

(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2019-161902

(P2019-161902A)

(43) 公開日 令和1年9月19日(2019.9.19)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
HO2M	7/12	(2006.01)	HO2M	7/12	P	5H006
HO2M	7/48	(2007.01)	HO2M	7/48	E	5H770

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2018-46996 (P2018-46996)	(71) 出願人	516299338
(22) 出願日	平成30年3月14日 (2018.3.14)		三菱重工サーマルシステムズ株式会社
			東京都港区港南二丁目16番5号
		(74) 代理人	100149548
			弁理士 松沼 泰史
		(74) 代理人	100162868
			弁理士 伊藤 英輔
		(74) 代理人	100161702
			弁理士 橋本 宏之
		(74) 代理人	100189348
			弁理士 古部 智
		(74) 代理人	100196689
			弁理士 鎌田 康一郎
		(74) 代理人	100210572
			弁理士 長谷川 太一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制御装置、空気調和機、制御方法及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】コンバータ回路のリアクタ損失と騒音を低減する制御装置を提供する。

【解決手段】制御装置は、整流回路と、リアクタと、スイッチング素子とを備え、交流電力を直流電力に変換するコンバータと、コンバータが変換した直流電力を交流電力に変換するインバータとを備える電力変換装置について、スイッチング素子のオンとオフを切り替えるスイッチング制御を実行する制御部、を備え、前記制御部は、スイッチング制御の実行中に前記スイッチング素子のオンとオフの切り替えを行わないスイッチング休止期間を設定する。

【選択図】 図2

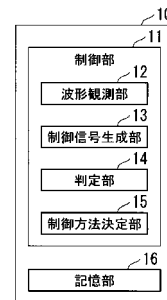


図2

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

整流回路と、リアクタと、スイッチング素子とを備え、交流電力を直流電力に変換するコンバータと、前記コンバータが変換した直流電力を交流電力に変換するインバータとを備える電力変換装置について、前記スイッチング素子のオンとオフを切り替えるスイッチング制御を実行する制御部、を備え、

前記制御部が、前記スイッチング制御の実行中に、前記スイッチング素子のオンとオフの切り替えを行わないスイッチング休止期間を設定する、
制御装置。

【請求項 2】

前記制御部は、所定の変調波と、所定のキャリアとに基づいて前記スイッチング素子のオンとオフの切り替えを指示するスイッチング制御信号を生成し、前記変調波の変調率を上昇させることにより前記スイッチング休止期間を設定する、

請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記スイッチング休止期間における前記コンバータの入力電流の歪み率が所定の閾値以下となるよう前記変調率を設定する、

請求項 2 に記載の制御装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記スイッチング休止期間における前記コンバータの入力電流に含まれる各次数の高調波の値が所定の閾値以下となるよう前記変調率を設定する、

請求項 2 に記載の制御装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記スイッチング休止期間における前記コンバータの入力電流を監視し、前記入力電流の歪み率または前記入力電流に含まれる各次数の高調波の値が、所定の閾値以下となるよう前記変調率をフィードバック制御する、

請求項 2 に記載の制御装置。

【請求項 6】

前記制御部が、前記電力変換装置の負荷の大きさが所定の範囲内の場合に、前記スイッチング制御の実行中に前記スイッチング休止期間を設定する制御を行う、

請求項 1 から請求項 5 の何れか 1 項に記載の制御装置。

【請求項 7】

整流回路と、リアクタと、スイッチング素子とを備え、交流電力を直流電力に変換するコンバータと、前記コンバータが変換した直流電力を交流電力に変換するインバータとを備える電力変換装置と、

請求項 1 から請求項 6 の何れか 1 項に記載の制御装置と、

前記電力変換装置が制御するモータによって駆動する圧縮機と、
を備えた空気調和機。

【請求項 8】

整流回路と、リアクタと、スイッチング素子とを備え、交流電力を直流電力に変換するコンバータと、前記コンバータが変換した直流電力を交流電力に変換するインバータとを備える電力変換装置について、前記スイッチング素子のオンとオフを切り替えるスイッチング制御の実行中に、前記スイッチング素子のオンとオフの切り替えを行わないスイッチング休止期間を設定する、

制御方法。

【請求項 9】

整流回路と、リアクタと、スイッチング素子とを備え、交流電力を直流電力に変換するコンバータと、前記コンバータが変換した直流電力を交流電力に変換するインバータとを備える電力変換装置を制御するコンピュータを、

前記スイッチング素子のオンとオフを切り替えるスイッチング制御を実行する手段、

10

20

30

40

50

前記スイッチング制御の実行中に、前記スイッチング素子のオンとオフの切り替えを行わないスイッチング休止期間を設定する手段、

として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、制御装置、空気調和機、制御方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

空気調和機などに接続された受電設備には、高調波電流の規制値が設定される。この規制値を超えないようにするため、例えば、特許文献1には、交流電源の電圧を直流に変換するコンバータと、コンバータの出力電圧を交流電圧に変換するインバータとを備える電力変換装置において、高調波電流の制限値に応じてコンバータの出力電圧を制御し、高調波電流を低減する制御方法が記載されている。

10

【0003】

また、空気調和機などに搭載される圧縮機駆動用の電力変換装置では、力率改善や高調波対策等を目的にコンバータの出力部または入力部にリアクタが設けられることがある。このような電力変換装置では、リアクタの出力側にスイッチング素子を設け、このスイッチング素子のオンとオフを切り替えるスイッチング制御を実行することによって、インバータに供給する直流電圧を制御することがある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2017-163839号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記のスイッチング制御を実行すると、リアクタでは、電力損失や騒音が生じる可能性がある。特許文献1には、リアクタでの電力損失や騒音を低減する技術の記載がない。

