

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5140618号  
(P5140618)

(45) 発行日 平成25年2月6日(2013.2.6)

(24) 登録日 平成24年11月22日(2012.11.22)

(51) Int. Cl. F I  
**HO2M 3/155 (2006.01)** HO2M 3/155 H  
 HO2M 3/155 F

請求項の数 4 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-35768 (P2009-35768)                  (22) 出願日 平成21年2月18日(2009.2.18)                  (65) 公開番号 特開2010-193628 (P2010-193628A)                  (43) 公開日 平成22年9月2日(2010.9.2)                  審査請求日 平成23年4月1日(2011.4.1)</p>	<p>(73) 特許権者 000005522                  日立建機株式会社                  東京都文京区後楽二丁目5番1号                  (74) 代理人 100084412                  弁理士 永井 冬紀                  (72) 発明者 石田 俊彦                  茨城県土浦市神立町650番地 日立建機                  株式会社 土浦工場内                    審査官 大山 広人                    (56) 参考文献 実開平06-031384 (JP, U)                    特開2005-204429 (JP, A)                  )                  最終頁に続く</p>
---	--

(54) 【発明の名称】 三相電力変換装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

三相交流電源に接続される三相入力端、および、整流出力を後段に供給する一対の整流出力端を有する三相整流部と、

前記一対の整流出力端の間に直列接続されるリアクトルおよびスイッチング素子を含み、前記三相整流部から負荷に供給する直流電力を調整する直流電力調整部と、

前記三相交流電源に含まれる6・N次高調波(N=1, 2, ...)のうち、少なくとも、所定の注入位相および振幅を有する6次高調波成分を発生する注入高調波発生部と、

前記負荷に供給される直流電圧に対応した第1の制御値と、前記注入高調波発生部から発生される高調波成分に対応した第2の制御値とに基づいて決定される制御電流値に  
 10  
 して、前記スイッチング素子の通過電流を断続制御するスイッチング制御部とを備えることを特徴とする三相電力変換装置。

【請求項2】

請求項1に記載の三相電力変換装置において、

前記スイッチング制御部は、前記制御電流値と、前記三相整流部に還流する直流電流値とに基づいて矩形波信号を出力する比較回路を備え、

前記比較回路からの出力に対応して、前記スイッチング素子の開閉を制御することを特徴とする三相電力変換装置。

【請求項3】

請求項1または2に記載の三相電力変換装置において、

前記負荷に供給される直流電圧に対応した第1の制御値と、前記注入高調波発生部から発生される高調波成分に対応した第2の制御値とを掛け合わせる乗算手段を備え、

前記乗算手段から前記制御電流値を出力することを特徴とする三相電力変換装置。

【請求項4】

請求項1ないし3のいずれか一項に記載の三相電力変換装置において、

前記6次高調波成分の所定の注入位相および振幅は、前記三相交流電源の出力インピーダンスに応じて可変設定することを特徴とする三相電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、三相交流電源から直流電力を負荷に供給する三相電力変換装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、三相交流電源から直流電力を負荷に供給する際に、力率および高調波電流の低減を図る技術が知られている。この種の三相電力変換装置の一つとして、特許文献1に記載されている電力変換装置がある。

【0003】

特許文献1に記載されている電力変換装置は、単相交流電源および三相交流電源のどちらにも接続可能なように、単相電圧/三相電圧の検知結果に基づいて、単相入力時および三相入力時にそれぞれ別個の電流制御を行うものである。すなわち、単相入力であるか三相入力であるかをまず判別し、三相入力時には、単相入力時に力率の改善および高調波電流を低減するために使用しているチョッパを用いて、定電流制御を行っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平6-70547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、単相/三相交流電源に接続可能な上記の電力変換装置において、三相電力入力時にはチョッパによる定電流制御を行っているだけであるので、チョッパから供給される直流出力電力には、電源周波数(例えば50Hz)の6倍の周波数(例えば300Hz)をもつ大きな電力リップルが含まれることになる。

【0006】

その結果として、この電力変換装置の出力端子間(すなわち、直流負荷の接続端子間)には、直流出力電力のリップル分を吸収するために、大容量の大型コンデンサを接続しなければならないという問題があった。換言すると、直流出力電力のリップル分が大きい場合には、出力端子間に接続するコンデンサの容量を大きくすることにより出力電圧に含まれる電圧リップル分を小さくすることが可能になるが、大容量の大型コンデンサが必須になると

