

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5665952号  
(P5665952)

(45) 発行日 平成27年2月4日(2015.2.4)

(24) 登録日 平成26年12月19日(2014.12.19)

(51) Int. Cl.		F I			
HO2M	1/00	(2007.01)	HO2M	1/00	C
HO2M	3/28	(2006.01)	HO2M	3/28	C

請求項の数 12 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2013-243557 (P2013-243557)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成25年11月26日(2013.11.26)		三菱電機株式会社
審査請求日	平成25年11月26日(2013.11.26)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
		(74) 代理人	100110423
			弁理士 曾我 道治
		(74) 代理人	100111648
			弁理士 梶並 順
		(74) 代理人	100122437
			弁理士 大宅 一宏
		(74) 代理人	100147566
			弁理士 上田 俊一
		(74) 代理人	100161171
			弁理士 吉田 潤一郎
		(74) 代理人	100161115
			弁理士 飯野 智史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力変換装置の異常検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

スイッチング素子の異常を制御部へ伝える信号線路に絶縁素子を備えた電力変換装置において、前記スイッチング素子および前記スイッチング素子に電源を供給する電源回路の異常を検出する電力変換装置の異常検出装置であって、

前記スイッチング素子のオン/オフ制御動作時の電圧値、電流値、または温度のいずれか1つを含む情報を測定して、前記スイッチング素子の異常を判定するための第1指標値として出力するスイッチング素子測定回路と、

前記電源回路の電圧値または電流値を含む情報を測定して、前記電源回路の異常を判定するための第2指標値として出力する電源回路測定回路と、

前記スイッチング素子測定回路から出力された前記第1指標値と前記電源回路測定回路から出力された前記第2指標値とを加算する加算回路と、

前記加算回路の出力値を基に前記電源回路および前記スイッチング素子の異常を検出し、異常検出結果を出力する異常検出回路と

をさらに備え、

前記絶縁素子は、前記異常検出回路の出力値を絶縁して前記制御部へ伝える電力変換装置の異常検出装置。

【請求項2】

請求項1に記載の電力変換装置の異常検出装置において、

前記スイッチング素子測定回路は、前記スイッチング素子を流れる電流値を測定し、前

記第 1 指標値として出力する

電力変換装置の異常検出装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の電力変換装置の異常検出装置において、

前記スイッチング素子測定回路は、前記スイッチング素子の端子間電圧値を測定し、前記第 1 指標値として出力する

電力変換装置の異常検出装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の電力変換装置の異常検出装置において、

前記スイッチング素子測定回路は、前記スイッチング素子の温度を測定し、前記第 1 指標値として出力する

電力変換装置の異常検出装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置の異常検出装置において、

前記電源回路測定回路は、前記電源回路の電圧値を、予め設定した基準電圧からの電位差として測定し、前記第 2 指標値として出力する

電力変換装置の異常検出装置。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置の異常検出装置において、

前記異常検出回路は、前記加算回路からの出力値が、前記スイッチング素子に異常が発生していると判断される第 1 の閾値、または前記電源回路に異常が発生していると判断される第 2 の閾値のいずれか小さい方を超えている場合に、前記電力変換装置の異常が発生していると判断する

電力変換装置の異常検出装置。

20

【請求項 7】

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置の異常検出装置において、

前記電源回路は、正の電源電圧および負の電源電圧を生成し、

前記電源回路測定回路は、前記正の電源電圧値を、予め設定した第 1 の基準電圧からの電位差として測定して第 1 の出力値とし、前記負の電源電圧値を、予め設定した第 2 の基準電圧からの電位差として測定して第 2 の出力値とし、前記第 1 の出力値および前記第 2 の出力値を前記第 2 指標値として出力し、

前記加算回路は、前記スイッチング素子測定回路の出力値と、前記第 1 の出力値と、前記第 2 の出力値とを加算し、

前記異常検出回路は、前記加算回路からの出力値が、前記スイッチング素子に異常が発生していると判断される第 1 の閾値、前記電源回路の前記正の電源電圧に異常が発生していると判断される第 3 の閾値、あるいは前記電源回路の前記負の電源電圧に異常が発生していると判断される第 4 の閾値のいずれか小さい方を超えている場合に、前記電力変換装置の異常が発生していると判断する

