

(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2011-193584  
(P2011-193584A)

(43) 公開日 平成23年9月29日(2011.9.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO2H 7/122 (2006.01)</b>	HO2H 7/122	Z 5G053
<b>HO2M 7/48 (2007.01)</b>	HO2M 7/48	M 5H007

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2010-55652 (P2010-55652)  
(22) 出願日 平成22年3月12日 (2010.3.12)

(71) 出願人 000002853  
ダイキン工業株式会社  
大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号  
梅田センタービル

(74) 代理人 100077931  
弁理士 前田 弘  
(74) 代理人 100110939  
弁理士 竹内 宏  
(74) 代理人 100110940  
弁理士 嶋田 高久  
(74) 代理人 100113262  
弁理士 竹内 祐二  
(74) 代理人 100115059  
弁理士 今江 克実

最終頁に続く

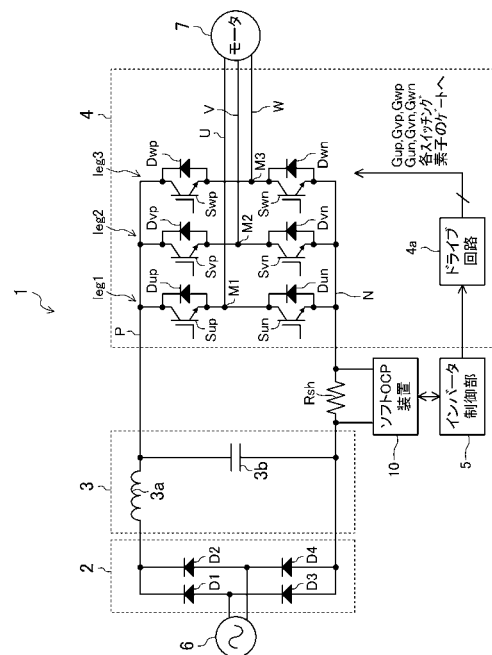
(54) 【発明の名称】 過電流保護装置

(57) 【要約】

【課題】インバータ回路が出力する連続した2つの電流パルス(相電流)のそれぞれのピーク値が互いに異符号の場合にも、インバータ回路を過電流から保護できるようにする。

【解決手段】直流電源(2)とインバータ回路(4)とを接続する直流リンク部(3)における電流パルスの電流値を検出する検出部(11)を設ける。そして、連続した2つの電流パルスについて検出部(11)がそれぞれ検出した2つの電流値が、互いに異符号で且つ絶対値の和が所定のピーク電流閾値よりも大きい場合に、制御部(12)によってインバータ回路(4)を停止させる。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

直流をスイッチングして交流に変換するインバータ回路(4)を過電流から保護する過電流保護装置であって、

前記インバータ回路(4)に直流を供給する直流電源(2)と該インバータ回路(4)とを接続する直流リンク部(3)における電流パルスの電流値を検出する検出部(11)と、

連続した2つの電流パルスについて前記検出部(11)がそれぞれ検出した2つの電流値が、互いに異符号で且つそれぞれの絶対値(a1,a2)の和が所定のピーク電流閾値よりも大きい場合に、前記インバータ回路(4)を停止させる制御部(12)と、

を備えたことを特徴とする過電流保護装置。

10

**【請求項 2】**

請求項1の過電流保護装置において、

前記制御部(12)は、前記インバータ回路(4)の出力電圧に応じて前記ピーク電流閾値を変更することを特徴とする過電流保護装置。

**【請求項 3】**

請求項1又は請求項2の過電流保護装置において、

前記制御部(12)は、前記2つの電流値が何れも負の場合には、該電流値の絶対値(a1,a2)の大きい方が前記ピーク電流閾値よりも大きい場合に前記インバータ回路(4)を停止させることを特徴とする過電流保護装置。

**【請求項 4】**

20

請求項1から請求項3のうちの何れか1つの過電流保護装置において、

前記制御部(12)は、前記検出部(11)が検出した電流値が、該検出部(11)において検出可能な負側の限界値以上に設定された下限閾値よりも小さくなった場合に、前記インバータ回路(4)を停止させることを特徴とする過電流保護装置。

**【請求項 5】**

請求項1から請求項4のうちの何れか1つの過電流保護装置において、

前記検出部(11)は、前記直流リンク部(3)に設けた、シャント抵抗(Rsh)、又はホール素子を用いた電流検出トランスにより前記電流値を検出することを特徴とする過電流保護装置。

**【請求項 6】**

30

請求項1から請求項5のうちの何れか1つの過電流保護装置において、

ハードウェアで構成され、前記直流リンク部(3)における電流パルスの電流値が前記所定の閾値を超えた場合に前記インバータ回路(4)を停止させる信号を出力する過電流保護回路(20,21)を備えたことを特徴とする過電流保護装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、インバータ回路を過電流から保護する過電流保護装置に関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

40

空気調和機等の冷凍装置では、圧縮機を駆動するモータに交流電力を供給するために、直流を交流に変換するインバータ回路が用いられることが多い。そして、このような空気調和機では、インバータ回路のスイッチング素子などが過電流によって破損するのを防止するために、過電流保護回路(OC P回路ともいう。ただし、OC P: over current protection)が設けられることが多い(例えば、特許文献1を参照)。この過電流保護回路は、検出した相電流と基準値とを比較し、相電流が基準値を超えないようインバータ回路等を制御している。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】**