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1に記載の発明は、三相交流電源に接続される三相入力端、および、整流出力を後段に供給する一対の整流出力端を有する三相整流部と、前記一対の整流出力端の間に直列接続されるリアクトルおよびスイッチング素子を含み、前記三相整流部から負荷に供給する直流電力を調整する直流電力調整部と、前記三相交流電源に含まれる6・N次高調波(N=1, 2, ...)のうち、少なくとも、所定の注入位相および振幅を有する6次高調波成分を発生する注入高調波発生部と、前記負荷に供給される直流電圧に対応した第1の制御値と、前記注入高調波発生部から発生される高調波成分に対応した第2の制御値と

10

20

30

40

50

に基づいて決定される制御電流値にตอบสนองして、前記スイッチング素子の通過電流を断続制御するスイッチング制御部とを備える三相電力変換装置である。

【発明の効果】

【0008】

本発明に係る三相電力変換装置によれば、直流出力電力の電力リップル分を小さくすることができるので、直流負荷の前段側に並列接続するコンデンサの容量を小さくしたとしても、直流負荷に印加される電圧の電圧リップル分を小さくすることができる。

その結果、小型コンデンサの使用および電源力率の改善効果とあいまって、三相電力変換装置全体の小型化を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0009】

【図1】本発明を適用した三相電力変換装置の全体構成図である。

【図2】図1に示した三相電力変換装置の相電圧，相電流，一相電力，三相電力を示すシミュレーション線図である。

【図3】図3は、図1に示した回路構成から従来技術に相当する部分のみを抽出して描いた回路図である。

【図4】図3に示した三相電力変換装置の相電圧，相電流，一相電力，三相電力を示すシミュレーション線図である。

【図5】6次高調波成分および12次高調波成分を相電流に重畳させた構成例を示す回路図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0011】

<実施の形態>

図1は、本発明を適用した三相電力変換装置の全体構成図である。本図において、1は三相交流電源に接続された三相整流部である。この三相整流部1を接続する三相交流電源は、商用三相電源に限らず、可搬型発電機などから供給される三相電源などであってもよいことは勿論である。2は直流電力調整部として機能するチョッパ回路であり、三相整流部1の直流出力端子(+)に接続された直流リアクトル3と、直流リアクトル3の他端に接続されたダイオード4およびスイッチング用トランジスタ5と、ダイオード4の後段(直流負荷14の前段)に接続されているコンデンサ6とから構成されている。

30

【0012】

7は直流電圧検出器であり、コンデンサ6の端子間電圧 $V_{DC}$ (すなわち、直流負荷14に供給される直流電圧)を検出する。8は減算器であり、予め設定されている固定電圧( $V_{DCSET}$ )と上記電圧 $V_{DC}$ との偏差を求める。9は誤差増幅器であり、第1信号 $S_A$ を出力する。

【0013】

10は掛算器であり、誤差増幅器9から出力された第1信号 $S_A$ と、次に説明する第2信号 $S_B$ とを乗算することにより、第3信号 $S_C$ を出力する。この第3信号 $S_C$ は、整流部1から出力される直流電流を制御するための制御電流値を規定する(後に詳述する)。

40

【0014】

上述した第2信号 $S_B$ を形成するための回路構成について説明する。第2信号 $S_B$ を形成するために、本実施の形態では、三相交流電源の相電圧を検出する変成器101と、変成器101により検出された電圧の位相に基づいて $t$ ( $\omega$ は、電源角周波数)および6次高調波に関する $6t$ を生成する周波数成分生成器102と、後に説明する注入高調波成分 $m \cdot \sin(6t + \theta)$ を発生する注入高調波発生器103と、加算器104とを用いる。

【0015】

加算器104は、予め設定した基準設定値( $=1$ )と、注入高調波成分 $m \cdot \sin(6$

50

$t + \theta$ )とを加算して第2信号 $S_B$ を出力する。なお、本実施の形態においては基準設定値を1としたが、1に限定されないことは勿論である。

【0016】

周波数成分生成器102は、電源位相検出部102Aおよび6次高調波成分生成部102Bを備えている。電源位相検出部102Aにおいては、変成器101により検出された電源電圧の位相に基づいて基準位相を確定すると同時に $t$ 成分を検出する。6次高調波成分生成部102Bは、 $t$ を6逓倍して6次高調波に関する $6t$ を求めるマルチプライヤとして機能する。