電力変換装置の異常検出装置。

30

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置の異常検出装置において、

前記電源回路測定回路および前記スイッチング素子測定回路は、前記第 1 指標値および前記第 2 指標値の出力値を電流値として出力し、

前記加算回路は、抵抗器による終端を行うことにより、前記電源回路測定回路および前記スイッチング素子測定回路が出力する前記電流値を加算する

電力変換装置の異常検出装置。

40

【請求項 9】

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置の異常検出装置において、

前記電源回路測定回路および前記スイッチング素子測定回路は、前記第 1 指標値および前記第 2 指標値の出力値を電圧値として出力し、

50

前記加算回路は、前記電源回路測定回路および前記スイッチング素子測定回路が出力する前記電圧値を加算する

電力変換装置の異常検出装置。

【請求項 10】

請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置の異常検出装置において、前記スイッチング素子測定回路は、前記第 1 指標値としてデジタル値を出力し、前記電源回路測定回路は、前記第 2 指標値としてデジタル値を出力する電力変換装置の異常検出装置。

【請求項 11】

請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置の異常検出装置において、前記電力変換装置は、DC/AC インバータに適用される電力変換装置の異常検出装置。

10

【請求項 12】

請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置の異常検出装置において、前記電力変換装置は、AC/AC コンバータ、AC/DC コンバータ、または DC/DC コンバータに適用される電力変換装置の異常検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、スイッチング素子の異常を制御部へ伝える信号線路に絶縁素子を備えた電力変換装置において、スイッチング素子および電源回路の異常を検出する電力変換装置の異常検出装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、電力変換装置は、バイポーラトランジスタ、MOSFET、IGBT、GTO サイリスタ等に代表されるスイッチング素子と、スイッチング素子をオン/オフ制御する制御部と、制御部が出力する制御信号を絶縁する絶縁素子と、絶縁素子によって絶縁された制御信号に従ってスイッチング素子をオン/オフ制御する駆動回路と、駆動回路に電源を供給する電源回路とを備えて構成される。

30

【0003】

電力変換装置においては、スイッチング素子の短絡や負荷短絡などが発生すると、スイッチング素子に流れる電流が急激に増大し、スイッチング素子が過電流破壊もしくは熱破壊される恐れがあるため、短絡状態を検出する必要がある。このような短絡状態を検出できる電力変換装置の異常検出装置としては、スイッチング素子に流れる電流を検知するものがある（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

また、スイッチング素子をオン/オフ制御するときは、駆動回路に電源を供給する電源回路の電圧を適正な範囲に保持する必要がある。万一、電源回路が故障して電源回路の電圧が低下すると、スイッチング素子には所定の電流が流せなくなるばかりでなく、導通損失が増加して、スイッチング素子の温度が上昇して破壊してしまう可能性がある。反対に、電源回路が故障して電源回路の電圧が高くなると、スイッチング素子の耐圧を超え破壊に至る、あるいは駆動回路の消費電力が増大することとなり、駆動回路の構成部品が焼損してしまう可能性がある。

40

【0005】

このような課題を解決するための電力変換装置の異常検出装置としては、電源回路の電圧を監視する電源回路測定回路と、電源回路に異常が発生した場合に制御部に異常を伝える異常検出回路とを備え、故障による停止動作を行うことができるようにしたものがある（例えば、特許文献 2 参照）。この特許文献 2 では、制御部が駆動回路の異常をいち早く検出することができるため、電力変換装置として故障停止動作が行われる。この結果、駆

50

動回路の異常によるスイッチング素子やその負荷機器の事故による悪影響を最小限にとどめる事ができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平4 - 79758号公報

【特許文献2】特開平8 - 163861号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、従来技術には、以下のような課題がある。

電源回路の異常を制御部へ伝えるためには、制御信号の伝達と同様に絶縁素子による絶縁が必要となる。しかし、絶縁素子は、コストが高く、また、1次 - 2次間で沿面距離を確保するために、ピン間サイズが広く、部品実装面積が大きいデバイスである。このため、電源回路の異常を制御部へ伝えるために新たに絶縁素子を追加設置することで、コストおよび部品実装面積が増加してしまうという課題があった。

【0008】

また、例えば、シリコンカーバイド(SiC)を用いたスイッチング素子のような、オン/オフ制御の電圧閾値が低い素子をオン/オフ制御するために、正負の電源を用いて電源回路の異常を検出する場合には、正バイアスの電源回路の異常と、負バイアスの電源回路の異常の、両方の電源回路異常を検出して制御部へ伝える必要がある。この結果、絶縁素子をさらに追加設置する必要があり、コストおよび部品実装面積がさらに増加してしまうという課題があった。