【0006】

30

そこでこの発明は、上述の課題を解決することのできる制御装置、空気調和機、制御方法及びプログラムを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様によれば、制御装置は、整流回路と、リアクタと、スイッチング素子とを備え、交流電力を直流電力に変換するコンバータと、前記コンバータが変換した直流電力を交流電力に変換するインバータとを備える電力変換装置について、前記スイッチング素子のオンとオフを切り替えるスイッチング制御を実行する制御部、を備え、前記制御部が、前記スイッチング制御の実行中に前記スイッチング素子のオンとオフの切り替えを行わないスイッチング休止期間を設定する。

40

【0008】

本発明の一態様によれば、前記制御部は、所定の変調波と、所定のキャリアとに基づいて前記スイッチング素子のオンとオフの切り替えを指示するスイッチング制御信号を生成し、前記変調波の変調率を上昇させることにより前記スイッチング休止期間を設定する。

【0009】

本発明の一態様によれば、前記制御部は、前記スイッチング休止期間における前記コンバータの入力電流の歪み率が所定の閾値以下となるよう前記変調率を設定する。

【0010】

本発明の一態様によれば、前記制御部は、前記スイッチング休止期間における前記コンバータの入力電流に含まれる各次数の高調波の値が所定の閾値以下となるよう前記変調率

50

を設定する。

【0011】

本発明の一態様によれば、前記制御部は、前記スイッチング休止期間における前記コンバータの入力電流を監視し、前記入力電流の歪み率または前記入力電流に含まれる各次数の高調波の値が、所定の閾値以下となるよう前記変調率をフィードバック制御する。

【0012】

本発明の一態様によれば、前記制御部が、前記電力変換装置の負荷の大きさが所定の範囲内の場合に、前記スイッチング制御の実行中に前記スイッチング休止期間を設定する制御を行う。

【0013】

本発明の一態様によれば、空気調和機は、整流回路と、リアクタと、スイッチング素子とを備え、交流電力を直流電力に変換するコンバータと、前記コンバータが変換した直流電力を交流電力に変換するインバータとを備える電力変換装置と、上記の何れかの制御装置と、前記電力変換装置が制御するモータによって駆動する圧縮機とを備える。

【0014】

本発明の一態様によれば、制御方法は、整流回路と、リアクタと、スイッチング素子とを備え、交流電力を直流電力に変換するコンバータと、前記コンバータが変換した直流電力を交流電力に変換するインバータとを備える電力変換装置について、前記スイッチング素子のオンとオフを切り替えるスイッチング制御の実行中に前記スイッチング素子のオンとオフの切り替えを行わないスイッチング休止期間を設定するステップを有する。

【0015】

本発明の一態様によれば、プログラムは、整流回路と、リアクタと、スイッチング素子とを備え、交流電力を直流電力に変換するコンバータと、前記コンバータが変換した直流電力を交流電力に変換するインバータとを備える電力変換装置を制御するコンピュータを、前記スイッチング素子のオンとオフを切り替えるスイッチング制御を実行する手段、前記スイッチング制御の実行中に前記スイッチング素子のオンとオフの切り替えを行わないスイッチング休止期間を設定する手段、として機能させる。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、リアクタとスイッチング素子が設けられたコンバータにおけるスイッチング制御によるリアクタでの電力損失、騒音を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の一実施形態における電力変換装置の一例を示す図である。

【図2】本発明の一実施形態における制御装置の一例を示すブロック図である。

【図3】本発明の一実施形態におけるスイッチング制御を説明する第1の図である。

【図4】本発明の一実施形態におけるスイッチング制御を説明する第2の図である。

【図5】本発明の一実施形態におけるスイッチング制御の一例を示す第1のフローチャートである。

【図6】本発明の一実施形態におけるスイッチング制御の一例を示す第2のフローチャートである。

【図7】本発明の実施形態における制御装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

<実施形態>

以下、本発明の一実施形態によるコンバータのスイッチング制御について図1～図7を参照して説明する。

図1は、本発明の一実施形態における電力変換装置の一例を示す図である。

図1に空気調和機1に搭載された圧縮機2と、圧縮機2に電力を供給する電力変換装置3とを示す。図示するように圧縮機2は、電力変換装置3と、モータ4と、圧縮機構5と

10

20

30

40

50

、を備える。電力変換装置 3 は、交流電源 6 から受電した交流電力を、三相交流電力に変換してモータ 4 に出力する。制御装置 10 は、電力変換装置 3 を制御し、モータ 4 を空気調和機 1 の負荷に応じた回転数で駆動する。モータ 4 が電力変換装置 3 からの印加によって回転駆動することにより、圧縮機構 5 が冷媒を圧縮し、空気調和機 1 が備える冷媒回路（図示せず）へ冷媒を供給する。

【0019】

電力変換装置 3 は、図 1 に示すように、コンバータ 31 と、インバータ 37 と、制御装置 10 と、入力電流検出部 20 と、ゼロクロス検出部 21 と、を備える。コンバータ 31 は、交流電源 6 からの交流電力を直流電力に変換してインバータ 37 に出力する装置である。コンバータ 31 は、整流回路 320 と、スイッチング回路 330 と、平滑コンデンサ 36 と、を備える。

