

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4082438号
(P4082438)

(45) 発行日 平成20年4月30日(2008.4.30)

(24) 登録日 平成20年2月22日(2008.2.22)

(51) Int. Cl.	F I		
HO2M 7/797 (2006.01)	HO2M 7/797		
HO2M 7/12 (2006.01)	HO2M 7/12	M	
HO2M 7/48 (2007.01)	HO2M 7/12	B	
HO2M 7/5387 (2007.01)	HO2M 7/48	W	
	HO2M 7/5387	Z	

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2006-233246 (P2006-233246)
 (22) 出願日 平成18年8月30日(2006.8.30)
 (65) 公開番号 特開2008-61327 (P2008-61327A)
 (43) 公開日 平成20年3月13日(2008.3.13)
 審査請求日 平成19年8月28日(2007.8.28)

(73) 特許権者 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 100084146
 弁理士 山崎 宏
 (74) 代理人 100100170
 弁理士 前田 厚司
 (72) 発明者 榊原 憲一
 滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の
 2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内
 審査官 服部 俊樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電流制御形電力変換装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

三相ブリッジ回路を構成する6つのスイッチング素子を有し、三相交流電圧を直流電圧に変換するかまたは直流電圧を三相交流電圧に変換する変換部(3)と、

上記変換部(3)の交流側電流を検出する交流側電流検出部(1,2)と、

上記変換部(3)の直流側電流を検出する直流側電流検出部(6,7)と、

上記交流側電流検出部(1,2)により検出された上記交流側電流と上記直流側電流検出部(6,7)により検出された上記直流側電流に基づいて、上記変換部(3)を空間ベクトル変調法を用いたパルス幅変調により制御する制御部(11,11A,11B)と

を備え、

上記制御部(11,11A,11B)は、上記直流側電流検出部(6,7)により検出された上記直流側電流のうちの上記交流側電流の所定の相の電流分に対応する電流分に基づいて、上記交流側電流検出部(1,2)により検出される上記交流側電流の振幅とオフセットを補正すると共に、

上記制御部(11,11A,11B)は、

上記変換部(3)において上記三相交流電圧の各相に接続された対となる上アーム側のスイッチング素子と下アーム側のスイッチング素子の一方がオンして他方がオフするようにして、上記上アーム側のスイッチング素子のうちの1つがオンして他の2つがオフする第1のスイッチング状態と、上記上アーム側のスイッチング素子のうちの2つがオンして他の1つがオフする第2のスイッチング状態と、上記上アーム側のスイッチング素子の3つ

がオンまたはオフする第3のスイッチング状態とを組み合わせ、60度毎に異なる6つの電圧ベクトルを選択する上記空間ベクトル変調法を用いたパルス幅変調によって上記変換部(3)を制御すると共に、

上記第3のスイッチング状態のときに上記直流側電流検出部(6,7)により検出された上記直流側電流をオフセット成分として用いて、上記第1,第2のスイッチング状態のときに上記直流側電流検出部(6,7)により検出された上記直流側電流のオフセットを補正するオフセット補正部(25a)と、

上記オフセット補正部(25a)によりオフセットが補正された上記直流側電流のうちの上記交流側電流の所定の相の電流分に対応する電流分と、上記交流側電流検出部(1,2)により検出された上記交流側電流の所定の相の電流分に基づいて、上記交流側電流の所定の相の電流分の振幅を補正するための振幅補正值を演算する振幅補正值演算部(25b)と

10

、
上記オフセット補正部(25a)によりオフセットが補正された上記直流側電流のうちの上記交流側電流の所定の相の電流分に対応する電流分に基づいて、直流側電流オフセット成分を演算する直流側電流オフセット成分演算部(25c)と、

上記交流側電流検出部(1,2)により検出された上記交流側電流の所定の相の電流分に基づいて、交流側電流オフセット成分を演算する交流側電流オフセット成分演算部(25d)とを有し、