【0009】

本発明は、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、スイッチング素子の異常を制御部へ伝える信号線路に絶縁素子を備えた電力変換装置において、新たに絶縁素子を追加設置することなく、既存の絶縁素子を利用してスイッチング素子の異常に加えて電源回路の異常も制御部へ伝えることができる、コストおよび部品実装面積を抑えた電力変換装置の異常検出装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明に係る電力変換装置の異常検出装置は、スイッチング素子の異常を制御部へ伝える信号線路に絶縁素子を備えた電力変換装置において、スイッチング素子およびスイッチング素子に電源を供給する電源回路の異常を検出する電力変換装置の異常検出装置であって、スイッチング素子のオン/オフ制御動作時の電圧値、電流値、または温度のいずれか1つを含む情報を測定して、スイッチング素子の異常を判定するための第1指標値として出力するスイッチング素子測定回路と、電源回路の電圧値または電流値を含む情報を測定して、電源回路の異常を判定するための第2指標値として出力する電源回路測定回路と、スイッチング素子測定回路から出力された第1指標値と電源回路測定回路から出力された第2指標値とを加算する加算回路と、加算回路の出力値を基に電源回路およびスイッチング素子の異常を検出し、異常検出結果を出力する異常検出回路とをさらに備え、絶縁素子は、異常検出回路の出力値を絶縁して制御部へ伝えるものである。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、スイッチング素子の異常を制御部へ伝える信号線路に絶縁素子を備えた電力変換装置において、スイッチング素子の異常と電源回路の異常とを加算回路で加算してから1つの絶縁素子に出力するようにしている。この結果、新たに絶縁素子を追加設置することなく、既存の絶縁素子を利用してスイッチング素子の異常に加えて電源回路の異常も制御部へ伝えることができる、コストおよび部品実装面積を抑えた電力変換装置の異常検出装置を得ることができる。

10

20

30

40

50

## 【図面の簡単な説明】

## 【0012】

【図1】本発明の実施の形態1に係る電力変換装置の異常検出装置のブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態1に係る電力変換装置の異常検出装置をDC/DCコンバータに適用した一例である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0013】

以下、本発明における電力変換装置の異常検出装置の好適な実施の形態について図面を用いて説明する。なお、各図において同一、または相当する部分については、同一符号を付して説明する。

10

## 【0014】

実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1に係る電力変換装置の異常検出装置を示す機能ブロック図である。図1に示す電力変換装置の異常検出装置は、バイポーラトランジスタ、MOSFET、IGBT、GTOサイリスタ等に代表されるスイッチング素子4を備えたスイッチング部10と、スイッチング素子4をオン/オフ制御する制御部1から構成される。

## 【0015】

また、図1に示すスイッチング部10は、制御部1が出力する制御信号を絶縁する絶縁素子2aと、絶縁素子2aによって絶縁された制御信号に従ってスイッチング素子4をオン/オフ制御する駆動回路3と、スイッチング素子4と、駆動回路3に電源を供給する電源回路5と、スイッチング素子4に流れる電流を測定するスイッチング素子測定回路6と、電源回路5の電圧と基準電圧との電位差を測定する電源回路測定回路7と、スイッチング素子測定回路6の出力と電源回路測定回路7の出力とを加算する加算回路8と、加算回路8の出力を基に電力変換装置の異常を検出する異常検出回路9と、異常検出回路9の出力を絶縁する絶縁素子2bとを備えて構成される。

20

## 【0016】

図2は、本発明の実施の形態1に係る電力変換装置の異常検出装置をコンバータに適用した一例である。図2に示すフルブリッジ型のDC/DCコンバータ(以下、単にコンバータと呼ぶ)は、制御部1、スイッチング部10a~10d、絶縁トランス12、および整流部13を備えて構成される。また、スイッチング素子4a~4dは、それぞれスイッチング部10a~10dに含まれ、制御部1に接続されている。コンバータは、このよう

30

## 【0017】

図2に示す制御部1は、スイッチング素子4a~4dをオン/オフ制御する。この結果、スイッチング素子4a~4dがオン/オフ制御されることで、絶縁トランス12、整流部13、出力コンデンサ14を介して、DC/DC電力変換が行われる。

## 【0018】

ここで、制御部1とスイッチング部10とは電位が異なるため、図1に示す絶縁素子2aは、制御部1からの制御信号を絶縁したうえで、駆動回路3へと伝達する。そして、駆動回路3は、絶縁素子2aからの制御信号を受け、スイッチング素子4へ制御信号を出力することで、スイッチング素子4をオン/オフ制御する。