【0017】

注入高調波発生器103は、注入位相 $\theta$ を設定する注入位相設定部103Aと、周波数成分生成器102から出力された $6t$ と注入位相 $\theta$ とを加算して $(6t + \theta)$ を求める加算部103Bと、加算部103Bの出力に基づいて $\sin(6t + \theta)$ を生成するサイン波生成部103Cと、高調波成分の注入量(すなわち、サイン波形の振幅値)を設定する注入量設定部103Eとを備えている。

10

【0018】

以上の構成により、加算器104から第2信号 $S_B$ が出力され、掛算器10の一方の入力信号となる。掛算器10に入力される他の信号(=第1信号 $S_A$ )は、直流負荷14の入力電圧 $V_{DC}$ に依存しているので、掛算器11から出力される第3信号 $S_C$ は、ある直流成分に6次高調波成分が重畳した信号となる。特に、直流負荷14がほぼ一定の負荷状態にあるときには、第1信号 $S_A$ もほぼ一定値を保つことになるので、第3信号 $S_C$ は、

20

【0019】

掛算器10から出力された第3信号 $S_C$ は、周知のヒステリシス特性をもつコンパレータ11に入力される。コンパレータ11の他方の入力端には、三相整流部1に還流する電流(=三相整流部1からの出力電流)を検出するために変流器13から出力された第4信号 $S_D$ (電流検知信号)を入力する。変流器13として、本実施の形態では、ホール素子を備えた直流CTを用いる。

【0020】

コンパレータ11では、第3信号 $S_C$ の大きさと第4信号 $S_D$ の大きさを比較して、第5信号 $S_E$ を出力する。すなわちコンパレータ11は、変流器13により検知された瞬時電流値(=第4信号 $S_D$ )が第3信号 $S_C$ に追従するような第5信号 $S_E$ を出力する。コンパレータ11から出力された第5信号 $S_E$ は、ゲートインタフェース12を介して第6信号 $S_F$ となり、スイッチング素子であるトランジスタ5のゲートを開閉制御する。

30

【0021】

より具体的に述べると、第4信号 $S_D$ が第3信号 $S_C$ より小さいとき、コンパレータ11から出力される第5信号 $S_E$ はゲートインタフェース12を介してトランジスタ5のゲートに印加され、トランジスタ5をオン(点弧)する。トランジスタ5がオン(点弧)すると、三相整流部1の直流出力端子はリアクトル3を通して短絡されることになるので、三相整流部1の出力電流が増大する方向に動作する。これとは逆に、第4信号 $S_D$ が第3信号 $S_C$ より大きいときには、トランジスタ5がオフ(消弧)する。トランジスタ5がオフ(消弧)すると、三相整流部1からの直流出力電流はリアクトル3およびダイオード4を通過してコンデンサ6および負荷14へ流入する。ここで、直流電圧設定値 $V_{DCSET}$ は、三相整流部1の整流出力電圧より高く設定されているので、三相整流部1の出力電流は減少する方向に動作する。このようにして、三相整流部1からの出力電流は、第3信号 $S_C$ により規定される制御電流値に近づくよう制御される。

40

【0022】

以上述べた通り、掛算器10から出力された第3信号 $S_C$ を制御電流値とした帰還電流制御が行われる。その結果、三相整流部1から出力される電流の瞬時値は、6次の電源高調波成分を含んだ電流となるように制御される。

【0023】

50

注入高調波発生器 103 から発生される注入高調波成分  $m \cdot \sin(6t + \theta)$  において、注入位相  $\theta$  および注入量  $m$  を変化させると、コンデンサ 6 および直流負荷 14 に供給される瞬時電力を示す直流出力電力波形も変化する。その結果として、6 次の高調波電流を相電流に重畳させない従来例（特許文献 1 参照）と比較して、直流出力電力の高調波含有率を低減させることができる。この点に関して、図 2 ~ 図 4 を参照しながら更に詳述する。

【0024】

図 2 は、注入高調波成分  $m \cdot \sin(6t + \theta)$  の注入位相  $\theta$  を  $\pi/3$  (rad) とし、且つ注入率  $m$  を  $-0.05$  とした場合の相電圧，相電流，一相電力，三相電力（コンデンサ 6 および直流負荷 14 に供給される直流出力電力）を示したシミュレーション線図である。このシミュレーションは、（1）交流負荷 14 および交流入力電圧が定常状態にあり、（2）三相交流電源の出力インピーダンスについては無視し、（3）三相整流部 1 における転流重なり角は 0 であると仮定し、（4）チョッパ回路 2 のスイッチング周波数を十分に高くすることにより、スイッチング周波数に起因した整流出力電流は無視できる、との条件のもとに行ったものである。