上記振幅補正值演算部(25b)により演算された上記振幅補正值と、上記交流側電流オフセット成分演算部(25d)により演算された上記交流側電流オフセット成分と、上記直流側電流オフセット成分演算部(25c)により演算された上記直流側電流オフセット成分とを用いて、上記直流側電流検出部(6,7)により検出された上記交流側電流の所定の相の電流分の振幅とオフセットを補正することを特徴とする電流制御形電力変換装置。

20

【請求項2】

請求項1に記載の電流制御形電力変換装置において、

上記制御部(11,11A,11B)は、

上記交流側電流オフセット成分演算部(25d)により演算された上記交流側電流オフセット成分を用いて、上記交流側電流検出部(1,2)により検出された上記交流側電流の所定の相の電流分のオフセットを補正する交流側電流オフセット補正部(26)と、

上記振幅補正值演算部(25b)により演算された上記振幅補正值を用いて、上記交流側電流オフセット補正部(26)によりオフセットが補正された上記交流側電流の所定の相の電流分の振幅を補正する交流側電流振幅補正部(27)と、

30

上記直流側電流オフセット成分演算部(25c)により演算された上記直流側電流オフセット成分を、上記交流側電流振幅補正部(27)により振幅が補正された上記交流側電流の所定の相の電流分に加算する交流側電流オフセット加算部(28)とを有することを特徴とする電流制御形電力変換装置。

【請求項3】

請求項2に記載の電流制御形電力変換装置において、

上記振幅補正值演算部(25b)は、上記オフセット補正部(25a)によりオフセットが補正された上記直流側電流のうち30度の間隔をあけて隣接する所定の120度区間の電流分と、上記所定の120度区間に対応する上記交流側電流の所定の相の電流分に基づいて、上記振幅補正值を演算し、

40

上記直流側電流オフセット成分演算部(25c)は、上記オフセット補正部(25a)によりオフセットが補正された上記直流側電流のうち隣接する2つの上記所定の120度区間の電流分に基づいて、上記直流側電流オフセット成分を演算し、

上記交流側電流オフセット成分演算部(25d)は、上記交流側電流検出部(1,2)により検出された上記交流側電流の所定の相の電流分のうち隣接する2つの上記所定の120度区間の電流分に基づいて、上記交流側電流オフセット成分を演算することを特徴とする電流制御形電力変換装置。

【請求項4】

50

請求項 3 に記載の電流制御形電力変換装置において、

上記振幅補正值演算部(25b)は、上記オフセット補正部(25a)によりオフセットが補正された上記直流側電流のうちの上記所定の120度区間の電流分の全波整流平均値を演算すると共に、上記所定の120度区間に対応する上記交流側電流の所定の相の電流分の全波整流平均値を演算して、上記直流側電流の全波整流平均値と上記交流側電流の所定の相の電流分の全波整流平均値に基づいて、上記振幅補正值を演算することを特徴とする電流制御形電力変換装置。

【請求項 5】

請求項 3 または 4 に記載の電流制御形電力変換装置において、

上記直流側電流オフセット成分演算部(25c)は、上記オフセット補正部(25a)により
10 オフセットが補正された上記直流側電流のうちの上記所定の120度区間の夫々の電流分の半波整流平均値に基づいて、上記直流側電流オフセット成分を演算し、

上記交流側電流オフセット成分演算部(25d)は、上記交流側電流検出部(1,2)により
検出された上記交流側電流の所定の相の電流分のうちの上記所定の120度区間の夫々の電流分の半波整流平均値に基づいて、上記交流側電流オフセット成分を演算することを特徴とする電流制御形電力変換装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 つに記載の電流制御形電力変換装置において、

上記制御部(11, 11A, 11B)は、起動時に、上記交流側電流の振幅の補正または上
20 記交流側電流のオフセットの補正の少なくとも一方を行うことを特徴とする電流制御形電力変換装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 つに記載の電流制御形電力変換装置において、