整流回路 320 は、ダイオード 32a ~ 32d によって構成される。整流回路 320 は、交流電源 6 より入力された交流電力を直流電力に変換し、スイッチング回路 330 へ出力する。

【0020】

スイッチング回路 330 は、平滑コンデンサ 36 へ電流を流し、インバータ 37 に入力される電圧を生成する。スイッチング回路 330 は、リアクタ 33 と、ダイオード 34 と、スイッチング素子 35 と、を備える。リアクタ 33 は、第 1 端子と、第 2 端子と、を備える。ダイオード 34 は、アノード端子と、カソード端子と、を備える。スイッチング素子 35 は、第 1 端子と、第 2 端子と、第 3 端子と、を備える。スイッチング素子 35 は、第 1 端子が受ける信号に応じて、オン状態となる期間とオフ状態となる期間とが切り替わることにより、第 2 端子から第 3 端子に流れる電流を制御し、スイッチング回路 330 に流れる電流の値を変化させる。スイッチング素子 35 としては、電界効果トランジスタ (FET: Field Effect Transistor)、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 等が挙げられる。スイッチング素子 35 が例えば MOSFET である場合、スイッチング素子 35 の第 1 端子はゲート端子であり、第 2 端子はソース端子であり、第 3 端子はドレイン端子である。

【0021】

平滑コンデンサ 36 は、第 1 端子と、第 2 端子と、を備える。平滑コンデンサ 36 は、スイッチング回路 330 から電流を取得する。

【0022】

入力電流検出部 20 は、入力端子と、出力端子と、を備える。入力電流検出部 20 は、交流電源 6 へのリターン電流（以下、「入力電流」と記載）を検出する電流計である。入力電流検出部 20 は、検出した入力電流の情報を制御装置 10 へ出力する。

制御装置 10 は、複数の入力端子と、複数の出力端子とを備える。制御装置 10 は、例えば、第 1 入力端子を介して、入力電流検出部 20 から入力電流の情報を取得し、入力電流波形を観測する。制御装置 10 は、第 1 出力端子を介してスイッチング回路 330 の制御などを行う。

【0023】

交流電源 6 は、出力端子と、基準端子と、を備える。交流電源 6 は、コンバータ 31 に交流電力を供給する。

【0024】

ゼロクロス検出部 21 は、第 1 入力端子と、第 2 入力端子と、出力端子と、を備える。ゼロクロス検出部 21 は、第 1 入力端子と、第 2 入力端子とを介して、交流電源 6 が出力する電圧のゼロクロス点を検出する。ゼロクロス点は、交流電源 6 が出力する電圧がゼロボルトを交差する時刻を示す。ゼロクロス検出部 21 は、ゼロクロス点の情報を含むゼロクロス信号を生成する。ゼロクロス検出部 21 は、出力端子を介してゼロクロス信号を制御装置 10 に出力する。制御装置 10 は、その時刻を基準の時刻として、例えば、交流電源 6 の周期と同期するように後述する変調波 P2, P2' を生成する。

【0025】

10

20

30

40

50

インバータ 37 は、コンバータ 31 から出力された直流電力を三相交流電力に変換して圧縮機 2 のモータ 4 に出力する装置である。インバータ 37 は、スイッチング素子 37a 等を複数備え（図示せず）、複数のスイッチング素子 37a 等はブリッジ回路を構成する。制御装置 10 は、インバータ 37 が備えるブリッジ回路のスイッチング素子 37a 等のオンとオフを切り替えることにより、三相交流電力を生成し、生成した三相交流電力をモータ 4 に出力する。なお、インバータ制御の具体的な手法の例としては、ベクトル制御、センサレスベクトル制御、V/F (Variable Frequency) 制御、過変調制御などが挙げられる。

【0026】

整流回路 320 の入力端子（ダイオード 32a のアノード端子）は、交流電源 6 の出力端子と、ゼロクロス検出部 21 の第 1 入力端子とに接続される。整流回路 320 の入力側の基準端子（ダイオード 32b のアノード端子）は、交流電源 6 の基準端子と、ゼロクロス検出部 21 の第 2 入力端子と、入力電流検出部 20 の入力端子とに接続される。整流回路 320 の出力端子（ダイオード 32a, 32b のカソード端子）は、リアクタ 33 の第 1 端子に接続される。整流回路 320 の出力側の基準端子（ダイオード 32c, 32d のアノード端子）は、スイッチング素子 35 の第 3 端子と、平滑コンデンサ 36 の第 2 端子と、インバータ 37 の基準端子とに接続される。リアクタ 33 の第 2 端子は、ダイオード 34 のアノード端子と、スイッチング素子 35 の第 2 端子とに接続される。ダイオード 34 のカソード端子は、平滑コンデンサ 36 の第 1 端子と、インバータ 37 の入力端子とに接続される。

10

20

【0027】

スイッチング素子 35 の第 1 端子は、制御装置 10 の第 1 出力端子に接続される。制御装置 10 の第 1 入力端子は、入力電流検出部 20 の出力端子に接続される。制御装置 10 の第 2 入力端子は、ゼロクロス検出部 21 の出力端子に接続される。インバータ 37 のスイッチング素子 37a 等の第 1 端子は、制御装置 10 の第 2 出力端子に接続される。スイッチング素子 37a 等の第 2 端子はインバータ 37 が備える他のスイッチング素子、第 3 端子はモータ 4 の入力端子に接続される。

