

(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2020-184848

(P2020-184848A)

(43) 公開日 令和2年11月12日(2020.11.12)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
H02M 7/12 (2006.01) H02M 7/12 Q 5H006

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2019-88774 (P2019-88774)	(71) 出願人	516299338
(22) 出願日	令和1年5月9日 (2019.5.9)		三菱重工サーマルシステムズ株式会社
			東京都千代田区丸の内三丁目2番3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、電力変換装置、制御方法及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】劣悪な電源環境下において高調波を抑制する制御装置を提供する。

【解決手段】制御装置は、力率改善回路を備える電力変換装置の制御装置であって、交流電源のゼロクロスを検出する検出部と、ゼロクロスの周期が所定の許容範囲を外れると、力率改善回路のスイッチング素子のオン・オフ制御を停止するスイッチング制御部と、スイッチング素子のオン・オフ制御を停止した後の電力変換装置を流れる入力電流を評価する評価部と、入力電流の評価結果に基づいて入力電流を抑制する制御を行う抑制部と、を備える。

【選択図】図2

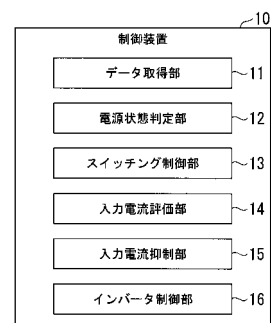


図2

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

力率改善回路を備える電力変換装置の制御装置であって、
交流電源のゼロクロスを検出する検出部と、
前記ゼロクロスの周期が所定の許容範囲を外れると、前記力率改善回路のスイッチング素子のオン・オフ制御を停止するスイッチング制御部と、
前記スイッチング素子のオン・オフ制御を停止した後の前記電力変換装置を流れる入力電流を評価する評価部と、
前記入力電流の評価結果に基づいて、前記入力電流を抑制する制御を行う抑制部と、
を備える制御装置。

10

【請求項 2】

前記評価部は、前記入力電流のピーク値と実効値の差が所定の閾値以上となると、前記入力電流に含まれる高周波成分が過多であると判定する、
請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 3】

前記抑制部は、前記評価部によって高周波成分が過多であると判定されると、前記電力変換装置の負荷を低下させる、
請求項 1 または請求項 2 に記載の制御装置。

【請求項 4】

前記電力変換装置の負荷が圧縮機であって、前記抑制部は、前記圧縮機の回転数を低下させる、
請求項 3 に記載の制御装置。

20

【請求項 5】

前記スイッチング制御部が、前記スイッチング素子のオン・オフ制御を停止した後に、前記ゼロクロスの周期が所定の許容範囲となると、前記スイッチング素子のオン・オフ制御を再開する、
請求項 1 から請求項 4 の何れか 1 項に記載の制御装置。

【請求項 6】

前記スイッチング制御部が、前記抑制部が前記入力電流を抑制する制御を行っている間に、前記ゼロクロスの周期が所定の許容範囲となると、前記スイッチング素子のオン・オフ制御を再開する、
請求項 1 から請求項 5 の何れか 1 項に記載の制御装置。

30

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 の何れか一項に記載の制御装置と、
スイッチング素子を備える力率改善回路を含む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。

【請求項 8】

力率改善回路を備える電力変換装置の制御方法であって、
交流電源のゼロクロスを検出するステップと、
前記ゼロクロスの周期が所定の許容範囲を外れると、前記力率改善回路のスイッチング素子のオン・オフ制御を停止するステップと、
前記スイッチング素子のオン・オフ制御を停止した後の前記電力変換装置を流れる入力電流を評価するステップと、
前記入力電流の評価結果に基づいて、前記入力電流を抑制する制御を行うステップと、
を有する制御方法。