上記制御部(11, 11A, 11B)は、運転中に、上記交流側電流の振幅の補正または上
記交流側電流のオフセットの補正の少なくとも一方を行うことを特徴とする電流制御形電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電流制御形電力変換装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来、電流制御形電力変換装置としては、直流側の電流センサ1つで線電流を検出するものがある(例えば、特開2004-282974号公報(特許文献1)参照)。

【0003】

この電流制御形電力変換装置は、原理的に線電流が検出できない位相があり、座標変換によりd-q軸電流を求めるために三相電流の瞬時値を検出する電流センサを交流側に設ける必要がある。

【0004】

このような、交流側に電流センサを設けた電流制御形電力変換装置では、電力系統に接
40 続されるときに直流分を含んだ電流が系統側の変圧器に流れると、変圧器の偏磁を招くという問題がある。資源エネルギー庁の「系統連系技術要件ガイドライン」によれば、交流側の直流レベルを定格交流電流の1%程度以下にする必要がある。

【0005】

このため、上記交流側に電流センサを設けた電流制御形電力変換装置の電流制御には、直流分の検出が可能なDCC Tを交流側に設ける必要がある。このようなDCC Tのホール素子から出力される低い電圧信号は増幅器で増幅しなければならないため、振幅、オフセット、温度ドリフトについて高い精度で補償されたDCC Tを用いる必要がある。コストが高くなるという問題がある。

【特許文献1】特開2004-282974号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

そこで、この発明の課題は、簡単な構成で交流側に用いられる電流センサの振幅、オフセットや温度ドリフトを補償でき、安価な電流センサを用いてコストを低減できる電流制御形電力変換装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するため、この発明の電流制御形電力変換装置は、
三相ブリッジ回路を構成する6つのスイッチング素子を有し、三相交流電圧を直流電圧
に変換するかまたは直流電圧を三相交流電圧に変換する変換部と、

上記変換部の交流側電流を検出する交流側電流検出部と、

上記変換部の直流側電流を検出する直流側電流検出部と、

上記交流側電流検出部により検出された上記交流側電流と上記直流側電流検出部により
検出された上記直流側電流に基づいて、上記変換部を空間ベクトル変調法を用いたパルス
幅変調により制御する制御部と

を備え、

上記制御部は、上記直流側電流検出部により検出された上記直流側電流のうちの上記交
流側電流の所定の相の電流分に対応する電流分に基づいて、上記交流側電流検出部により
検出される上記交流側電流の振幅とオフセットを補正するすると共に、

上記制御部は、

上記変換部において上記三相交流電圧の各相に接続された対となる上アーム側のスイッ
チング素子と下アーム側のスイッチング素子の一方がオンして他方がオフするようにして
、上記上アーム側のスイッチング素子のうちの1つがオンして他の2つがオフする第1の
スイッチング状態と、上記上アーム側のスイッチング素子のうちの2つがオンして他の1
つがオフする第2のスイッチング状態と、上記上アーム側のスイッチング素子の3つがオ
ンまたはオフする第3のスイッチング状態とを組み合わせて、60度毎に異なる6つの電
圧ベクトルを選択する上記空間ベクトル変調法を用いたパルス幅変調によって上記変換部
を制御すると共に、

上記第3のスイッチング状態のときに上記直流側電流検出部により検出された上記直流
側電流をオフセット成分として用いて、上記第1,第2のスイッチング状態のときに上記
直流側電流検出部により検出された上記直流側電流のオフセットを補正するオフセット補
正部と、

上記オフセット補正部によりオフセットが補正された上記直流側電流のうちの上記交流
側電流の所定の相の電流分に対応する電流分と、上記交流側電流検出部により検出された
上記交流側電流の所定の相の電流分に基づいて、上記交流側電流の所定の相の電流分の振
幅を補正するための振幅補正值を演算する振幅補正值演算部と、

上記オフセット補正部によりオフセットが補正された上記直流側電流のうちの上記交流
側電流の所定の相の電流分に対応する電流分に基づいて、直流側電流オフセット成分を演
算する直流側電流オフセット成分演算部と、