【0028】

図 2 は、本発明の一実施形態における制御装置の一例を示すブロック図である。

制御装置 10 は、例えばマイコン等の CPU (Central Processing Unit) や MPU (Micro Processing Unit) を備えたコンピュータである。図示するように制御装置 10 は、制御部 11 と、記憶部 16 とを備えている。

30

【0029】

制御部 11 は、スイッチング素子 35 のオンとオフの切り替え（スイッチング制御）等によるコンバータ 31 の制御、インバータ 37 のスイッチング素子 37a 等のスイッチング制御等によるインバータ 37 の制御を行う。以下、スイッチング素子 35 のスイッチング制御に関する機能部を説明し、他の機能部の説明を省略する。制御部 11 は、波形観測部 12 と、制御信号生成部 13 と、判定部 14 と、制御方法決定部 15 とを備える。

【0030】

波形観測部 12 は、ゼロクロス検出部 21 が検出した交流電源 6 のゼロクロス点を示すゼロクロス信号を、ゼロクロス検出部 21 から取得する。波形観測部 12 は、入力電流検出部 20 から入力電流波形を取得する。波形観測部 12 は、ゼロクロス点を基準として、入力電流波形を観測する。

40

制御信号生成部 13 は、スイッチング回路 330 を制御するためのスイッチング信号 S1 を生成する。ここで、スイッチング信号 S1 の生成について図 3、図 4 を用いて説明する。

【0031】

図 3 は、本発明の一実施形態におけるスイッチング制御を説明する第 1 の図である。

図 4 は、本発明の一実施形態におけるスイッチング制御を説明する第 2 の図である。

図 3 (a) に一般的なスイッチング信号 S1 の生成方法を示す。制御信号生成部 13 は、

50

図3(a)に示すように、所定のキャリアP1(三角波)と変調波P2とを生成する。所定のキャリアP1は、基準となる波形の信号である。変調波P2は、例えば、交流電源6から供給される電流に含まれる基本波に相当する正弦波を示す信号である。そして、制御信号生成部13は、キャリアP1と変調波P2とを比較し、その比較結果に基づいて、図3(b)に示すようなスイッチング素子35を制御するスイッチング信号S1を生成する(三角波比較方式)。具体的には、キャリアP1の値が変調波P2の値を上回る期間はオン状態、キャリアP1の値が変調波P2の値以下となる期間はオフ状態とするスイッチング信号S1を生成する。図3(b)に示すスイッチング信号S1に従って、スイッチング素子35のオン、オフを切り替えることにより、入力電流の波形を、変調波P2と同様の波形に制御することができる。図4(a)に、スイッチング信号S1によってスイッチング制御した結果得られる入力電流の波形の一例を示す。リアクタ33を流れる電流についても同様の波形となる。

10

【0032】

ところで、スイッチング素子35のスイッチング制御を行うと、リアクタ33を流れる電流が高周波成分を含むようになる。高周波成分を含むと、リアクタ33の騒音およびリアクタ33で発生する電力損失(鉄損)が増加する。そこで、本実施形態では、スイッチング素子35のスイッチング回数を減らすことによって、リアクタ33に流れる電流に高周波成分が含まれない期間を設ける。より具体的には、上記で説明した方式によって、図3(b)に例示するスイッチング信号S1を生成するスイッチング制御の実行中に、スイッチングを行わないスイッチング休止期間を設定する。スイッチング休止期間中は、リアクタ33に流れる電流に高周波成分が含まれないため、この間のリアクタ損失や騒音の発生を低減することができる。

20

【0033】

図3(c)に本実施形態に特有のスイッチング信号S1の生成方法を示す。制御信号生成部13は、図3(c)に示すように、所定のキャリアP1と変調波P2'とを生成する。変調波P2'の変調率は、100%より大きな値に設定されている。変調率は、キャリアP1の振幅と同じ大きさに設定された変調波P2'の振幅を100%とした場合の変調波P2'の振幅の大きさを示す。つまり、変調波P2'の振幅は、キャリアP1の振幅より大きな値となる。そして、制御信号生成部13は、キャリアP1と変調波P2'とを比較し、その比較結果に基づいて、図3(d)に示すようなスイッチング素子35を制御するスイッチング信号S1を生成する。つまり、キャリアP1の値が変調波P2'の値を上回る期間はオン状態、キャリアP1の値が変調波P2'の値以下となる期間はオフ状態とするスイッチング信号S1を生成する。すると、変調波P2'の振幅が大きくなる期間T1では、変調波P2'の値がキャリアP1の値を上回るため、スイッチング信号S1の値は、連続してオフとなる。換言すれば、期間T1は、スイッチングが生じないスイッチング休止期間となる。スイッチングを行わなければ、リアクタ33での電力損失が低減する。また、リアクタ33の振動による騒音を抑制することができる。図4(b)に、100%を超える変調率を設定した変調波P2'とキャリアP1に基づいて生成されたスイッチング信号S1によるスイッチング制御の結果得られる入力電流の波形の一例を示す。

30

【0034】

図4(b)に示すようにスイッチング休止期間T1における入力電流の波形は、図4(a)に示す入力電流の波形と比較して歪んでいる。これは、入力電流に含まれる高調波成分が増加したことを示している。入力電流の高調波成分には、規格等による規制がある。効率の向上を目的として変調率を上昇させすぎると高調波成分が増加し、この規制を守れなくなる可能性がある。そこで本実施形態では、入力電流に含まれる高調波成分の値を監視して、変調波P2'の変調率を調整する。