40

【請求項 9】

力率改善回路を備える電力変換装置のコンピュータに、
交流電源のゼロクロスを検出するステップと、

50

前記ゼロクロスの周期が所定の許容範囲を外れると、前記力率改善回路のスイッチング素子のオン・オフ制御を停止するステップと、

前記スイッチング素子のオン・オフ制御を停止した後の前記電力変換装置を流れる入力電流を評価するステップと、

前記入力電流の評価結果に基づいて、前記入力電流を抑制する制御を行うステップと、
を実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、制御装置、電力変換装置、制御方法及びプログラムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

商用電源から供給される交流電力を整流回路で直流電圧に変換し、変換後の直流電圧をインバータで交流に変換して負荷に供給する電力変換装置が提供されている。電力変換装置は、力率の改善や高調波の抑制を目的とする力率改善回路を備えている。力率改善回路は、例えば、リアクトルとスイッチング素子を備えている。このスイッチング素子のオン、オフをPAM(Pulse Amplitude Modulation)制御によって切り替えると、電力変換装置を流れる電流の波形を正弦波に近づけ、力率を改善することができる。

【0003】

電力変換装置には、安定した電圧が供給されることが望ましいが、電源のインピーダンスが大きいなど劣悪な環境下では、商用電源からの交流電圧の波形が乱れる。PAM制御を、正常な波形の交流電圧が供給されることを前提として動作させることがある。従って、電源が不安定な状態でスイッチング素子のオン、オフを切り替えると過電流が流れ、スイッチング素子の損傷を招くおそれがある。特許文献1には、不安定な入力電圧を検知すると、PAM制御を停止させて上記の課題に対処する制御が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2015-133806号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

入力電圧が不安定なときに力率改善回路の動作を停止させると、スイッチング素子は保護されるが、入力電流には高調波成分が含まれたままとなり、力率が低下する。また、高調波の影響で過電流が流れると、電力変換装置の他の部品の損傷を招くおそれがある。

【0006】

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、電力変換装置、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】

40

本発明の一態様によれば、制御装置は、力率改善回路を備える電力変換装置の制御装置であって、交流電源のゼロクロスを検出する検出部と、前記ゼロクロスの周期が所定の許容範囲を外れると、前記力率改善回路のスイッチング素子のオン・オフ制御を停止するスイッチング制御部と、前記スイッチング素子のオン・オフ制御を停止した後の前記電力変換装置を流れる入力電流を評価する評価部と、前記入力電流の評価結果に基づいて、前記入力電流を抑制する制御を行う抑制部と、を備える。

【0008】

本発明の一態様によれば、前記評価部は、前記入力電流のピーク値と実効値の差が所定の閾値以上となると、前記入力電流に含まれる高周波成分が過多であると判定する。

【0009】

50

本発明の一態様によれば、前記抑制部は、前記評価部によって高周波成分が過多であると判定されると、前記電力変換装置の負荷を低下させる。

【0010】

本発明の一態様によれば、前記電力変換装置の負荷が圧縮機であって、前記抑制部は、前記圧縮機の回転数を低下させる。

【0011】

本発明の一態様によれば、前記スイッチング制御部が、前記スイッチング素子のオン・オフ制御を停止した後に、前記ゼロクロスの周期が所定の許容範囲となると、前記スイッチング素子のオン・オフ制御を再開する。

【0012】

本発明の一態様によれば、前記抑制部が前記入力電流を抑制する制御を行っている間に、前記ゼロクロスの周期が所定の許容範囲となると、前記スイッチング制御部が、前記スイッチング素子のオン・オフ制御を再開する。

【0013】

本発明の一態様によれば、電力変換装置は、上記の何れかに記載の制御装置と、スイッチング素子を備える力率改善回路を含む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。

【0014】

本発明の一態様によれば、制御方法は、力率改善回路を備える電力変換装置の制御方法であって、交流電源のゼロクロスを検出するステップと、前記ゼロクロスの周期が所定の許容範囲を外れると、前記力率改善回路のスイッチング素子のオン・オフ制御を停止するステップと、前記スイッチング素子のオン・オフ制御を停止した後の前記電力変換装置を流れる入力電流を評価するステップと、前記入力電流の評価結果に基づいて、前記入力電流を抑制する制御を行うステップと、を有する。