50

【特許文献1】特開2004-312955号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、前記モータが、その動作中にロータの位置と各巻線への通電の同期がずれる脱調状態になると、上記の相電流検出回路で検出される連続した2つの電流パルス（相電流値）において、一方の電流パルスのピーク値が正の値で、他方の電流パルスのピーク値が負の値になる場合があることを本願発明者は見出した。このように2つの相電流値が互いに異符号の場合におけるインバータ回路の電流ピーク値は、負側のピークから正側のピークまでの差分になる。したがって、従来の過電流保護回路のように各電流パルスの大きさを基準値（閾値）と比較するのでは、上記のように2つのピーク値が互いに異符号の場合には前記電流ピーク値がスイッチング素子の電流の許容値を超える可能性がある。

10

【0005】

本発明は上記の問題に着目してなされたものであり、インバータ回路が出力する連続した2つの電流パルス（相電流）のそれぞれのピーク値が互いに異符号の場合にも、インバータ回路を過電流から保護できるようにすることを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の課題を解決するため、第1の発明は、

直流をスイッチングして交流に変換するインバータ回路（4）を過電流から保護する過電流保護装置であって、

20

前記インバータ回路（4）に直流を供給する直流電源（2）と該インバータ回路（4）とを接続する直流リンク部（3）における電流パルスの電流値を検出する検出部（11）と、

連続した2つの電流パルスについて前記検出部（11）がそれぞれ検出した2つの電流値が、互いに異符号で且つそれぞれの絶対値（ $a_1, a_2$ ）の和が所定のピーク電流閾値よりも大きい場合に、前記インバータ回路（4）を停止させる制御部（12）と、

を備えたことを特徴とする。

【0007】

この構成では、インバータ回路（4）が出力する連続した2つの電流パルスの電流値が互いに異符号の場合には、2つの電流値の絶対値（ $a_1, a_2$ ）の和を求めて、電流ピーク値を算出している。したがって、本実施形態によれば、前記2つの電流パルス（相電流）のそれぞれの電流絶対値（ $a_1, a_2$ ）が互いに異符号の場合にも、電流ピーク値を正確に求めることができる。

30

【0008】

また、第2の発明は、

第1の発明の過電流保護装置において、

前記制御部（12）は、前記インバータ回路（4）の出力電圧に応じて前記ピーク電流閾値を変更することを特徴とする。

【0009】

制御部（12）での処理中も、直流リンク部（3）に電流が流れるが、例えば、電力変換装置（1）の出力電圧の最大値に合わせてピーク電流閾値を固定しておけば、処理終了時の直流リンク電流（ $I_{dc}$ ）を確実に前記許容電流以下にすることが可能になる。しかし、このような設定は、ピーク電流閾値がより小さな値に設定されるということであり、インバータ回路（4）が出力できる電流が、前記許容電流よりもかなり小さな電流値に制限されてしまう可能性がある。これに対し、第2の発明では、出力電圧に応じてピーク電流閾値を適宜変更することによって、インバータ回路（4）の出力可能な電流の範囲（すなわち、出力電圧の範囲）をより大きく確保することが可能になる。

40

【0010】

また、第3の発明は、

第1又は第2の発明の過電流保護装置において、

50

前記制御部(12)は、前記2つの電流値が何れも負の場合には、該電流値の絶対値( $a_1$ ,  $a_2$ )の大きい方が前記ピーク電流閾値よりも大きい場合に前記インバータ回路(4)を停止させることを特徴とする。

【0011】

この構成では、2つの電流絶対値( $a_1$ ,  $a_2$ )が何れも負の場合にもインバータ回路(4)が過電流から保護される。

【0012】

また、第4の発明は、

第1から第3の発明のうちの何れか1つの過電流保護装置において、

前記制御部(12)は、前記検出部(11)が検出した電流値が、該検出部(11)において検出可能な負側の限界値以上に設定された下限閾値よりも小さくなった場合に、前記インバータ回路(4)を停止させることを特徴とする。

【0013】

この構成では、直流リンク部(3)における電流を検出部(11)で検出できない場合にインバータ回路(4)が停止させられる。

【0014】

また、第5の発明は、

第1から第4の発明のうちの何れか1つの過電流保護装置において、

前記検出部(11)は、前記直流リンク部(3)に設けた、シャント抵抗( $R_{sh}$ )、又はホール素子を用いた電流検出トランスにより前記電流値を検出することを特徴とする。

【0015】

この構成では、シャント抵抗( $R_{sh}$ )、又は電流検出トランスにより電流値が検出される。

【0016】

また、第6の発明は、

第1から第5の発明のうちの何れか1つの過電流保護装置において、

ハードウェアで構成され、前記直流リンク部(3)における電流パルスの電流値が前記所定の閾値を超えた場合に前記インバータ回路(4)を停止させる信号を出力する過電流保護回路(20,21)を備えたことを特徴とする。

【0017】

この構成では、電流が正の場合には、ハードウェアで構成された過電流保護回路(20,21)によって、過電流保護を行うことができる。

【発明の効果】

【0018】

第1の発明によれば、インバータ回路(4)が出力する連続した2つの電流パルスの電流値が互いに異符号の場合に電流ピーク値を正確に求めることができるので、インバータ回路を確実に過電流から保護することが可能になる。

【0019】

また、第2の発明によれば、インバータ回路(4)の出力可能な電流の範囲(すなわち、出力電圧の範囲)をより大きく確保することが可能になるので、より効率的にインバータ回路(4)を作動させることが可能になる。