40

## 【0019】

また、駆動回路3は、電源回路5から電源の供給を受ける。駆動回路3に供給される電源は、スイッチング素子4として一般的なものを使用する場合には、正バイアスを印加できるもの、つまり単電源で十分である。しかしながら、例えば、シリコンカーバイド(SiC)等を用いたスイッチング素子4のような、駆動電圧閾値が低い素子をオン/オフ制御する場合には、オン時には正バイアスを印加し、オフ時には負バイアスを印加する必要がある。すなわち、電源回路5としては、正の電源電圧および負の電源電圧の両方を生成できる回路を用いる必要がある。

50

## 【 0 0 2 0 】

スイッチング素子測定回路 6 は、オン / オフ制御中のスイッチング素子 4 に流れる電流値を測定し、スイッチング素子 4 の異常を判定するための第 1 指標値として加算回路 8 へ出力している。また、電源回路測定回路 7 は、予め設定した基準電圧からの電位差として電源回路 5 の電圧を測定し、電源回路 5 の異常を判定するための第 2 指標値として加算回路 8 へ出力している。そして、加算回路 8 は、スイッチング素子測定回路 6 からの第 1 指標値と電源回路測定回路 7 からの第 2 指標値とを加算して異常検出回路 9 へ出力している。

## 【 0 0 2 1 】

なお、スイッチング素子測定回路 6 は、スイッチング素子 4 の異常を判定するための第 1 指標値として、スイッチング素子 4 に流れる電流値を測定する代わりに、スイッチング素子 4 の入出力端子間の電圧を測定するようにしてもよい。あるいは、スイッチング素子 4 の温度を測定するようにしてもよい。

10

## 【 0 0 2 2 】

また、電源回路測定回路 7 は、電源回路 5 の異常を判定するための第 2 指標値として、電源回路 5 の出力電圧を予め設定した基準電圧からの電位差として測定する代わりに、電源回路 5 の出力電圧または出力電流をそのまま測定してもよい。

## 【 0 0 2 3 】

また、スイッチング素子測定回路 6 および電源回路測定回路 7 は、第 1 指標値の出力値および第 2 指標値の出力値を、電圧値として加算回路 8 へ出力してもよいし、電流値として出力してもよい。例えば、第 1 指標値および第 2 指標値の出力値が共にアナログの電流値である場合は、加算回路 8 は、抵抗器による終端を行うことで、2 つの電流値を加算することができる。

20

## 【 0 0 2 4 】

異常検出回路 9 は、加算回路 8 からの出力値が、スイッチング素子 4 に異常が発生していると判断される第 1 の閾値、あるいは電源回路 5 に異常が発生していると判断される第 2 の閾値のいずれか小さい方を超えている場合に、電力変換装置の異常が発生していると判断する。これにより、スイッチング素子 4 の異常の場合でも、電源回路 5 の異常の場合でも、共に異常を判断できる。なお、ここで、第 1 の閾値と第 2 の閾値は、正常時におけるスイッチング素子測定回路 6 からの出力値と電源回路測定回路 7 からの出力値との加算値の最大値よりも大きく設定することにより、誤検知を防ぐことができる。例えば、第 1 の指標値については、正常な値が 1 ~ 2 で異常閾値が 1 0 0、第 2 の指標値については、正常な値が 9 ~ 1 1 で異常閾値が 1 5、のようなスケールとすると、正常値同士が加算された場合でも、誤検知されることはない。

30

## 【 0 0 2 5 】

異常検出回路 9 は、電力変換装置に異常があると判断すると、絶縁素子 2 b を介して、制御部 1 へ異常の検出を通知する。制御部 1 は、異常検出回路 9 から、異常の検出が通知されるとスイッチング素子 4 や駆動回路 3 の構成部品、システム全体の保護のために、スイッチング素子 4 a ~ 4 d をオン / オフ制御する制御信号の出力を停止する。

## 【 0 0 2 6 】

40

以上のように、実施の形態 1 によれば、スイッチング素子の異常を制御部へ伝える信号線路に絶縁素子を備えた電力変換装置において、スイッチング素子の異常と電源回路の異常とを加算回路で加算してから 1 つの絶縁素子に出力するようにしている。この結果、新たに絶縁素子を追加設置することなく、既存の絶縁素子を利用してスイッチング素子の異常に加えて電源回路の異常も制御部へ伝えることができる。