【0015】

本発明の一態様によれば、プログラムは、力率改善回路を備える電力変換装置のコンピュータに、交流電源のゼロクロスを検出するステップと、前記ゼロクロスの周期が所定の許容範囲を外れると、前記力率改善回路のスイッチング素子のオン・オフ制御を停止するステップと、前記スイッチング素子のオン・オフ制御を停止した後の前記電力変換装置を流れる入力電流を評価するステップと、前記入力電流の評価結果に基づいて、前記入力電流を抑制する制御を行うステップと、を実行させる。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、力率改善回路の動作の停止時における高周波の発生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ゼロクロス検出部の一例を示す概略図である。

【図4】本発明の一実施形態における入力電流のピーク値を示す図である。

【図5】本発明の一実施形態における制御の一例を示す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力率改善制御（高周波抑制制御）について、図1～図6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。

電力変換装置 3 は、空気調和機 1 の圧縮機 2 に電力を供給する。圧縮機 2 と、電力変換装置 3 とは、空気調和機 1 に搭載される。電力変換装置 3 は、交流電源 5 から受電した交流電力を、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。

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 2 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 5 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、力率改善回路 330 と、平滑コンデンサ 36 と、を備える。

10

【0020】

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 5 より入力された交流電力を直流電力に変換し、力率改善回路 330 へ出力する。

【0021】

力率改善回路 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。力率改善回路 330 は、リアクトル 33 と、ダイオード 34 と、スイッチング素子 35 と、を備える。リアクトル 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、力率改善回路 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 nMOS トランジスタである場合、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。力率改善回路 330 は、高調波抑制回路とも呼ばれる。

20

30

【0022】

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、力率改善回路 330 から電流を取得する。

【0023】

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 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。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。これによりインバータ 37 は、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、1パルス制御などが挙げられる。

40

【0024】

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 5 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。

【0025】

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 5 が出力

50

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 5 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。

【0026】

交流電源 5 は、出力端子と、基準端子と、を備える。交流電源 5 は、コンバータ 31 に交流電力を供給する。

【0027】

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 5 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 5 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、リアクトル 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。リアクトル 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。

【0028】

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。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。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、入力電流の波形を監視する。制御装置 10 は、第 2 入力端子を介して、ゼロクロス検出部 21 からゼロクロス信号を取得し、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を実行する。また、制御装置 10 は、ゼロクロス信号を監視して、交流電源 5 が安定しているか否かを判定する。例えば、制御装置 10 は、ゼロクロスが発生する周期（ゼロクロス周期）が所定の周期かどうかを判定する。

【0029】

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、データ取得部 11 と、電源状態判定部 12 と、スイッチング制御部 13 と、入力電流評価部 14 と、入力電流抑制部 15 と、インバータ制御部 16 とを備えている。

【0030】

データ取得部 11 は、入力電流検出部 20 から入力電流の計測値を取得する。データ取得部 11 は、ゼロクロス検出部 21 からゼロクロス信号を取得する。

【0031】

電源状態判定部 12 は、データ取得部 11 が取得したゼロクロス信号に基づいて、交流電源 5 の電圧が安定して所定の周期でゼロクロスを示しているかどうかを判定する。ゼロクロスが所定の周期で検出できる場合、電源状態判定部 12 は、交流電源 5 が安定していると判定し、そうでない場合、交流電源 5 が不安定であると判定する。電源状態判定部 12 は、判定結果をスイッチング制御部 13 へ出力する。

【0032】

スイッチング制御部 13 は、電源状態判定部 12 による判定結果に基づいて、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（PAM 制御）を実行又は停止する。電源状態判定部 12 が交流電源 5 は安定していると判定した場合、スイッチング制