10

【0025】

図 3 は、図 1 に示した実施の形態から従来技術に相当する部分のみを抽出して描いた回路図である。すなわち、図 3 は特許文献 1 に開示されている技術のうち、三相電力変換装置に関連した部分のみを描いた回路図である。図 1 に示した実施の形態と同様の機能を有する回路要素には、図 1 と同じ符号を付してある。先に説明した図 1 とこの図 3 とを比較することから明らかなように、図 3 には、図 1 に示した変成器 101，周波数成分生成器 102，注入高調波発生器 103，加算器 104 が含まれていない。

20

【0026】

この図 3 において、掛算器 10 には基準設定値（ $=1$ ）を表す第 2 信号  $S_B'$  が入力されているだけであるので、掛算器 10 から出力される第 3 信号  $S_C'$  は一定値の信号となる。その結果として、変流器 13 からは一定の電流値が検知されるように定電流制御が行われる。そこで、図 2 に示した相電流と同じ電気角となるように相電流を定電流制御すると、図 4 に示すような相電圧，相電流，一相電力，三相電力（コンデンサ 6 および直流負荷 14 に供給される直流出力電力）が得られる。

30

【0027】

先に示した図 2（本実施の形態）と、この図 4（従来技術）の縦軸はいずれも正規化したスケールを付してある。すなわち、相電圧についてみると、図 2 および図 4 の左縦軸に示すように、どちらも最大振幅は  $\pm 1$  である。一方、相電流についてみると、図 4（従来技術）では  $\pm 1$  の定電流であるのに対して、図 2（本実施の形態）では  $\pm 1$  の定電流に 6 次高調波成分が重畳されている。一相電力については、図 4（従来技術）の右縦軸に示すように、ピーク電力値を 1 としてある。したがって、図 2（本実施の形態）に示す一相電力のピーク値は、相電流に 6 次高調波成分が重畳されているので、1 を超えている。

【0028】

これら図 2（本実施の形態）と、図 4（従来技術）を比較すると、直流出力電力に含まれている電力リップル分に大きな差異があることが判明する。この差異は、直流出力電力の平均値と、直流出力電力の変動幅（ $=$ 最大電力と最小電力の差）について、これら両図を比較すると明らかになる。すなわち、図 2（本実施の形態）においては、電力平均値が約 1.65 であり、電力変動幅が約 0.10 であるのに対して、図 4（従来技術）においては、電力平均値が約 1.65 であり、電力変動幅が約 0.23 となっている。このことから、本実施の形態によれば、電力リップル分が大幅に改善されていることが判る。

40

【0029】

他方、力率についてみると、図 2（本実施の形態）においては約 0.953 であり、図 4（従来技術）における約 0.955 とほぼ同じく、良好な値である。このことから、本実施の形態による三相電力変換装置は、力率についても改善効果を有していることが明らかである。

50

## 【0030】

なお、電力リプルの改善効果が最も顕著となる注入位相 および注入量  $m$  は、三相電力変換装置が接続されている三相交流電源の出力インピーダンスに応じて異なってくる。しかし、大容量の三相交流電源に接続する場合には、三相交流電源の出力インピーダンスを無視することができるので、注入位相  $= \quad / 3$ 、注入量  $m = -0.01 \sim -0.12$  程度とすることにより、電力リプルの改善がみられる。

## 【0031】

< 本実施の形態による作用・効果 >

本実施の形態によれば、以下のような作用・効果を奏することができる。

## 【0032】

(1) 三相交流電源に接続される三相整流部1と、三相整流部1の整流出力端間に直列接続されるリアクトル3およびスイッチングトランジスタ5を含み三相整流部1から負荷14に供給する直流電力を調整するチョッパ回路2と、所定の注入位相および振幅を有する6次高調波成分を発生する注入高調波発生器103と、負荷14に供給される直流電圧  $V_{DC}$  に対応した第1信号  $S_A$  と、注入高調波発生器103から発生される高調波成分に対応した第2信号  $S_B$  とに基づいて決定される制御電流値 (= 第3信号  $S_C$ ) に応答して、スイッチングトランジスタ5の通過電流を断続制御するスイッチング制御回路8~12, 13, 104とを備えているので、三相電力変換装置から供給される直流出力電力の電力リプル分を低減することができる。その結果として、負荷14に供給される直流電圧の電圧リプルを低減するためのコンデンサ6を小容量にすることができる。しかも、力率にはほとんど影響を与えることがないので、力率改善効果とあいまって、三相電力変換装置全体の大きさを小型化することができる。