## 【 0 0 2 7 】

また、特に、シリコンカーバイド ( S i C ) を用いたスイッチング素子のような駆動電圧閾値が低い素子を用いる場合には、従来は、電源回路の正の電源電圧と負の電源電圧のそれぞれの異常を制御部へ伝えるための絶縁素子を、新たに 2 つ追加設置する必要があった。しかしながら、本実施の形態 1 によれば、電源回路の正の電源電圧と負の電源電圧の

50

測定結果を加算回路で加算することにより、新たに絶縁素子を追加設置することなく、電力変換装置の異常を検知することができる。

【0028】

なお、電源回路5として、正の電源電圧および負の電源電圧の両方を生成できる回路を用いる場合には、具体的には、例えば、まず、電源回路測定回路7は、正の電源電圧値を、予め設定した第1の基準電圧からの電位差として測定して第1の出力値として出力し、また、負の電源電圧値を、予め設定した第2の基準電圧からの電位差として測定して第2の出力値として出力する。次に、加算回路8は、スイッチング素子測定回路6の出力値と、第1の出力値と、第2の出力値とを加算する。そして、異常検出回路9は、加算回路8からの出力値が、スイッチング素子4に異常が発生していると判断される第1の閾値、電源回路5の正の電源電圧に異常が発生していると判断される第3の閾値、あるいは電源回路5の負の電源電圧に異常が発生していると判断される第4の閾値のいずれか小さい方を超えている場合に、電力変換装置の異常が発生していると判断するようにすればよい。

10

【0029】

また、スイッチング素子測定回路6および電源回路測定回路7の出力値は、アナログ値として出力する代わりに、デジタル値として出力するようにしてもよい。具体的には、例えば、スイッチング素子測定回路6および電源回路測定回路7は、それぞれスイッチング素子4および電源回路5の測定値をサンプリング/量子化し、得られたデジタル値を時系列に加算回路8へ出力する。次に、加算回路8は、スイッチング素子測定回路6の出力と電源回路測定回路7の出力をデジタル値として加算処理する。そして、異常検出回路9は、加算回路8からの出力値が、スイッチング素子4に異常が発生していると判断される第1の閾デジタル値、あるいは電源回路5に異常が発生していると判断される第2の閾デジタル値のいずれか小さい方を超えている場合に、電力変換装置の異常が発生していると判断するようにすればよい。

20

【0030】

あるいは、出力値をデジタル値とする別の1例としては、例えば、まず、スイッチング素子測定回路6および電源回路測定回路7は、異常時には「High」、正常時には「Low」を出力する。次に、加算回路8は、スイッチング素子測定回路6の出力と電源回路測定回路7の出力との論理和「or」を計算して出力する。そして、異常検出回路9は、加算回路8によって論理和が計算された後のデジタル信号が「High」である場合に、電力変換装置に異常が発生していると判断するようにすればよい。

30

【0031】

また、図2では、本実施の形態1に係る電力変換装置の異常検出装置を、DC/DCコンバータに適用した場合の例を示しているが、本実施の形態1に係る電力変換装置の異常検出装置は、例えば、AC/ACコンバータ、AC/DCコンバータに適用することも可能である。また、例えば、図2における整流部13が省略されたDC/ACインバータに適用することも可能である。

【符号の説明】

【0032】

1 制御部、2 a、2 b 絶縁素子、3 駆動回路、4、4 a ~ 4 d スwitchング素子、5 電源回路、6 スwitchング素子測定回路、7 電源回路測定回路、8 加算回路、9 異常検出回路、10、10 a ~ 10 d スwitchング部、11 入力電圧源、12 絶縁トランス、13 整流部、14 出力コンデンサ。

40

【要約】

【課題】新たに絶縁素子を追加設置することなく、既存の絶縁素子を利用してスイッチング素子の異常に加えて電源回路の異常も制御部へ伝えることができる、コストおよび部品実装面積を抑えた電力変換装置の異常検出装置を得る。

【解決手段】スイッチング素子(4)の異常を制御部(1)へ伝える信号線路に絶縁素子(2 b)を備えた電力変換装置において、スイッチング素子のオン/オフ制御動作時の電流値を測定するスイッチング素子測定回路(6)と、電源回路の電圧値を測定する電源回

50





---

フロントページの続き

- (72)発明者 吉川 英希  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 瀧北 守  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 安食 泰秀

- (56)参考文献 特開2008-282236(JP,A)  
特開平8-163861(JP,A)  
特開平4-79758(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |      |
|------|------|
| H02M | 1/00 |
| H02M | 3/28 |