10

20

30

40

50

御部 13 は、PAM 制御を実行する。一方、電源状態判定部 12 が交流電源 5 は不安定と判定した場合、スイッチング制御部 13 は、PAM 制御を停止する。PAM 制御では、入力電流の周期がゼロクロス周期と近いと仮定して、スイッチング素子 35 のオンとオフを切り替えるタイミングを決定する。その為、ゼロクロス周期が不安定な場合や、ゼロクロスが正しく検出できない状態で PAM 制御を行うと制御がうまく働かず、過電流が流れてスイッチング素子 35 の破損や劣化を招いたり、異音が生じたりする。従って、スイッチング制御部 13 は、ゼロクロスが正しい周期で検出できない状態が検出されると、PAM 制御を停止する。

【0033】

入力電流評価部 14 は、PAM 制御停止後の入力電流を評価する。スイッチング制御部 13 が PAM 制御を停止すると、力率改善回路 330 が動作しない。交流電源 5 が不安定な状態では、電源電圧に高周波成分が多く含まれることがある。高周波成分が含まれると力率が低下する。また、電源電圧に高周波が多く含まれる場合、例えば、平滑コンデンサ 36 を流れる電流にも高周波成分が多く含まれることとなり、運転の継続により平滑コンデンサ 36 の損傷等のリスクがある。従って、入力電流評価部 14 は、入力電流を監視して、入力電流に含まれる高調波が許容範囲内か否かを判定する。具体的には、入力電流評価部 14 は、データ取得部 11 が取得した入力電流のピーク値と、入力電流から計算した実効値の比に基づいて、入力電流に含まれる高周波成分が許容範囲内かどうかを評価する。例えば、 $(\text{入力電流のピーク値} \div \text{入力電流の実効値})$ の値が所定の閾値を上回った場合、入力電流評価部 14 は、高周波成分が許容範囲ではない(過多)と判定する。

【0034】

入力電流抑制部 15 は、入力電流を抑制する制御を行う。入力電流を抑制すると、入力電流のピーク値が低下し、入力電流のピーク値と実効値の比が良化する。入力電流を抑制するために入力電流抑制部 15 は、電力変換装置 3 の負荷を低下させる。例えば、入力電流抑制部 15 は、圧縮機 2 の回転数を所定の閾値まで低下させる。負荷を低下させると、入力電流が抑制される。

インバータ制御部 16 は、インバータ 37 を制御し、所望の回転数でモータ 4 を駆動する。

【0035】

図 3 は、本発明の一実施形態におけるゼロクロス検出部の一例を示す概略図である。

図 3 に例示するようにゼロクロス検出部 21 は、整流回路 211 と、フォトカプラ 212 と、トランジスタ 213 とを備えている。整流回路 211 で整流された直流電圧が所定の電圧以上となるとフォトカプラ 212 の発光ダイオードに電流が流れ、フォトカプラ 212 が導通する。フォトカプラ 212 が導通すると、トランジスタ 213 が導通状態となり、制御装置 10 へ、ロー信号が入力される。一方、ゼロクロス点では、フォトカプラ 212、トランジスタ 213 が導通状態とならず、制御装置 10 へハイ信号が入力される。

制御装置 10 では、電源状態判定部 12 がロー信号を取得している時間を計測する。計測した時間と、交流電源 5 の周波数(50Hz や 60Hz) から算出される 1 周期分の時間との差が、所定の許容範囲内であれば、電源状態判定部 12 は、交流電源 5 が安定していると判定する。計測した時間と 1 周期分の時間との差が許容範囲外であれば、電源状態判定部 12 は、交流電源 5 が不安定であると判定する。

【0036】

図 4 は、本発明の一実施形態における入力電流のピーク値を示す図である。

図 4 を用いて、入力電流評価部 14 による入力電流の評価方法を説明する。図 4 の波形 fw1 は、高調波により歪んだ入力電流の波形の一例である。波形 fw2 は、交流電源 5 の安定時に力率改善回路 330 が動作しているときの入力電流の波形の一例である。波形 fw1、fw2 は、何れも入力電流検出部 20 が計測した値である。入力電流評価部 14 は、データ取得部 11 を通じて波形 fw1 を取得すると、波形 fw1 のピーク値を検出する。また、入力電流評価部 14 は、例えば、波形 fw1 が示す入力電流の瞬間の値 $I(t)$ を 1 周期分積分した値を周期で除算し、波形 fw1 が示す入力電流の実効値を求める。