上記交流側電流検出部により検出された上記交流側電流の所定の相の電流分に基づいて
、交流側電流オフセット成分を演算する交流側電流オフセット成分演算部とを有し、

上記振幅補正值演算部により演算された上記振幅補正值と、上記交流側電流オフセット
成分演算部により演算された上記交流側電流オフセット成分と、上記直流側電流オフセッ
ト成分演算部により演算された上記直流側電流オフセット成分とを用いて、上記直流側電
流検出部により検出された上記交流側電流の所定の相の電流分の振幅とオフセットを補正
することを特徴とする。

【0008】

上記構成の電流制御形電力変換装置によれば、空間ベクトル変調法によるパルス幅変調
では、上記直流側電流検出部により検出された変換部の直流側電流の所定の位相区間おい

10

20

30

40

50

て、変換部の交流側電流の所定の相の電流分に相当する電流が流れる。また、通常シャント抵抗が用いられる直流側電流検出部により検出される上記直流側電流は、振幅誤差、オフセットや温度ドリフトが少なく、上記交流側電流の所定の相の電流分に相当する電流を基準に用いることによって、上記交流側電流検出部により検出される上記交流側電流の所定の相の電流分に対して、振幅とオフセットを補正することが可能となる。したがって、簡単な構成で交流側に用いられる電流センサの振幅、オフセットや温度ドリフトを補償でき、安価な電流センサを用いてコストを低減できる。

【 0 0 0 9 】

【 0 0 1 0 】

また、第1～第3のスイッチング状態を組み合わせ、60度毎に異なる6つの電圧ベクトルを選択する空間ベクトル変調法を用いたパルス幅変調によって変換部を制御する構成の電流制御形電力変換装置では、第1,第2のスイッチング状態のときに直流側電流検出部により検出された直流側電流は、交流側電流検出部により検出された交流側電流の所定の相の電流分に対応する電流分を有する。この交流側電流の所定の相の電流分に対応する上記直流側電流の電流分を利用して、交流側電流検出部により検出された上記交流電流のオフセットや振幅を補正することが可能となる。詳しくは、第3のスイッチング状態のときに直流側電流検出部により検出された直流側電流をオフセット成分として用いて、オフセット補正部は、第1,第2のスイッチング状態のときに直流側電流検出部により検出された上記直流側電流のオフセットを補正して、直流側電流検出部に用いる増幅器のオフセット誤差をなくして、基準として用いる上記直流側電流の精度を高める。そうして、上記オフセット補正部によりオフセットが補正された上記直流側電流と、交流側電流検出部により検出された交流側電流の所定の相の電流分に基づいて、振幅補正值演算部は、交流側電流の所定の相の電流分の振幅を補正するための振幅補正值を演算する。また、上記オフセット補正部によりオフセットが補正された上記直流側電流に基づいて、直流側電流オフセット成分演算部により直流側電流オフセット成分を演算すると共に、交流側電流検出部により検出された交流側電流の所定の相の電流分に基づいて、交流側電流オフセット成分演算部により交流側電流オフセット成分を演算する。このように、上記交流側電流検出部により検出される上記交流側電流の振幅とオフセットを補正するための振幅補正值と交流側電流オフセット成分および直流側電流オフセット成分を得ることができる。

【 0 0 1 1 】

また、一実施形態の電流制御形電力変換装置では、

上記制御部は、

上記交流側電流オフセット成分演算部により演算された上記交流側電流オフセット成分を用いて、上記交流側電流検出部により検出された上記交流側電流の所定の相の電流分のオフセットを補正する交流側電流オフセット補正部と、

上記振幅補正值演算部により演算された上記振幅補正值を用いて、上記交流側電流オフセット補正部によりオフセットが補正された上記交流側電流の所定の相の電流分の振幅を補正する交流側電流振幅補正部と、

上記直流側電流オフセット成分演算部により演算された上記直流側電流オフセット成分を、上記交流側電流振幅補正部により振幅が補正された上記交流側電流の所定の相の電流分に加算する交流側電流オフセット加算部とを有する。

