも小さい変化率1にするように、電力変換装置300を構成する。これにより、コンデンサ1の温度に対して過電流検出値は、上に凸の関数に沿って変化するので、上記第2実施形態と同様に、過電流検出値の変化率を略一定にする場合に比べて、過電流検出値を大きくすることができる。

【0065】

なお、第3実施形態のその他の効果は、上記第2実施形態と同様である。

10

【0066】

[変形例]

なお、今回開示された実施形態は、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、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに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（変形例）が含まれる。

【0067】

たとえば、上記第1実施形態では、コンデンサ1の温度が温度T1よりも低い場合において、コンデンサ1の温度が低くなるほど、過電流検出値を線形関数的に小さくする場合において、過電流検出値の変化率を略一定にする構成の例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、図7に示すように、過電流検出値を階段状に小さくする場合において、過電流検出値の変化量（変化率）を略一定にする構成であってもよい。具体的には、過電流検出値は、 $(OC1 - OC0) / 5$ ずつ階段状に小さくなる。

20

【0068】

また、上記第2実施形態では、過電流検出値を指数関数的に小さくする場合において、コンデンサ1の温度が低くなるほど過電流検出値の変化率を大きくする構成の例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、図8に示すように、過電流検出値を階段状に小さくする場合において、コンデンサ1の温度が低くなるほど過電流検出値の変化量（変化率）を大きくする構成であってもよい。

【0069】

30

具体的には、コンデンサ1の温度が温度T1である場合には、過電流検出値は、OC1よりも1だけ小さく設定される。コンデンサ1の温度が、温度T1よりも小さい温度T6の場合には、過電流検出値は、OC1よりも1+2だけ小さく設定される。コンデンサ1の温度が、温度T6よりも小さい温度T7の場合には、過電流検出値は、OC1よりも1+2+3だけ小さく設定される。コンデンサ1の温度が、温度T7よりも小さい温度T8の場合には、過電流検出値は、OC1よりも1+2+3+4だけ小さく設定される。コンデンサ1の温度が、温度T8よりも小さい温度T9の場合には、過電流検出値は、OC1よりも1+2+3+4+5だけ小さく設定される。コンデンサ1の温度が、温度T9よりも小さい温度T10の場合には、過電流検出値は、OC1よりも1+2+3+4+5+6だけ小さく設定される。なお、1~6の大小関係は1<2<3<4<5<6である。

40

【0070】

また、上記第1~第3実施形態では、コンデンサの温度が温度T1以上である場合と、コンデンサの温度が温度T1未満である場合との両方において、共通の回路（過電流検出部6）によって過電流を検出する構成の例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、図9に示すように、コンデンサの温度が温度T1以上である場合と、コンデンサの温度が温度T1未満である場合とにおいて、互いに別個の回路によって過電流を検出する構成であってもよい。

【0071】

具体的には、過電流検出部6（16、26）は、過電流検出回路6a（16a、26a

50

)と過電流検出回路6b(16b、26b)とを含む。電流制御部7(17、27)は、電流制御回路7a(17a、27a)と電流制御回路7b(17b、27b)とを含む。電力変換装置100(200、300)には、過電流検出部6(16、26)と電流検出回路5との間に、スイッチ103が設けられている。スイッチ103は、コンデンサ1の温度が温度T1以上である場合は、過電流検出回路6a(16a、26a)側にスイッチされ、コンデンサ1の温度が温度T1未満である場合は、過電流検出回路6b(16b、26b)側にスイッチされる。

【0072】

また、過電流検出回路6a(16a、26a)の過電流検出値は、OC1に固定されている。すなわち、過電流検出回路6a(16a、26a)は、温度に依存しない過電流検出値に基づいて過電流発生の有無を判定する、通常広く用いられている過電流検出回路である。また、過電流検出回路6b(16b、26b)の過電流検出値は、コンデンサ1の温度が低くなるほど小さくなる。また、過電流検出回路6b(16b、26b)の過電流検出値は、温度センサ8の検出結果(コンデンサ1の温度)に基づいて設定される。また、過電流検出回路6b(16b、26b)の過電流検出値は、電流制御回路7b(17b、27b)内において、データベースからの参照または内部演算によって算出される。

10

【0073】

また、上記第1～第3実施形態では、温度センサ8は、コンデンサ1の表面に接触している例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、温度センサ8は、コンデンサ1に内蔵されていてもよい。また、温度センサ8は、コンデンサ1の近傍の温度を検出する構成であってもよい。