入力電流評価部 14 は、ピーク値を実効値で除算し、評価値を算出する。入力電流評価部 14 は、算出した評価値と所定の閾値（例えば、2 の平方根）を比較して、入力電流の状態を評価する。例えば、入力電流評価部 14 は、評価値が閾値を上回る場合、入力電流に含まれる高調波成分は過多であると評価する。

あるいは、入力電流評価部 14 は、ピーク値と実効値の差を計算して、この値を評価値としてもよい。例えば、入力電流評価部 14 は、入力電流のピーク値から実効値を減算した値を、所定の閾値と比較して、閾値を上回る場合、入力電流に含まれる高調波成分は過多であると評価する。

【0037】

次に図 5 を用いて、電源劣悪状態における本実施形態の力率改善制御（高調波抑制制御）の流れを説明する。

図 5 は、本発明の一実施形態における制御の一例を示すフローチャートである。

制御装置 10 は、インバータ 37 を制御し、空気調和機 1 の負荷に応じた回転数で圧縮機 2 を駆動している。また、制御装置 10 では、データ取得部 11 が、継続的に（例えば、所定の時間間隔で）、入力電流検出部 20 から入力電流の計測値を取得し、ゼロクロス検出部 21 からはゼロクロス信号（ロー信号又はハイ信号）を取得している。

電源状態判定部 12 は、データ取得部 11 が取得したゼロクロス信号に基づいて、交流電源 5 が安定しているか否かを判定する（ステップ S 11）。電源状態判定部 12 は、図 3 を用いて説明した方法により、ゼロクロス周期が所定の許容範囲内であれば、交流電源 5 は安定していると判定し、ロー信号を取得する時間が長かったり、短かったり、あるいは安定しない場合などには交流電源 5 が不安定であると判定する。

【0038】

交流電源 5 が安定している場合（ステップ S 11；Yes）、スイッチング制御部 13 は、PAM 制御を継続する（ステップ S 12）。例えば、スイッチング制御部 13 は、所定のキャリア（三角波）と交流電源 5 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変調波を生成する。変調波の周期はゼロクロス周期である。そして、スイッチング制御部 13 は、キャリアと変調波とを比較し、キャリアの値が変調波の値を上回る期間はオン、キャリアの値が変調波の値以下となる期間はオフとするスイッチング信号（PWM 信号、PWM：Pulse Width Modulation）を生成する（三角波比較方式）。スイッチング制御部 13 が、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、変調波と同様の波形に制御することができる。

【0039】

交流電源 5 が安定していない場合（ステップ S 11；No）、スイッチング制御部 13 は、PAM 制御を停止する（ステップ S 13）。つまり、スイッチング制御部 13 は、スイッチング素子 35 のオンとオフの切り替えを行わず、スイッチング素子 35 はオフの状態で維持される。

【0040】

スイッチング制御部 13 が PAM 制御を停止すると、入力電流評価部 14 は、図 4 を用いて説明した方法により、入力電流のピーク値と実効値の関係が許容範囲内か否かを判定する（ステップ S 14）。例えば、入力電流評価部 14 は、入力電流のピーク値が実効値に比べ所定の閾値（例えば、閾値は「2」の平方根以上の値）以内であれば許容範囲内であると判定し、閾値を上回っていれば入力電流のピーク値と実効値の関係は許容範囲外（高調波成分が過多）であると判定する。許容範囲内の場合（ステップ S 14；Yes）、制御装置 10 は、PAM 制御を停止させたまま、引き続き、空気調和機 1 の負荷に応じた回転数で圧縮機 2 を駆動する。