【0020】

また、第3の発明によれば、正及び負の過電流について、インバータ回路(4)を保護することが可能になる。

【0021】

また、第4の発明によれば、電流検出を確実に行えない場合にもインバータ回路(4)の過電流保護が担保されているのである。

【0022】

また、第5の発明によれば、シャント抵抗( $R_{sh}$ )等で電流を検出するので、より低コストな構成で過電流保護装置を実現できる。

10

20

30

40

50

## 【0023】

また、第6の発明によれば、直流リンク部(3)における電流が正の場合には、ハードウェアによる、より迅速な過電流の保護が可能になる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0024】

【図1】図1は、本発明の実施形態に係るソフトOCP装置を適用した電力変換装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、ソフトOCP装置の構成例を示すブロック図である。

【図3】図3は、キャリア信号の1周期中に、上アーム側の各スイッチング素子にそれぞれ与えるゲート信号の波形とシャント抵抗における電圧波形を説明する図である。

10

【図4】図4は、相電流( $I_u$ )及び相電流( $I_w$ )が共に正の値の場合の電流波形の例である。

【図5】図5は、相電流( $I_u$ )及び相電流( $I_w$ )が共に負の場合の電流波形の例である。

【図6】図6は、相電流( $I_u$ )が負の値で相電流( $I_w$ )が正の値となる場合の電流波形の例である。

【図7】図7は、本発明の実施形態に係るソフトOCP装置と従来のOCP装置の両方を使用した電力変換装置の構成を示すブロック図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0025】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、以下の実施形態は、本質的に好ましい例示であって、本発明、その適用物、あるいはその用途の範囲を制限することを意図するものではない。

20

## 【0026】

## 概要

以下では、本発明の実施形態に係るソフトOCP装置(過電流保護装置)を電力変換装置に適用した例を説明する。図1は、本発明の実施形態に係るソフトOCP装置(10)を適用した電力変換装置(1)の構成を示すブロック図である。この電力変換装置(1)は、コンバータ回路(2)(直流電源)、直流リンク部(3)、インバータ回路(4)、インバータ制御部(5)、及びソフトOCP装置(10)を備えている。電力変換装置(1)には交流電源(6)が接続されており、交流電源(6)が出力した交流(以下、入力交流という)を三相交流(以下、出力交流という)に変換し、負荷であるモータ(7)に供給するようになっている。このモータ(7)は、例えば空気調和機の冷媒回路に設けられた圧縮機を駆動するものである。

30

## 【0027】

## 《電力変換装置の各部の構成》

以下では、電力変換装置(1)の各構成要素について詳述する。

## 【0028】

## コンバータ回路(2)、直流リンク部(3)

本実施形態のコンバータ回路(2)は、ブリッジ接続された4つのダイオード(D1,...,D4)を備え、前記入力交流を全波整流する。また、直流リンク部(3)は、リアクトル(3a)と平滑コンデンサ(3b)とを備えている。この直流リンク部(3)は、インバータ回路(4)に設けられた正負1対の直流母線(P,N)(後述)に接続されている。具体的に直流リンク部(3)では、図1に示すように、リアクトル(3a)は、コンバータ回路(2)の正側の出力と、インバータ回路(4)の正側の直流母線(P)とに接続され、平滑コンデンサ(3b)は、インバータ回路(4)の2つの直流母線(P,N)間に接続されている。

40

## 【0029】

## インバータ回路(4)

インバータ回路(4)は、複数のスイッチング素子のスイッチング状態をそれぞれ変化させて、コンバータ回路(2)が直流リンク部(3)を介して出力した直流を交流に変換して負荷(この例ではモータ(7))に供給するようになっている。具体的には、本実施形

50

態のインバータ回路(4)は、図1に示すように、ドライブ回路(4a)、6つのスイッチング素子(Sup, ..., Swn)、6つの還流ダイオード(Dup, ..., Dwn)を備えている。ドライブ回路(4a)は、各スイッチング素子(Sup, ..., Swn)のオンオフを制御するゲート信号(Gup, ..., Gwn)を生成し、各スイッチング素子(Sup, ..., Swn)のゲートに印加するようになっている。

#### 【0030】

また、3つのスイッチング素子(Sup, Svp, Swp)及び3つの還流ダイオード(Dup, Dvp, Dwp)は上アームを構成し、3つのスイッチング素子(Sun, Svn, Swn)及び3つの還流ダイオード(Dun, Dvn, Dwn)は下アームを構成している。上アームのスイッチング素子(Sup, Svp, Swp)と下アームのスイッチング素子(Sun, Svn, Swn)とは、1対1に対応して直列接続されている。以下では、直列接続されたスイッチング素子(Sup, ..., Swn)の対をスイッチングレグと呼ぶことにする。このインバータ回路(4)には、スイッチング素子(Sup)とスイッチング素子(Sun)の対で形成されたスイッチングレグ(leg1)、スイッチング素子(Svp)とスイッチング素子(Svn)の対で形成されたスイッチングレグ(leg2)、スイッチング素子(Swp)とスイッチング素子(Swn)の対で形成されたスイッチングレグ(leg3)がある。

10

#### 【0031】

また、インバータ回路(4)には、正負1対の直流母線(P, N)が設けられており、これらの直流母線(P, N)には、直流リンク部(3)を介して、コンバータ回路(2)が出力した直流が供給されている。正側の直流母線(P)と負側の直流母線(N)の間には、それぞれのスイッチングレグ(leg1, leg2, leg3)が接続されている。それぞれのスイッチングレグ(leg1, leg2, leg3)の各中間点(M1, M2, M3)は、出力交流の各相(U相, V相, W相)の相電圧(Vu, Vv, Vw)を出力するノードであり、各中間点(M1, M2, M3)はモータ(7)の各相の巻き線にそれぞれ接続されている。