20

【0074】

また、上記第1～第3実施形態では、電流制御部7(17、27)は、外部からの、モータ102のトルク指令の信号または回転数指令の信号に基づいて、半導体素子部2のオンオフを制御する構成の例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、電流制御部7(17、27)は、外部からの、モータ102の周波数指令に基づいて、半導体素子部2のオンオフを制御する構成であってもよい。

【0075】

また、上記第1～第3実施形態では、電力変換装置100(200、300)に、直流電源3が設けられている構成の例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、電力変換装置100(200、300)に、交流電源が設けられている構成であってもよい。この場合、交流電源からの交流電流を直流電流に変換する整流器が交流電源とコンデンサ1との間に設けられる。

30

【0076】

また、上記第1～第3実施形態では、モータ102が、PMモータである構成の例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、モータ102が、PMモータ以外のモータであってもよい。

【0077】

また、上記第3実施形態では、過電流検出値の変化率を4段階で変化させている構成の例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、過電流検出値の変化率を4段階以外で変化させてもよい。

40

【0078】

また、上記第1～第3実施形態では、説明の便宜上、本発明の制御の処理を処理フローに沿って順番に処理を行うフロー駆動型のフローチャートを用いて説明したが、本発明はこれに限られない。本発明では、制御の処理動作を、イベントごとに処理を実行するイベント駆動型(イベントドリブン型)の処理により行ってもよい。この場合、完全なイベント駆動型で行ってもよいし、イベント駆動およびフロー駆動を組み合わせて行ってもよい。

【符号の説明】

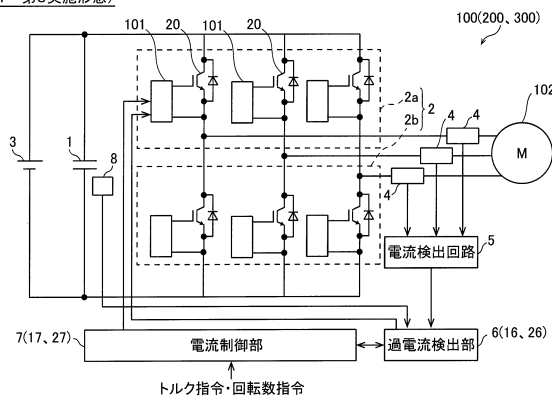
【0079】

50

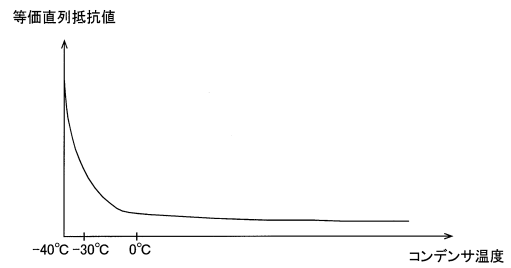
- 1 コンデンサ
- 2 半導体素子部
- 6、16、26 過電流検出部
- 100、200、300 電力変換装置
- 102 モータ(負荷)
- T1 温度(第1の温度)
- T3、T4、T5 温度(第2の温度)
- 1 変化率(第2の変化率)
- 2、3、4 変化率(第1の変化率)

【図1】

(第1~第3実施形態)