【0041】

それと並行して、電源状態判定部 12 は、ゼロクロス信号を監視し、交流電源 5 が安定化したかどうか判定を行う（ステップ S 15）。判定方法はステップ S 11 と同様である。つまり、電源状態判定部 12 は、交流電源 5 の周波数に対応する正しい周期と、ゼロクロス周期との差が許容範囲内となると、交流電源 5 が安定化したと判定する。ステップ S

15の判定にあたっては、PAM制御の停止後、所定時間が経過した後にステップS15の判定を行うようにしてもよい。また、交流電源5が安定化したかどうかの判定に関して、交流電源5が安定しているとみなせる状態が、所定時間以上継続した場合に、電源が安定化したと判定してもよい。電源が安定化しない場合（ステップS15；No）、ステップS14からの処理を繰り返し行う。

【0042】

電源が安定化すると（ステップS15；Yes）、スイッチング制御部13は、PAM制御を再開する（ステップS19）。空気調和機1の運転中、制御装置10は、再びステップS11からの処理を行う。

【0043】

一方、入力電流のピーク値と実効値の関係が許容範囲外の場合（ステップS14；No）、入力電流抑制部15は、入力電流を抑制する制御を行う（ステップS16）。具体的には、入力電流抑制部15は、電力変換装置3の負荷を低下させる制御を行う。例えば、高周波成分が許容範囲内となるような大きさの入力電流と、それに対応する圧縮機2の回転数Rが予め定められていて、入力電流抑制部15は、圧縮機2の回転数をRへ低下させるようにインバータ制御部16へ指示する。インバータ制御部16は、回転数Rに対応する回転数でモータ4を駆動する。圧縮機2の回転数を低下させることで入力電流を低下させ、高調波成分を抑制することができる。これにより、過電流による電子部品の損傷や劣化を防ぎ、空気調和機1を安定して運転することができる。また、空気調和機1の運転が抑えられることになるが、力率を改善することができる。

【0044】

入力電流を抑制した後も電源状態判定部12は、ゼロクロス信号の監視を継続し、交流電源5が安定化したかどうか判定を行う（ステップS17）。判定方法はステップS15と同様である。交流電源5が安定化しない場合（ステップS17；No）、インバータ37の負荷を低下させたまま運転を継続しつつ、ステップS17の判定を繰り返し行う。

【0045】

電源が安定化すると（ステップS17；Yes）、入力電流抑制部15は、入力電流の抑制を解除する（ステップS18）。例えば、入力電流抑制部15は、インバータ制御部16へ回転数Rの制約を解除するよう指示する。インバータ制御部16は、空気調和機1の負荷に応じた回転数でモータ4を駆動する。これにより、空気調和機1は、制約が無い状態での運転を再開する。次にスイッチング制御部13は、PAM制御を再開する（ステップS19）。制御装置10は、再びステップS11からの処理を行う。

【0046】

力率改善回路330のスイッチング素子35に対するPAM制御は、電源電圧のゼロクロスが所定の正常周期で発生することを前提に行われる。交流電源5のゼロクロス周期が正常周期から外れているときにPAM制御を実行すると、スイッチング素子35のオンと入力電流のピーク値が重なった場合、過電流が流れてスイッチング素子などの電子部品や基板の損傷、劣化を招くおそれがある。これに対し、本実施形態では、交流電源5のゼロクロス周期が正常周期から外れる場合、PAM制御を停止するので、過電流の発生や部品等の損傷を防ぐことができる。

【0047】

さらにPAM制御を停止すると、コンバータ31、インバータ37には、高調波成分を多く含む電流が流れるようになる。これにより、力率の低下や平滑コンデンサ36等の損傷、劣化を招くおそれがある。また、高調波が発生すると外部の機器や電源系統に影響を与える可能性がある。これに対し、本実施形態では、圧縮機2の回転数を制御して負荷を低下させるので、入力電流のピーク値および高調波成分の影響を抑制することができ、電子部品等への悪影響を防ぐことができる。また、入力電流の実効値とピーク値の比を良好し、力率を改善することができる。