20

#### 【0032】

##### インバータ制御部(5)

インバータ制御部(5)は、ドライブ回路(4a)が出力するゲート信号(Gup, ..., Gwn)の出力レベル及び出力タイミングを制御する。これによりインバータ制御部(5)は、いわゆるインバータ制御を行うのである。インバータ制御部(5)が行うインバータ制御はPWM制御(PWM: Pulse Width Modulation)であり、所定周波数のキャリア信号に同期して前記出力交流の電圧を制御する。

30

#### 【0033】

##### 《ソフトOCP装置(10)》

ソフトOCP装置(10)は、本発明の過電流保護装置の一例であり、直流リンク部(3)における直流リンク電流(Idc)を所定値以下に抑えてインバータ回路(4)を過電流から保護するようになっている。図2は、ソフトOCP装置(10)の構成例を示すブロック図である。本実施形態のソフトOCP装置(10)は、検出部(11)、及び制御部(12)を備えている。

#### 【0034】

##### 検出部(11)

インバータ回路(4)においてPWM制御が行われると、後述するように直流リンク部(3)においてパルス状の電流(電流パルス)が流れる。検出部(11)は、直流リンク部(3)における電流パルスの電流値を検出するようになっている。検出部(11)は、図2に示すように、シャント抵抗(Rsh)、差動増幅器(11a)、及びA/D変換器(11b)を備えている。この検出部(11)では、前記電流パルスに応じてシャント抵抗(Rsh)に生じたパルス状の電圧(電圧パルス)の電圧値を検出し、その電圧パルスを差動増幅器(11a)で増幅した後、A/D変換器(11b)でA/D変換した値を電流パルスの電流値(すなわち直流リンク電流(Idc))として制御部(12)に出力している。

40

#### 【0035】

より詳しくは、シャント抵抗(Rsh)は、インバータ回路(4)の負側の直流母線(N)

50

と直流リンク部(3)の負側ノードとの間に設けられている。シャント抵抗(Rsh)にモータ(7)からの電流が流れると、該シャント抵抗(Rsh)の両端には電圧差を生じ、この両端間の電圧を検出することで直流リンク電流(I<sub>dc</sub>)を求めることができ、該直流リンク電流(I<sub>dc</sub>)から相電流(I<sub>u</sub>, I<sub>v</sub>, I<sub>w</sub>)を算出することができる。

#### 【0036】

差動増幅器(11a)は、シャント抵抗(Rsh)両端の電圧差に応じたレベルの信号を出力する。詳しくは、この検出部(11)では、シャント抵抗(Rsh)に生じた電圧パルスを所定量オフセットさせて差動増幅器(11a)に inputs し、正及び負の電圧を検出できるようにしている。なお、本実施形態では、差動増幅器(11a)に与えることができる電圧レンジの概ね2/3で正の電圧を検出し、1/3で負の電圧を検出するようになっている。なお、図3に示すように、電圧パルスは立ち上がったから所定の期間はリングングにより波形が乱れている場合があるので、この検出部(11)では、そのリングングが収まる程度の所定時間が経過した後に、電圧値を検出するようになっている。

10

#### 【0037】

##### 制御部(12)

制御部(12)は、検出部(11)が検出した電流値に基づいてインバータ回路(4)に過電流が流れる可能性の有無を判断し、該可能性がある場合にインバータ回路(4)を停止させるようになっている。インバータ回路(4)の停止は、インバータ制御部(5)を介してドライブ回路(4a)を制御して、全てのスイッチング素子(Sup, ..., S<sub>wn</sub>)をオフ状態にすることで行っている。本実施形態の制御部(12)は、図2に示すように、マイクロコンピュータ(12a)、及びメモリ(12b)を備え、メモリ(12b)に格納されたプログラムでマイクロコンピュータ(12a)が動作するようになっている。そして、制御部(12)は、連続した2つの電流パルスについて検出部(11)がそれぞれ検出した2つの電流値に基づいて、以下の1~3のそれぞれの場合に応じて、インバータ回路(4)を過電流から保護する。

20

#### 【0038】

##### 1 検出した2つの電流値が互いに同符号の場合

検出した2つの電流値が何れも正の場合には、2つの電流値のうち、何れか一方がピーク電流閾値よりも大きい場合にインバータ回路(4)を停止させる。一方、2つの電流値が何れも負の場合には、2つの電流値の絶対値の大きい方が、所定のピーク電流閾値よりも大きい場合に、インバータ回路(4)を停止させる。なお、ピーク電流閾値の設定については後述する。

30

#### 【0039】

##### 2 検出した2つの電流値が互いに異符号の場合

この場合は、検出した2つの電流値の絶対値の和がピーク電流閾値よりも大きい場合に、インバータ回路(4)を停止させる。絶対値の和で判定する理由については後述する。

#### 【0040】

##### 3 検出した2つの電流値の少なくとも一方が、後述の下限閾値以下の場合

ここで、下限閾値とは、検出部(11)において検出可能な負側の限界値以上に設定された閾値であり、負の値である。制御部(12)は、検出した2つの電流値の少なくとも一方が下限閾値よりも小さくなった場合に、上記1や2の処理を行うことなく、インバータ回路(4)を停止させる。

40

#### 【0041】

上記1~3における、絶対値や絶対値の和を求める演算、これらの値とピーク電流閾値との比較、インバータ回路(4)停止のためのインバータ制御部(5)への指令等の処理は、マイクロコンピュータ(12a)が行う。すなわち、このソフトOCP装置(10)は、ソフトウェアの処理により、過電流保護を行うのである。