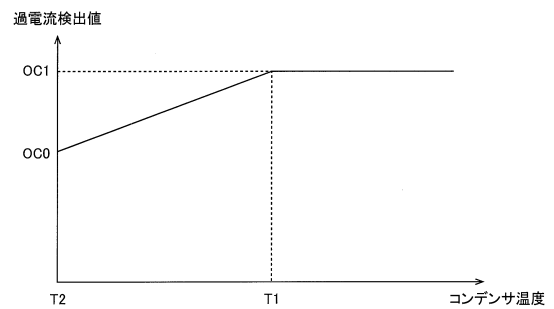


【図2】



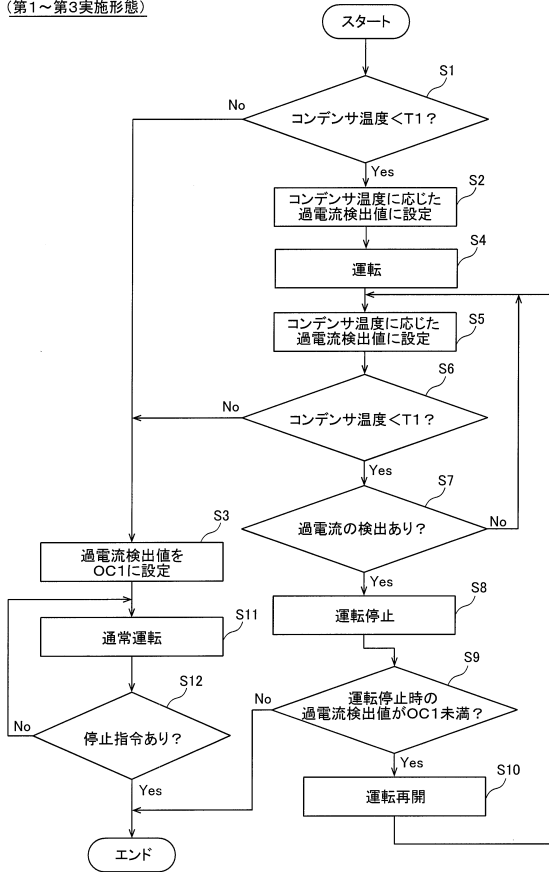
【図3】

(第1実施形態)



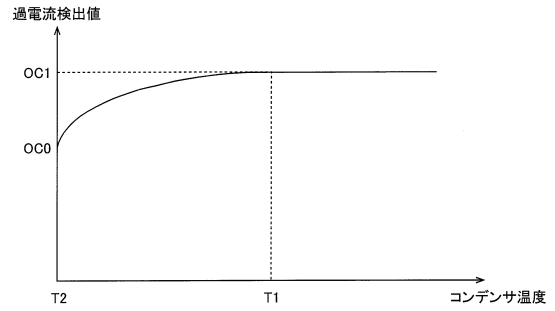
【図4】

(第1~第3実施形態)



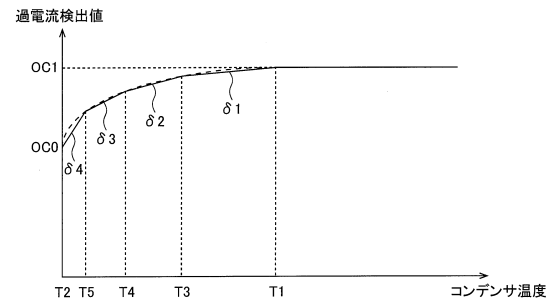
【図5】

(第2実施形態)



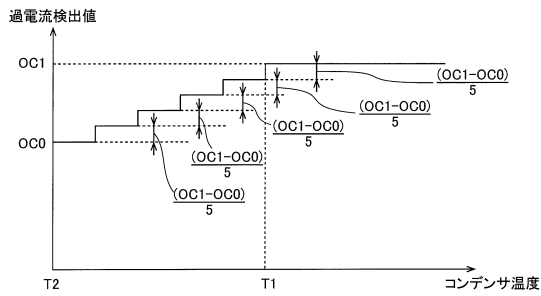
【図6】

(第3実施形態)



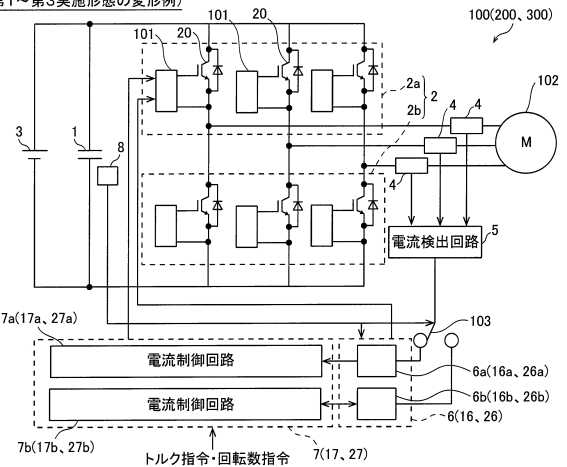
【図7】

(第1実施形態の変形例)



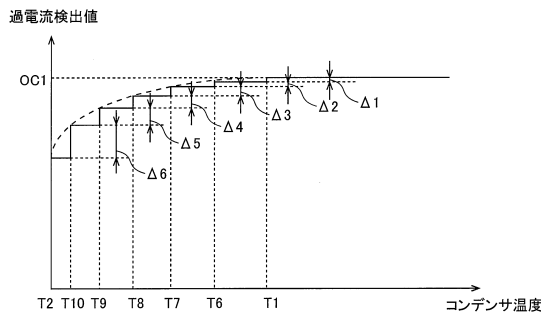
【図9】

(第1~第3実施形態の変形例)



【図8】

(第2実施形態の変形例)



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2014-107897(JP,A)
特開2009-060776(JP,A)
特開2008-136327(JP,A)
米国特許出願公開第2014/0039705(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 7/00 - 7/98
H02M 3/00 - 3/44
H02M 1/00 - 1/44