【 0 0 1 2 】

上記実施形態によれば、上記交流側電流オフセット成分演算部により演算された交流側電流オフセット成分を用いて、交流側電流オフセット補正部は、交流側電流検出部により検出された交流側電流の所定の相の電流分のオフセットを補正する。そして、上記振幅補正值演算部により演算された振幅補正值を用いて、交流側電流振幅補正部は、交流側電流オフセット補正部によりオフセットが補正された交流側電流の所定の相の電流分の振幅を補正する。このように、交流側電流オフセット成分を用いて交流側電流の所定の相の電流分のオフセットを補正した後に、振幅補正值を用いて交流側電流の所定の相の電流分の振幅を補正することにより、振幅が正しく補正され、直流成分を含まない交流側電流の所定

10

20

30

40

50

の相の電流分が得られる。そうして得られた上記交流側電流の所定の相の電流分に、直流側電流オフセット成分演算部により演算された直流側電流オフセット成分を交流側電流オフセット加算部により加算する。これにより、増幅器のオフセットの分離が困難な上記交流側電流検出部により検出された交流側電流の振幅とオフセットを補正できる。

【 0 0 1 3 】

また、一実施形態の電流制御形電力変換装置では、

上記振幅補正值演算部は、上記オフセット補正部によりオフセットが補正された上記直流側電流のうちの30度の間隔をあけて隣接する所定の120度区間の電流分と、上記所定の120度区間に対応する上記交流側電流の所定の相の電流分に基づいて、上記振幅補正值を演算し、

10

上記直流側電流オフセット成分演算部は、上記オフセット補正部によりオフセットが補正された上記直流側電流のうちの隣接する2つの上記所定の120度区間の電流分に基づいて、上記直流側電流オフセット成分を演算し、

上記交流側電流オフセット成分演算部は、上記交流側電流検出部により検出された上記交流側電流の所定の相の電流分のうちの隣接する2つの上記所定の120度区間の電流分に基づいて、上記交流側電流オフセット成分を演算する。

【 0 0 1 4 】

上記実施形態によれば、第1,第2のスイッチング状態のときに直流側電流検出部により検出された直流側電流のうちの隣接する2つの上記所定の120度区間の電流分は、交流側電流検出部により検出された交流側電流の所定の相の電流分に対応する。これにより、上記所定の120度区間で対応づけられた直流側電流の電流分と交流側電流の所定の相の電流分の夫々の平均値などを求めることによって、振幅補正值を容易に演算できる。また、上記所定の120度区間で対応づけられた直流側電流の電流分と交流側電流の所定の相の電流分について、それぞれのオフセット成分を容易に演算できる。

20

【 0 0 1 5 】

また、一実施形態の電流制御形電力変換装置では、上記振幅補正值演算部は、上記オフセット補正部によりオフセットが補正された上記直流側電流のうちの上記所定の120度区間の電流分の全波整流平均値を演算すると共に、上記所定の120度区間に対応する上記交流側電流の所定の相の電流分の全波整流平均値を演算して、上記直流側電流の全波整流平均値と上記交流側電流の所定の相の電流分の全波整流平均値に基づいて、上記振幅補正值を演算する。

30

【 0 0 1 6 】

上記実施形態によれば、上記直流側電流のうちの上記所定の120度区間の電流分の全波整流平均値と上記所定の120度区間に対応する上記交流側電流の所定の相の電流分の全波整流平均値は、交流側電流検出部により検出された交流側電流に振幅誤差がなければ略等しくなる。したがって、上記交流側電流の所定の相の電流分の全波整流平均値が、その交流側電流の所定の相の電流分に対応する直流側電流の全波整流平均値と等しくなるような振幅補正值を振幅補正值演算部により演算することによって、交流側電流の所定の相の電流分の振幅を補正するための振幅補正值を容易に得ることができる。

【 0 0 1 7 】

また、一実施形態の電流制御形電力変換装置では、

上記直流側電流オフセット成分演算部は、上記オフセット補正部によりオフセットが補正された上記直流側電流のうちの隣接する2つの上記所定の120度区間の夫々の電流分の半波整流平均値に基づいて、上記直流側電流オフセット成分を演算し、