【0048】

また、本実施形態によれば、上記の制御により交流電源5が不安定となる状況に対処し

10

20

30

40

50

て空気調和機 1 の運転を継続しつつ、交流電源 5 が安定化すると、入力電流の抑制を解除し、PAM制御を再開する。これにより、交流電源 5 が不安定な環境でも、高調波の影響を外部に及ぼすことなく、安定した運転を実現することができる。

【0049】

図 6 は、本発明の一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、CPU 901、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である。コンピュータ 900 は、CPU 901 に代えて、MPU (Micro 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 10 は、コンピュータ 900 に実装される。そして、上述した各処理部 (データ取得部 11、電源状態判定部 12、スイッチング制御部 13、入力電流評価部 14、入力電流抑制部 15、インバータ制御部 16) の動作は、プログラムの形式で補助記憶装置 903 に記憶されている。CPU 901 は、プログラムを補助記憶装置 903 から読み出して主記憶装置 902 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、CPU 901 は、プログラムに従って、上記処理を実行するための記憶領域を主記憶装置 902 に確保する。また、CPU 901 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 903 に確保する。

【0050】

なお、少なくとも 1 つの実施形態において、補助記憶装置 903 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 904 を介して接続される磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、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 900 に配信される場合、配信を受けたコンピュータ 900 が当該プログラムを主記憶装置 902 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 903 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。

【0051】

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。

【符号の説明】

【0052】

- 1・・・空気調和機
- 2・・・圧縮機
- 3・・・電力変換装置
- 4・・・モータ
- 5・・・交流電源
- 10・・・制御装置
- 11・・・データ取得部
- 12・・・電源状態判定部
- 13・・・スイッチング制御部
- 14・・・入力電流評価部
- 15・・・入力電流抑制部
- 16・・・インバータ制御部
- 20・・・入力電流検出部
- 21・・・ゼロクロス検出部
- 31・・・コンバータ
- 32a、32b、32c、32d・・・ダイオード
- 33・・・リアクトル

10

20

30

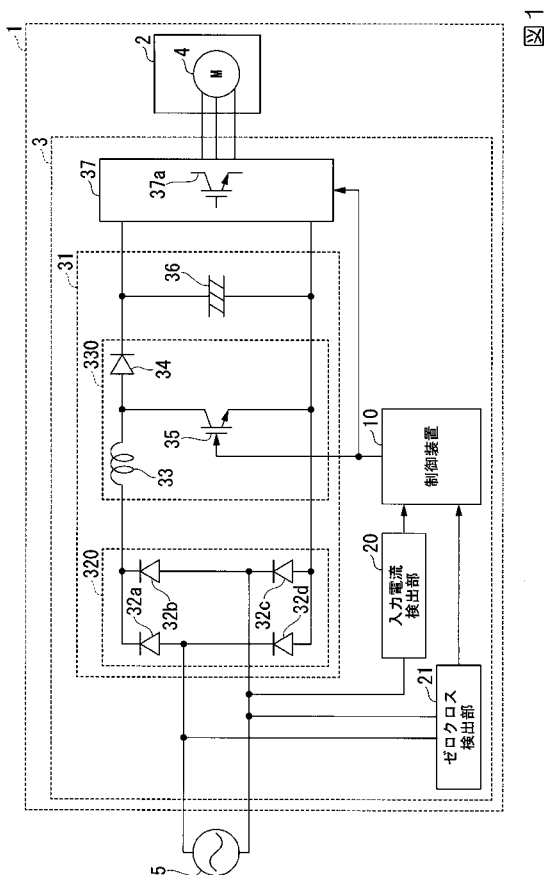
40

50

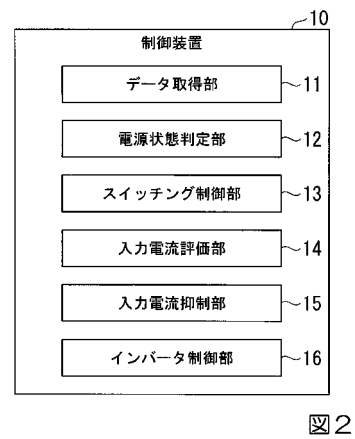
- 34・・・ダイオード
- 35・・・スイッチング素子
- 36・・・平滑コンデンサ
- 37・・・インバータ
- 37a・・・スイッチング素子
- 211、320・・・整流回路
- 212・・・フォトカプラ
- 213・・・トランジスタ
- 330・・・力率改善回路