40

【0035】

判定部14は、入力電流に含まれる高調波成分の大きさに応じて、変調率が適切かどうかを判定する。例えば、判定部14は、波形観測部12が取得した入力電流波形をFFT(fast Fourier transform)等により解析し、基本波の他、2次~40次までの高調波成

50

分をそれぞれ抽出する。そして、判定部 14 は、各次数の高調波について規格等により定められた規制値と抽出結果とを比較し、何れかの次数の高調波の大きさが、規制値を超えていれば、変調率が過大であると判定する。あるいは、全ての次数の高調波の大きさが、各々の次数の規制値について当該規制値よりも低く設定された所定の閾値よりも小さければ変調率が過小（高調波規制値まで余裕がある）と判定してもよい。

【0036】

また、入力電流に含まれる高調波成分の判定は、歪み率（THD：total harmonic distortion）によって行ってもよい。判定部 14 は、波形観測部 12 が取得した入力電流波形について THD を算出する。そして、判定部 14 は、算出した THD と所定の閾値 A とを比較し、THD が閾値 A を超えていれば、変調率が過大であると判定する。あるいは、閾値 A より低く設定された所定の閾値 B よりも小さければ変調率が過小（高調波規制値まで余裕がある）と判定してもよい。THD の算出方法は公知であるが、例えば、より簡略化した方法として、入力電流波形から基本波（1 次高調波）を抽出し、入力電流の実効値から基本波の実効値を減算した差を計算し、この差を基本波の実効値で除算することによって算出してもよい。このように簡略化した方法であれば、制御装置 10 の計算負担を抑えることができ、例えば、マイコン等でもリアルタイムな算出が可能である。

【0037】

判定部 14 が、変調率が過大であると判定すると、制御信号生成部 13 は、変調率を低下させ、スイッチング信号 S1 を生成する。また、判定部 14 が、変調率が過小と判定すると、制御信号生成部 13 は、リアクタ損失を低減し効率を上げるために変調率を上昇させ、スイッチング信号 S1 を生成してもよい。判定部 14 が、変調率を過大とも過小とも判定しなかった場合には、制御信号生成部 13 は、変調波 P2' の変調率を現在の値としたままスイッチング信号 S1 を生成する。このように制御信号生成部 13 は、判定部 14 の判定結果に基づいて、変調波 P2' の変調率をフィードバック制御する。

【0038】

制御方法決定部 15 は、（1）スイッチング休止期間を設けることなくスイッチング制御を実行する一般的なスイッチング制御、（2）スイッチング制御の実行中にスイッチング休止期間を設ける本実施形態のスイッチング制御のうち、何れかの制御方法を選択する。例えば、空気調和機 1 の負荷に相当するモータ 4 の負荷（例えば、回転数の指令値）が所定の第 1 閾値以上であれば、制御方法決定部 15 は、「一般的なスイッチング制御」を選択する。例えば、モータ 4 の負荷が第 2 閾値より大きく、第 1 閾値未満であれば、制御方法決定部 15 は、「本実施形態のスイッチング制御」を選択する。第 2 閾値より大きく第 1 閾値未満とは、例えば、空気調和機 1 の空調対象となる空間の温度が、目標とする設定温度を達成した後の運転で生じる負荷の大きさである。また、制御方法決定部 15 は、空気調和機 1 の運転領域に応じて、スイッチング制御を上記の（1）、（2）の中から選択してもよい。例えば、制御装置 10 が、空気調和機 1 のコントローラ（図示せず）から現在の運転領域を示す情報を取得し、取得した運転領域に応じた制御方法を選択する。例えば、制御装置 10 が、現在の運転領域を示す情報として「高負荷運転領域」を取得した場合、制御方法決定部 15 は、「一般的なスイッチング制御」を選択する。例えば、制御装置 10 が、現在の運転領域を示す情報として「中間負荷運転領域」を取得した場合、制御方法決定部 15 は、「本実施形態のスイッチング制御」を選択する。

なお、上記の（1）、（2）の他に、（3）スイッチングを実行しない制御（スイッチング素子 35 はオフのままとなる）を加え、制御方法決定部 15 は、（1）～（3）の中から制御方法を選択してもよい。例えばモータ 4 の負荷が第 2 閾値以下であれば、制御方法決定部 15 は、「スイッチングを実行しない制御」を選択してもよい。

【0039】

次にスイッチング制御方法の切り替え処理の一例について図 5 を用いて説明する。

図 5 は、本発明の一実施形態におけるスイッチング制御の一例を示す第 1 のフローチャートである。

空気調和機 1 は運転中であるとする。制御方法決定部 15 は、制御部 11 のインバータ

10

20

30

40

50

37を制御する機能部からモータ4の負荷を示す情報(例えば、回転数の指令値)を取得し、負荷の大きさを判定する(ステップS11)。例えば、負荷が第2閾値より大きく第1閾値未満であれば(ステップS11; Yes)、制御方法決定部15は、「本実施形態のスイッチング制御」を選択する。制御方法決定部15は、本実施形態のスイッチング制御の実行を制御信号生成部13へ指示する。制御信号生成部13は、変調波P2'の変調率を上昇してスイッチング制御を実行する(ステップS12)。例えば、変調率の初期値が記憶部16に登録されていて、制御信号生成部13は、変調率にこの初期値を設定する。変調率の初期値は、例えば110~120%の間の値である。スイッチング休止期間T1を設けることにより、APF(通年エネルギー消費効率)への寄与度が高く、効率改善が望まれている中間負荷運転領域でのリアクタ損失を低減することができる。これにより、中間負荷運転領域での空気調和機1の運転効率が向上する。