#### 【0042】

##### ピーク電流閾値

マイクロコンピュータ(12a)が行う上記の処理には所定の時間を要し、当該処理中も

50

相電流（直流リンク電流）は流れる。そのため、前記処理が終了した時点の直流リンク電流（ $I_{dc}$ ）の値がスイッチング素子（ $Sup, \dots, Swn$ ）の許容電流よりも小さくなるように、処理開始のタイミング、すなわちピーク電流閾値を定めてやる必要がある。ここで、インバータ回路（4）の出力電圧を $V$ 、モータ（7）の各巻き線の合成インダクタンスを $L$ 、制御部（12）における処理時間（以下では遅れ時間ともいう）を $t$ とすると、この遅れ時間（ $t$ ）に、次の式1で示した直流リンク電流（ $I_{dc}$ ）が流れる。

【0043】

$$I_{dc} = V \times t / L \quad \dots \text{ (式1)}$$

例えば制御部（12）における処理時間が一定であるとすれば、式1から分かるように、出力電圧（ $V$ ）が大きいほど、処理終了時の直流リンク電流（ $I_{dc}$ ）も大きくなる。したがって、電力変換装置（1）の出力電圧の最大値に合わせてピーク電流閾値を定めておけば、処理終了時の直流リンク電流（ $I_{dc}$ ）を確実に前記許容電流以下にすることが可能になる。

10

【0044】

ただし、本実施形態では、出力電圧に応じてピーク電流閾値を適宜変更するようにしている。これは、出力電圧の最大値に合わせてピーク電流閾値を設定するということが、ピーク電流閾値がより小さな値に設定されるということであり、インバータ回路（4）が出力できる電流が、前記許容電流よりもかなり小さな電流値に制限されてしまう場合があるからである。具体的に、この制御部（12）では、何種類かの出力電圧と、それぞれの出力電圧に対応したピーク電流閾値とをテーブルにしてメモリ（12b）に格納し、インバータ回路（4）の出力電圧に応じてテーブルから選択した値をピーク電流閾値として設定するようにしている。これにより、より効率的にインバータ回路（4）を作動させることが可能になる。なお、このようにテーブルを用いてピーク電流閾値を設定する方法の他に、出力電圧とピーク電流閾値の関係を所定の関係式で定義しておいて、ピーク電流閾値の変更の必要がある度に、マイクロコンピュータ（12a）がその関係式からピーク電流閾値を演算により求めるという方法を採用してもよい。この場合は、ピーク電流閾値を求めるための演算時間も前記遅れ時間（ $t$ ）として考慮する必要がある。

20

【0045】

《電力変換装置（1）の動作》

インバータ制御の概要

30

インバータ制御部（5）が行うPWM制御は、従来のインバータ回路で行われるPWM制御と同じである。図3は、キャリア信号の1周期中に、上アーム側の各スイッチング素子（ $Sup, Svp, Swp$ ）にそれぞれ与えるゲート信号（ $Gup, Gvp, Gwp$ ）の波形とシャント抵抗（ $Rsh$ ）における電圧波形を説明する図である。この図では、ゲート信号（ $Gup, Gvp, Gwp$ ）がハイレベルに表示されている場合には、その信号に対応した上アーム側のスイッチング素子がオン、それと対になる下アーム側のスイッチング素子がオフであることを示している。逆に、ゲート信号（ $Gup, Gvp, Gwp$ ）がローレベルに表示されている場合には、そのゲート信号に対応した上アーム側のスイッチング素子がオフ、それと対になる下アーム側のスイッチング素子がオンであることを示している。

40

【0046】

図3の例では、インバータ制御部（5）は、U相に対応したスイッチングレグ（ $leg1$ ）については、キャリア信号1周期中の $t_1 \sim t_7$ の期間に、ドライブ回路（4a）から矩形波状のゲート信号（ $Gup$ ）を出力させて上アーム側のスイッチング素子（ $Sup$ ）をオンに制御し、キャリア信号1周期中の他の期間にはオフに制御する。また、V相に対応したスイッチングレグ（ $leg2$ ）については、 $t_2 \sim t_6$ の期間に、上アーム側のスイッチング素子（ $Svp$ ）をオンに制御し、キャリア信号1周期中の他の期間にはオフに制御する。また、W相に対応したスイッチングレグ（ $leg3$ ）については、 $t_3 \sim t_5$ の期間に、上アーム側のスイッチング素子（ $Swp$ ）をオンに制御し、キャリア信号1周期中の他の期間にはオフに制御する。

50

【0047】

なお、このインバータ制御では、下アーム側の各スイッチング素子 (Sun, Svn, Sw<sub>n</sub>) は、オンオフの状態が、対応した上アーム側のスイッチング素子とは逆の関係にある。例えば、インバータ制御部 (5) は、U相の下アーム側のスイッチング素子 (Sun) を、スイッチング素子 (Sup) がオンの場合にはオフ、スイッチング素子 (Sup) がオフの場合にはオンに制御する。