なお、三相交流電源としては商用電源に限らず、可搬型の三相発電機あるいは建設機械などに搭載されている三相発電機などを使用することができる。

## 【0033】

(2) 上記のスイッチング制御回路は、制御電流値 (= 第3信号  $S_C$ ) と、三相整流部1に還流する直流電流値 (= 変流器13の出力) とに基づいて矩形波信号を出力するヒステリシス型コンパレータ11を備え、ヒステリシス型コンパレータ11からの出力に応答して、スイッチングトランジスタ5の開閉を制御するので、相電流に6次高調波成分が含まれるような帰還制御を実現することができる。

## 【0034】

(3) 負荷14に供給される直流電圧に対応した第1信号  $S_A$  と、注入高調波発生器103から発生される高調波成分に対応した第2信号  $S_B$  とを掛け合わせる掛算器10を備え、掛算器10から制御電流値 (= 第3信号  $S_C$ ) を出力するので、従来から用いられている掛算器10を利用することができる。

## 【0035】

(4) 6次高調波成分の所定の注入位相および振幅は、三相交流電源の出力インピーダンスに応じて可変設定するので、さまざまな種類の三相交流電源を使用することができる。

## 【0036】

< その他の変形例 >

図1に示した実施の形態では6次高調波成分を相電流に重畳させる構成としたが、さらに12次高調波成分を相電流に重畳させることにより、電力リプルに対する改善効果をより高めることができる。具体的には、図5に示すように、注入高調波成分として  $m_6 \cdot \sin(6t + \phi_6) + m_{12} \cdot \sin(12t + \phi_{12})$  を用いることができる。18次高調波成分についても、同様に加えることが可能である。換言すると、三相交流電源に含まれる  $6 \cdot N$  次高調波 ( $N = 1, 2, \dots$ ) のうち、少なくとも、所定の注入位相および振幅を有する6次高調波成分を用いることができる。

## 【0037】

以上の説明はあくまで一例であり、本発明の特徴を損なわない限り、本発明は上述した

10

20

30

40

50

実施の形態および変形例に限定されるものではない。

実施の形態と変形例の一つとを組み合わせること、もしくは、実施の形態と変形例の複数とを組み合わせることも可能である。

変形例同士をどのように組み合わせることも可能である。

さらに、本発明の技術的思想の範囲内で考えられる他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。

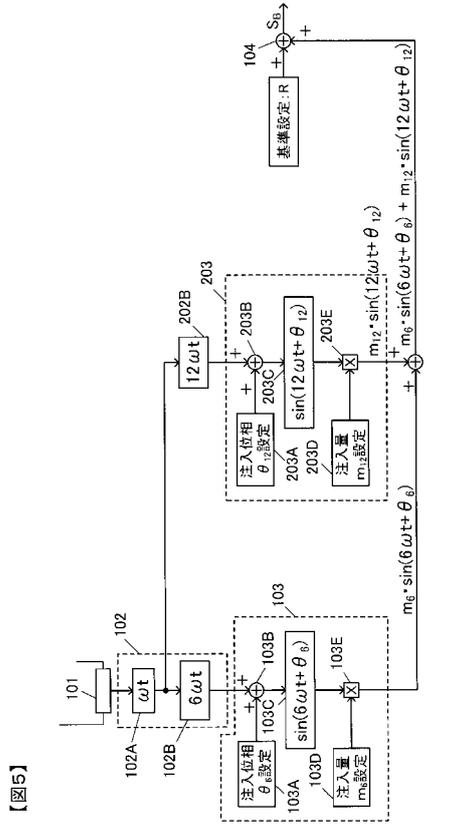
【符号の説明】

【 0 0 3 8 】

1	三相整流部	
2	チョッパ回路	10
3	直流リアクトル	
4	ダイオード	
5	スイッチング用トランジスタ	
6	コンデンサ	
7	直流電圧検出器	
8	減算器	
9	誤差増幅器	
1 0	掛算器	
1 1	ヒステリシス型コンパレータ	
1 2	ゲートインタフェース	20
1 3	変流器	
1 4	負荷	
1 0 1	変成器	
1 0 2	周波数成分生成器	
1 0 3	注入高調波発生器	
1 0 4	加算器	



【図5】



【図5】

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 2 M      3 / 1 5 5