10

【図1】



【図2】



【図3】

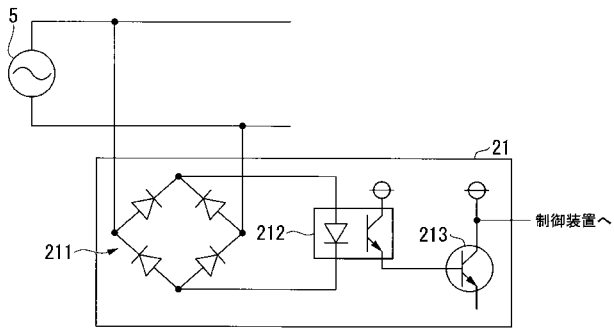


図3

【図4】

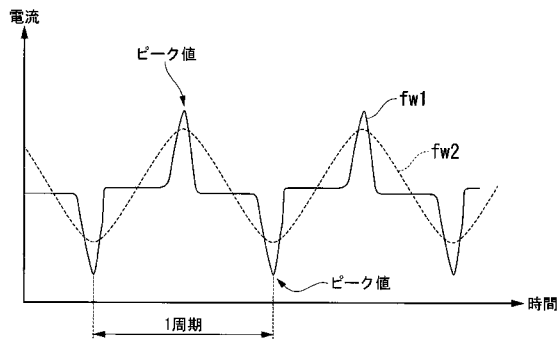


図4

【図5】

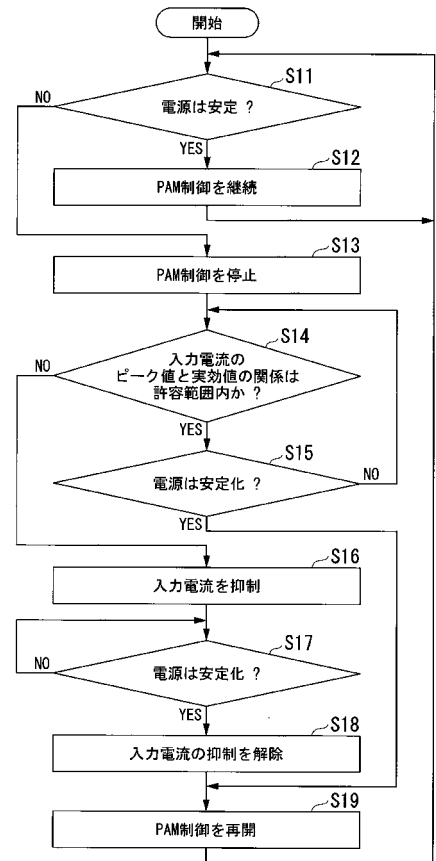


図5

【図6】

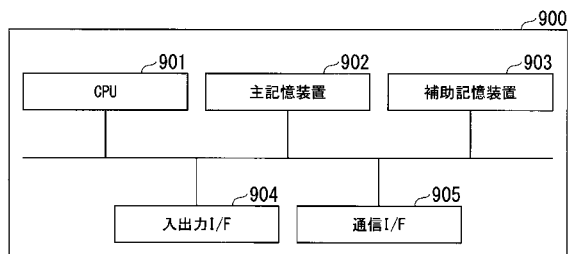


図6

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 6 番 5 号 三菱重工サーマルシステムズ株式会社内

Fターム(参考) 5H006 AA02 BB05 CA01 CA02 CB01 CC02 DA02 DA04 DB01 DC02
DC04