#### 【0048】

上記の制御により、図3に示すように、 $t_0 \sim t_1$ の期間には、上アーム側のすべてのスイッチング素子 (Sup, Svp, Swp) がオフになり、この場合はシャント抵抗 (Rsh) における電流の大きさはゼロである。したがって、シャント抵抗 (Rsh) の両端に電圧は発生しない。また、 $t_1 \sim t_2$ の期間には、 $t_1 \sim t_2$ の期間には、上アーム側のスイッチング素子 (Sup) と下アーム側の2つのスイッチング素子 (Svn, Sw<sub>n</sub>) がオン、上アーム及び下アームのその他のスイッチング素子 (Sup, ..., Sw<sub>n</sub>) がオフに制御される。これにより、シャント抵抗 (Rsh) には相電流 ( $I_u$ ) が流れる。同様に、 $t_2 \sim t_3$ の期間には、上アーム側の2つスイッチング素子 (Sup, Svp) と下アーム側のスイッチング素子 (Sw<sub>n</sub>) がオン、上アーム及び下アームのその他のスイッチング素子 (Sup, ..., Sw<sub>n</sub>) がオフに制御される。これにより、シャント抵抗 (Rsh) には、大きさが相電流 ( $I_w$ ) が流れる。シャント抵抗 (Rsh) に流れる相電流は、上記の波形に対応したパルス状の電流であり、シャント抵抗 (Rsh) の両端には電圧パルスを生ずる。また、 $t_3 \sim t_5$ の期間には、上アーム側のスイッチング素子 (Sup, Svp, Swp) がオン、下アーム側のスイッチング素子 (Sun, Svn, Sw<sub>n</sub>) がオフに制御される。この場合にはシャント抵抗 (Rsh) における電流の大きさはゼロである。したがって、シャント抵抗 (Rsh) の両端に電圧は発生しない。同様に、 $t_5 \sim t_6$ の期間、 $t_6 \sim t_7$ の期間もそれぞれシャント抵抗 (Rsh) の両端には電圧パルスを生ずる。このように、インバータ回路 (4) では、キャリア信号1周期中に、連続した2つの電流パルスが、 $t_1 \sim t_3$ の期間、及び  $t_5 \sim t_7$ の期間の2箇所にそれぞれ現れる。

#### 【0049】

ソフトOCP装置 (10) の動作

ソフトOCP装置 (10) では、まず、前記出力電圧に応じて、ピーク電流閾値を設定する。具体的には、本実施形態の制御部 (12) (より詳しくはマイクロコンピュータ (12a)) は、テーブルに定義されている出力電圧のうち、目標の出力電圧よりも大きいものの中から最小のものを選択する。そして、選択した出力電圧に対応したピーク電流閾値を、目標の出力電圧に対するピーク電流閾値として設定する。なお、ピーク電流閾値の設定は、インバータ回路 (4) の出力電圧が変更される度に、マイクロコンピュータ (12a) が、メモリ (12b) 内のテーブルを検索し、必要がある場合にはその値を変更する。このようにピーク電流閾値の値が設定されると、制御部 (12) は、検出部 (11) が検出した電流値をモニターし、インバータ回路 (4) を過電流から保護する。具体的には、シャント抵抗 (Rsh) において検出された連続した2つの電流パルスの電流値に応じ、制御部 (12) は以下のように動作する。

#### 【0050】

1 検出した2つの電流値が互いに同符号の場合

図4は、相電流 ( $I_u$ ) 及び相電流 ( $I_w$ ) が共に正の値の場合の電流波形の例である。図4の例では、電流ピーク値は相電流 ( $I_w$ ) の電流値である。この場合には、2つの電流値のうち、何れか一方がピーク電流閾値よりも大きい場合に、マイクロコンピュータ (12a) はインバータ回路 (4) を停止させる。図4の例では、制御部 (12) は、相電流 ( $I_u$ ) 又は相電流 ( $I_w$ ) が、ピーク電流閾値よりも大きい場合に、インバータ回路 (4) を停止させる。

#### 【0051】

また、このソフトOCP装置 (10) では、2つの電流値が何れも負の場合には、マイクロコンピュータ (12a) が、該電流値の絶対値 ( $a_1, a_2$ ) の大きい方の値とピーク電流閾値とを比較する。その結果、絶対値 ( $a_1, a_2$ ) の大きい方がピーク電流閾値よりも大きい場

合に、マイクロコンピュータ(12a)は、インバータ制御部(5)に対し、インバータ回路(4)を停止させるように指令を送信する。これにより、インバータ回路(4)が停止し、スイッチング素子(Sup, ..., Swn)の破損が防止される。

【0052】

例えば、図5は、相電流( $I_u$ )及び相電流( $I_w$ )が共に負の場合の電流波形の例である。図5の例では、絶対値が大きいのは相電流( $I_u$ )であり、電流ピーク値は相電流( $I_u$ )の絶対値( $a_1$ )である。したがって、制御部(12)は、絶対値( $a_1$ )がピーク電流閾値よりも大きい場合に、インバータ回路(4)を停止させる。

【0053】

2 検出した2つの電流値が互いに異符号の場合

10

モータ(7)のロータ位置と各巻線への通電の同期がずれると、例えば図6に示すように、相電流( $I_u$ )が負の値で相電流( $I_w$ )が正の値となる場合がある。この場合には、電流ピーク値は、同図に示すように、電流波形に現れたボトムからトップまでの差分となる。図6の例では、相電流( $I_u$ )が流れているときに前記ボトムであり、相電流( $I_w$ )が流れているときに前記トップである。すなわち、電流ピーク値は、相電流( $I_u$ )の絶対値( $a_1$ )と相電流( $I_w$ )絶対値( $a_2$ )の和となる。

【0054】

この場合、ソフトOCP装置(10)では、マイクロコンピュータ(12a)が、それぞれの電流値の絶対値( $a_1, a_2$ )を求める。そして、求めた2つの絶対値( $a_1, a_2$ )を加算し、その加算結果とピーク電流閾値とを比較する。比較の結果、2つの絶対値( $a_1, a_2$ )の和がピーク電流閾値よりも大きい場合に、マイクロコンピュータ(12a)は、インバータ制御部(5)を介してインバータ回路(4)を停止させる。