10

【0040】

一方、負荷が上記の範囲外の場合(ステップS11; No)、制御方法決定部15は、「一般的なスイッチング制御」を選択する。制御方法決定部15は、一般的なスイッチング制御の実行を制御信号生成部13へ指示する。制御信号生成部13は、一般的なスイッチング制御を実行する(ステップS13)。制御信号生成部13は、変調波P2の変調率を100%に設定してスイッチング制御を実行する。

【0041】

なお、負荷が高い(入力電流が大きい)高負荷運転領域において変調率を上昇させると、高調波規制内に高調波を制御できなくなる可能性が高い。そのため、図5の例では、高負荷運転領域で一般的なスイッチング制御を実行することとしたが、モータ4の負荷が第1閾値以上であっても「本実施形態のスイッチング制御」を実行するように構成してもよい。また、負荷の大きさに関係なく全運転領域で「本実施形態のスイッチング制御」を実行するようにしてもよい。この場合、例えば、負荷の大きさに応じて変調率の初期値を予め記憶部16に登録しておき、制御信号生成部13は、モータ4の負荷に基づいて変調率を切り替えるようにしてもよい。

20

【0042】

次に「本実施形態のスイッチング制御」の処理の流れについて図6を用いて説明する。

図6は、本発明の一実施形態におけるスイッチング制御の一例を示す第2のフローチャートである。

30

まず、制御方法決定部15が制御信号生成部13へ「本実施形態のスイッチング制御」の実行を指示する。すると、制御信号生成部13は、予め登録された所定の初期値へ変調波P2'の変調率を上昇させる(ステップS21)。制御信号生成部13は、図3(c)で説明した方法でスイッチング制御信号S1を生成する(ステップS22)。制御部11は、制御信号生成部13が生成したスイッチング制御信号S1をスイッチング素子35に出力する。これによりスイッチング素子35のオン状態とオフ状態が切り替わる。スイッチング休止期間T1には、スイッチング素子35はオフ状態となる。波形観測部12が観測する入力電流の波形は、図3(d)で示すような歪みを含んだ波形になる。判定部14は、波形観測部12が観測する入力電流に基づいて、スイッチング休止期間T1でのTHDまたは各次数の高調波の値を算出し、算出したTHDまたは各次数の高調波の値を監視する(ステップS23)。具体的には、判定部14は、例えば、算出したTHD等の値と所定の閾値(例えば、高周波規制に基づく、所定の上限値および下限値)とを比較する。判定部14は、THDの値が所定の上限値および下限値で規定される範囲内に収まっている場合は、変調率は許容範囲内であると判定する。THDの値が所定の上限値を上回る場合、判定部14は、変調率は過大であると判定する。THDの値が所定の下限値に満たない場合、判定部14は、変調率は過小であると判定する。各次数の高周波の値に基づいて判定する場合も同様である。つまり、全次数の高周波の値が所定の範囲内であれば、判定部14は、変調率は許容範囲内であると判定する。一つの次数でも高周波の値が所定の上限値を上回る場合、判定部14は、変調率は過大であると判定する。一つの次数でも高周波の値が所定の下限値を下回る場合、判定部14は、変調率は過小であると判定する。判定部

40

50

14は、判定結果を制御信号生成部13へ出力する。

【0043】

判定部14が、変調率は許容範囲内であると判定した場合（ステップS24；Yes）、制御信号生成部13は、ステップS22からの処理を繰り返す。つまり、制御信号生成部13は、現在の変調率のままスイッチング制御信号S1を生成する。制御部11は、そのスイッチング制御信号S1をスイッチング素子35に出力する。

【0044】

変調率が許容範囲内ではない場合（ステップS24；No）、変調率が過大であれば（ステップS25；Yes）、制御信号生成部13は、変調波P2'の変調率を低下させる（ステップS26）。例えば、現在の変調率が120%であれば、制御信号生成部13は変調率を5%低下させ、115%に設定してもよい。変調率をどの程度低下させるかについては予め定められており、制御信号生成部13は、これに従って変調率を低下させる。最大限低下させた場合の変調率は100%である。変調率を低下させると、制御信号生成部13は、ステップS22からの処理を繰り返す。つまり、制御信号生成部13は、変調率低下後の変調波P2'とキャリアP1とに基づいてスイッチング制御信号S1を生成する。制御部11は、スイッチング制御信号S1をスイッチング素子35に出力する。変調率を低下させると、スイッチング休止期間T1は短くなる。これにより、入力電流に含まれる高調波成分は低減する。

【0045】

また、変調率が過小の場合（ステップS25；No）、制御信号生成部13は、変調波P2'の変調率を上昇させる（ステップS27）。例えば、現在の変調率が110%であれば、制御信号生成部13は変調率を5%上昇させ、115%に設定してもよい。変調率をどの程度上昇させるかについては予め定められており、制御信号生成部13は、これに従って変調率を上昇させる。なお、変調率の上限値を定め、変調率がこの上限値以上とならないようにしてもよい。変調率を上昇させると、制御信号生成部13は、ステップS22からの処理を繰り返す。つまり、制御信号生成部13は、変調率上昇後の変調波P2'とキャリアP1とに基づいてスイッチング制御信号S1を生成する。変調率を上昇させると、スイッチング休止期間T1は長くなり、リアクタ損失や騒音を低減することができる。