20

【0055】

3 検出した2つの電流値の少なくとも一方が、限界値以下の場合

上記の1や2の場合において、電流値として負の値が検出されると、1や2で説明した上記処理に先立って、マイクロコンピュータ(12a)は、その負の値と、下限閾値とを比較する。比較の結果、その電流値(負の値)が下限閾値以下の場合には、マイクロコンピュータ(12a)は上記1ないし2の処理を行うことなく直ちに、インバータ制御部(5)を介してインバータ回路(4)を停止させる。すなわち、このソフトOCP装置(10)では、上記1や2の処理が確実に行えない場合にもインバータ回路(4)の過電流保護が担保されているのである。

30

【0056】

《本実施形態における効果》

以上のように、ソフトOCP装置(10)では、連続した2つの電流パルスの電流値が互いに異符号の場合には、2つの電流値の絶対値( $a_1, a_2$ )の和を求めて、電流ピーク値を算出している。したがって、本実施形態によれば、前記2つの電流パルス(相電流)のそれぞれの電流絶対値( $a_1, a_2$ )が互いに異符号の場合にも電流ピーク値を、正確に求めることができ、インバータ回路を確実に過電流から保護することが可能になる。

【0057】

また、上記のように、インバータ回路(4)の出力電圧に応じてピーク電流閾値を変更しているので、ピーク電流閾値を固定値とした場合よりも、インバータ回路(4)の出力可能な電流の範囲(すなわち、出力電圧の範囲)をより大きく確保できる。

40

【0058】

また、検出部(11)において負側の電流の検出可能範囲内でのみ制御部(12)が処理を行うように担保されるので、インバータ回路(4)に対するより確実な過電流保護が可能になる。この効果は、本実施形態のように1つの検出部(11)(差動増幅器(11a))で正負両方の電流を検出し、負側の検出可能範囲が正側よりも狭い場合などに、特に有用である。

【0059】

《その他の実施形態》

50

なお、検出部(11)では、シャント抵抗(Rsh)の代わりに、ホール素子を用いた電流検出トランス(いわゆるホールCT(Current Transformer))を用いてもよい。

【0060】

また、制御部(12)は、インバータ制御部(5)を介さずに、ドライブ回路(4a)を直接制御するようにしてもよい。

【0061】

また、検出部(11)において検出可能な正側の電流値の限界値を超えた場合に、インバータ回路(4)を停止させるようにしてもよい。

【0062】

また、ソフトOCP装置(10)と、従来のOCP装置とを併用してもよい。例えば、前記2つの電流値が両方正の場合には従来のOCP装置でも過電流の検出が可能であるので、この場合には従来のOCP装置で過電流保護を行い、前記2つの電流値が異符号の場合にはソフトOCP装置(10)を使用することが考えられる。例えば、図7は、本発明の実施形態に係るソフトOCP装置と従来のOCP装置の両方を使用した電力変換装置の構成を示すブロック図である。同図において、検出回路(20)は、シャント抵抗(Rsh)の両端の電圧を検出する回路(ハードウェア)である。また、比較回路(21)は、ハードウェアで構成され、検出回路(20)の検出値が正、且つ所定の閾値を超えた場合に、インバータ回路(4)を停止させる信号(停止信号)をインバータ制御部(5)に出力する。インバータ制御部(5)は、前記停止信号に応じて、ドライブ回路(4a)を介してインバータ回路(4)を停止させる。すなわち、検出回路(20)と比較回路(21)とで、ハードウェアによる過電流保護回路を実現しているのである。このように直流リンク部(3)における電流が正の場合にハードウェアにより過電流保護を行うことで、より迅速な過電流の保護が可能になる。すなわち、図7の例では、制御部(12)がソフトウェアで実現されているので、検出した2つの電流値が互いに異符号の場合の過電流保護は簡略な構成で実現でき、2つの電流値が正の場合には、ハードウェアによって、より迅速な過電流保護が可能になるのである。

【産業上の利用可能性】

【0063】

本発明は、インバータ回路を過電流から保護する過電流保護装置として有用である。

【符号の説明】

【0064】

2	コンバータ回路(直流電源)
3	直流リンク部
4	インバータ回路
10	ソフトOCP装置(過電流保護装置)
11	検出部
12	制御部
20	検出回路
21	比較回路
Rsh	シャント抵抗

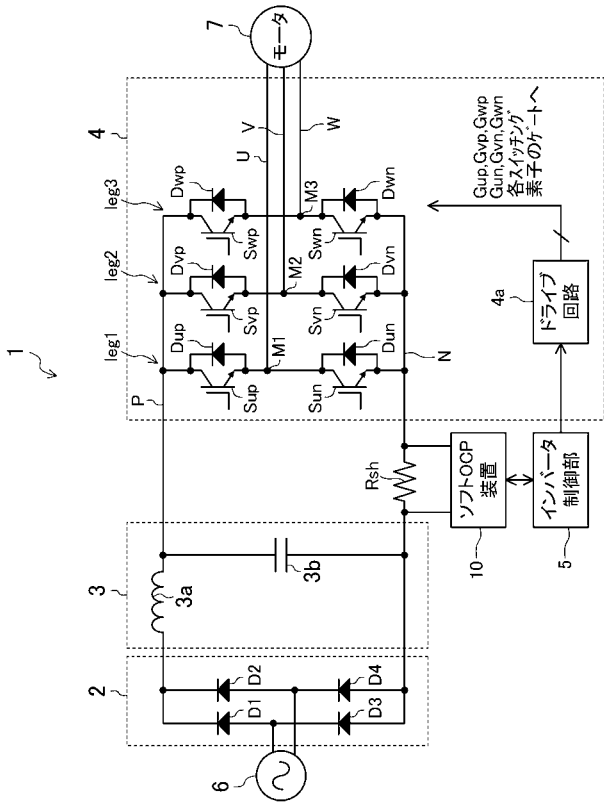
10

20

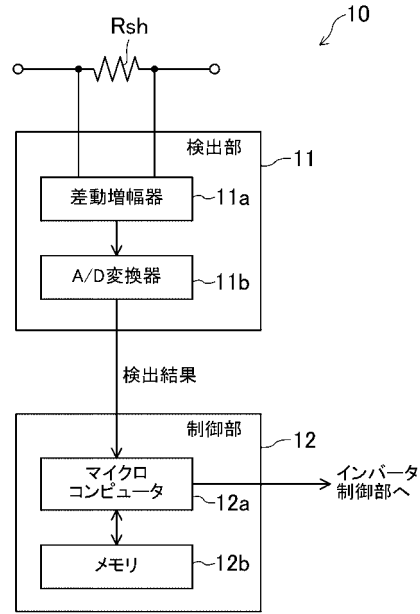
30

40

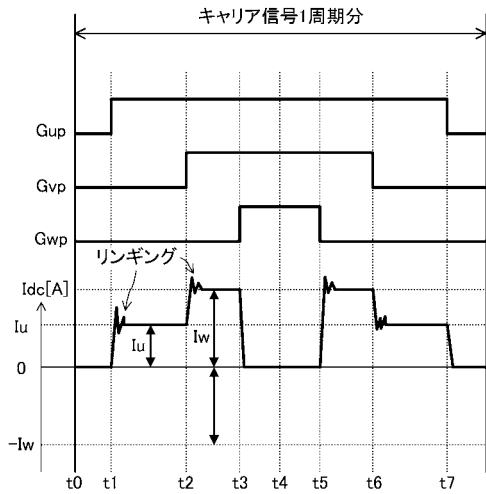
【図1】



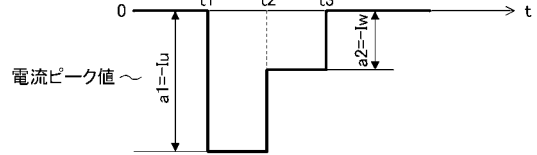
【図2】



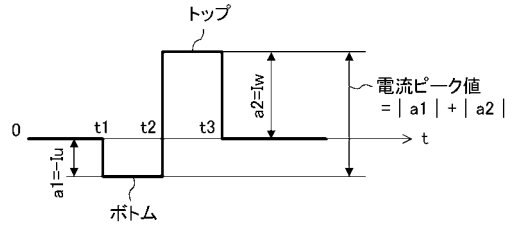
【図3】



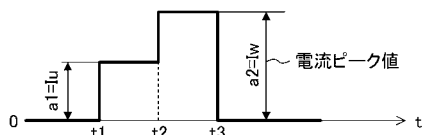
【図5】



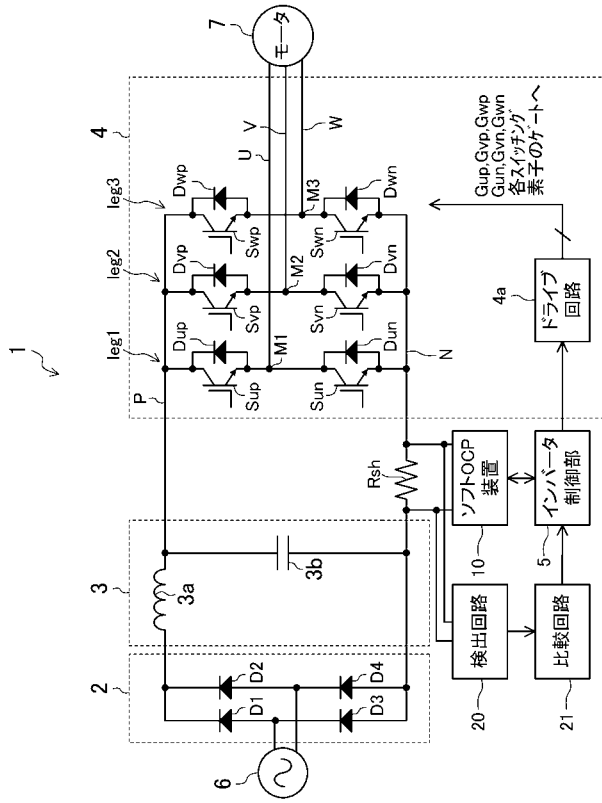
【図6】



【図4】



【図7】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100117581

弁理士 二宮 克也

(74)代理人 100117710

弁理士 原田 智雄

(74)代理人 100121728

弁理士 井関 勝守

(74)代理人 100124671

弁理士 関 啓

(74)代理人 100131060

弁理士 杉浦 靖也

(72)発明者 小川 卓郎

滋賀県草津市岡本町字大谷 1 0 0 0 番地の 2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内

(72)発明者 北野 伸起

滋賀県草津市岡本町字大谷 1 0 0 0 番地の 2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内

Fターム(参考) 5G053 AA01 BA01 CA02 EA01 EB01 FA04

5H007 BB06 CA01 CB02 CB05 CC23 DB12 DC02 FA03 FA13 FA19