このように、制御信号生成部13は、判定部14の判定に基づいて変調率の設定を入力電流の状態に合わせて調節するフィードバック制御を継続的に行う。

【0046】

本実施形態によれば、整流回路320と、リアクタ33と、スイッチング素子35等を備えたスイッチング回路330と、平滑コンデンサ36と、を備えるコンバータ31について、スイッチング素子35のオンとオフを切り替えるスイッチング制御の実行中に、スイッチング素子35のオンとオフの切り替えを行わない（オフ状態とする）スイッチング休止期間を設ける。これにより、オンとオフの切り替えを継続して実行し続ける一般的なスイッチング制御と比較して、スイッチングにより生じるリアクタ33での電力損失や騒音を低減することができる。また、圧縮機2や空気調和機1の運転効率を向上することができる。また、本実施形態の制御装置10によれば、スイッチング休止期間中の入力電流に含まれる高調波や、入力電流の歪み率を監視することにより、変調率を調整してスイッチング休止期間の長さを調整するフィードバック制御を行う。これにより、高調波規制の範囲内でスイッチング損失の低減を図ることができる。また、フィードバック制御により、空気調和機1の運転条件や運転状態の変化による電力変換装置3の負荷変動にも動的に対応し、空気調和機1の運転効率の向上を実現することができる。

【0047】

図7は、本発明の実施形態における制御装置のハードウェア構成の一例を示す図である。コンピュータ900は、CPU901、主記憶装置902、補助記憶装置903、入出力インタフェース904、通信インタフェース905を備える例えばマイコン、PC、サーバ端末装置である。コンピュータ900は、CPU901に代えて、MPU（Micro Pr

10

20

30

40

50

rocessing Unit) や G P U (Graphics Processing Unit) などのプロセッサを備えていてもよい。上述の制御装置 1 0 は、コンピュータ 9 0 0 に実装される。そして、上述した各処理部の動作は、プログラムの形式で補助記憶装置 9 0 3 に記憶されている。C P U 9 0 1 は、プログラムを補助記憶装置 9 0 3 から読み出して主記憶装置 9 0 2 に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。また、C P U 9 0 1 は、プログラムに従って、記憶部 1 6 に対応する記憶領域を主記憶装置 9 0 2 に確保する。また、C P U 9 0 1 は、プログラムに従って、処理中のデータを記憶する記憶領域を補助記憶装置 9 0 3 に確保する。

【 0 0 4 8 】

なお、少なくとも 1 つの実施形態において、補助記憶装置 9 0 3 は、一時的でない有形の媒体の一例である。一時的でない有形の媒体の他の例としては、入出力インタフェース 9 0 4 を介して接続される磁気ディスク、光磁気ディスク、C D - R O M、D V D - R O M、半導体メモリ等が挙げられる。また、このプログラムが通信回線によってコンピュータ 9 0 0 に配信される場合、配信を受けたコンピュータ 9 0 0 が当該プログラムを主記憶装置 9 0 2 に展開し、上記処理を実行しても良い。また、当該プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良い。さらに、当該プログラムは、前述した機能を補助記憶装置 9 0 3 に既に記憶されている他のプログラムとの組み合わせで実現するもの、いわゆる差分ファイル(差分プログラム)であっても良い。

10

【 0 0 4 9 】

上記の波形観測部 1 2 と、制御信号生成部 1 3 と、判定部 1 4 と、制御方法決定部 1 5 と、記憶部 1 6 との全て又は一部は、マイコン、L S I (Large Scale Integration)、A S I C (Application Specific Integrated Circuit)、P L D (Programmable Logic Device)、F P G A (Field-Programmable Gate Array) 等のハードウェアを用いて実現されてもよい。

20

【 0 0 5 0 】

その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、上記した実施の形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能である。また、この発明の技術範囲は上記の実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

なお、T H D は歪み率の一例である。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 5 1 】

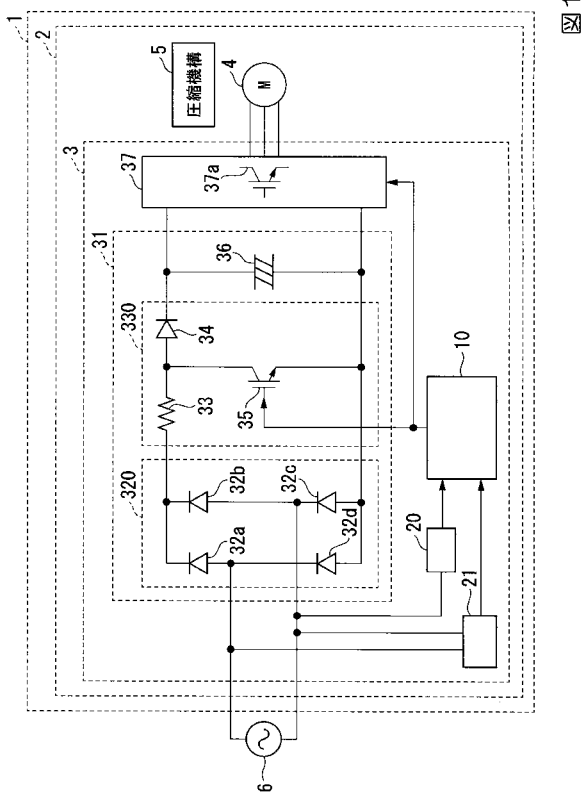
- 1 . . . 空気調和機
- 2 . . . 圧縮機
- 3 . . . 電力変換装置
- 4 . . . モータ
- 5 . . . 圧縮機構
- 6 . . . 交流電源
- 1 0 . . . 制御装置
- 1 1 . . . 制御部
- 1 2 . . . 波形観測部
- 1 3 . . . 制御信号生成部
- 1 4 . . . 判定部
- 1 5 . . . 制御方法決定部
- 1 6 . . . 記憶部
- 2 0 . . . 入力電流検出部
- 2 1 . . . ゼロクロス検出部
- 3 2 0 . . . 整流回路
- 3 3 0 . . . スイッチング回路
- 3 1 . . . コンバータ

40

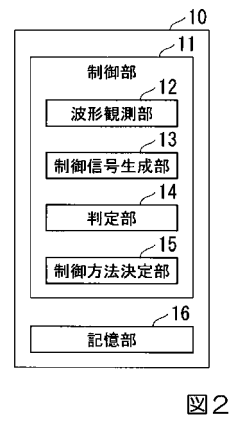
50

- 3 2 a、3 2 b、3 2 c、3 2 d . . . ダイオード
- 3 3 . . . リアクタ
- 3 4 . . . ダイオード
- 3 5 . . . スイッチング素子
- 3 6 . . . 平滑コンデンサ
- 3 7 . . . インバータ
- 3 7 a . . . スイッチング素子
- S 1 . . . スイッチング制御信号
- P 2 , P 2 ' . . . 変調波

【図 1】



【図 2】



【 図 3 】

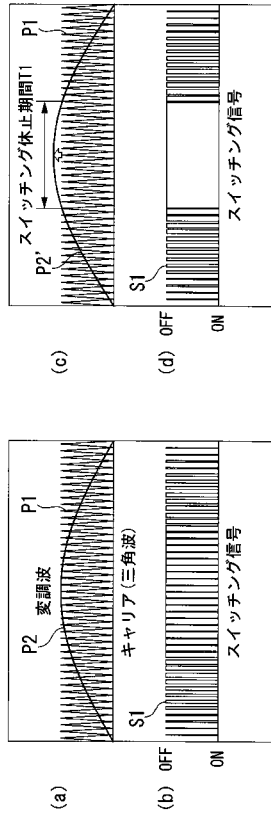


図3

【 図 4 】

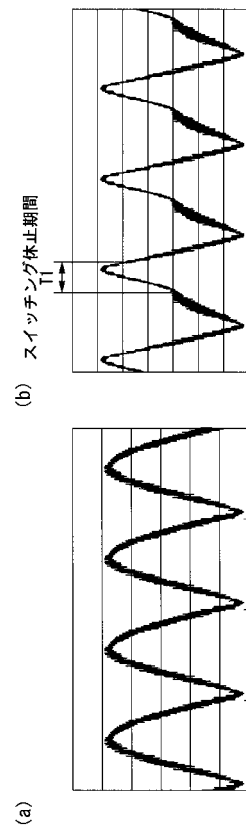


図4

【 図 5 】

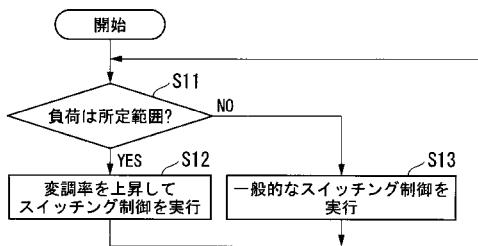


図5

【 図 6 】

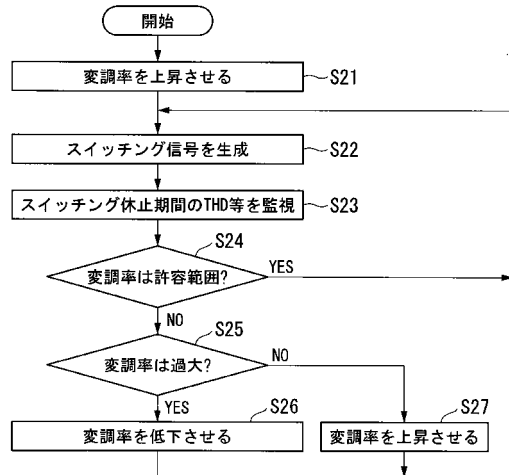


図6

【 図 7 】

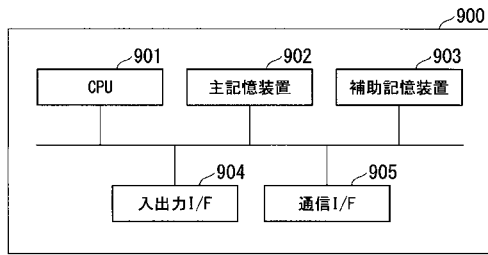


図7

フロントページの続き

- (72)発明者 川島 一允
東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工サーマルシステムズ株式会社内
- (72)発明者 佐藤 雄
東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工サーマルシステムズ株式会社内
- (72)発明者 相場 謙一
東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工工業株式会社内
- (72)発明者 渡辺 貴政
東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工工業株式会社内
- (72)発明者 清水 健志
東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工工業株式会社内
- (72)発明者 角藤 清隆
東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工工業株式会社内
- Fターム(参考) 5H006 AA03 BB05 CA01 CA07 CB01 DA02 DA04 DB01 DC02 DC05
5H770 AA01 AA07 BA05 CA01 CA02 DA03 DA41 HA02W HA03W