40

上記交流側電流オフセット成分演算部は、上記交流側電流検出部により検出された上記交流側電流の所定の相の電流分のうちの隣接する2つの上記所定の120度区間の夫々の電流分の半波整流平均値に基づいて、上記交流側電流オフセット成分を演算する。

【 0 0 1 8 】

上記実施形態によれば、上記直流側電流のうちの隣接する2つの上記所定の120度区間の夫々の電流分の半波整流平均値の差は、その電流分に夫々含まれるオフセット成分の

50

2倍に相当することから、この2つの上記所定の120度区間の夫々の電流分の半波整流平均値に基づいて、交流側電流オフセット成分演算部により直流側電流オフセット成分を容易に演算できる。また、上記交流側電流の所定の相の電流分のうちの隣接する2つの上記所定の120度区間の夫々の電流分の半波整流平均値の差は、その電流分に夫々含まれるオフセット成分の2倍に相当することから、この2つの上記所定の120度区間の夫々の電流分の半波整流平均値に基づいて、交流側電流オフセット成分演算部により直流側電流オフセット成分を容易に演算できる。

【0019】

また、一実施形態の電流制御形電力変換装置では、上記制御部は、起動時に、上記交流側電流の振幅の補正または上記交流側電流のオフセットの補正の少なくとも一方を行う。

10

【0020】

上記実施形態によれば、起動時に、上記交流側電流検出部により検出された上記交流側電流の振幅の補正またはオフセットの補正の少なくとも一方を制御部が行うことによって、上記交流側電流の振幅、オフセットの温度ドリフトを解消できる。

【0021】

また、一実施形態の電流制御形電力変換装置では、上記制御部は、運転中に、上記交流側電流の振幅の補正または上記交流側電流のオフセットの補正の少なくとも一方を行う。

【0022】

上記実施形態によれば、運転中に、上記交流側電流検出部により検出された上記交流側電流の振幅の補正またはオフセットの補正の少なくとも一方を制御部が行うことによって、上記交流側電流の振幅、オフセットの温度ドリフトを解消できる。

20

【発明の効果】

【0023】

以上より明らかのように、この発明の電流制御形電力変換装置によれば、簡単な構成で交流側に用いられる電流センサの振幅、オフセットや温度ドリフトを補償でき、安価な電流センサを用いてコストを低減できる。

【0024】

また、60度毎に異なる6つの電圧ベクトルを選択する空間ベクトル変調法を用いたパルス幅変調によって変換部を制御する電流制御形電力変換装置において、第1,第2のスイッチング状態のときに直流側電流検出部により検出された直流側電流に含まれる電流分(交流側電流の所定の相の電流分に対応)を利用して、交流側電流検出部により検出された上記交流電流のオフセットや振幅を補正することが可能となる。

30

【0025】

また、一実施形態の電流制御形電力変換装置によれば、交流側電流オフセット成分を用いて交流側電流の所定の相の電流分のオフセットを補正した後に、振幅補正值を用いて交流側電流の所定の相の電流分の振幅を補正し、振幅が補正された上記交流側電流の所定の相の電流分に直流側電流オフセット成分を加算することにより、増幅器のオフセットの分離が困難な上記交流側電流検出部により検出された交流側電流の振幅、オフセットを補正できる。

【0026】

40

また、一実施形態の電流制御形電力変換装置によれば、上記オフセット補正部によりオフセットが補正された上記直流側電流のうちの30度の間隔をあけて隣接する所定の120度区間の電流分と、上記所定の120度区間に対応する上記交流側電流の所定の相の電流分に基づいて、振幅補正值演算部により振幅補正值を演算することにより、上記所定の120度区間で対応づけられた直流側電流の電流分と交流側電流の所定の相の電流分の夫々の平均値などを求めることによって、振幅補正值を容易に演算できる。

【0027】

また、上記オフセット補正部によりオフセットが補正された直流側電流のうちの隣接する2つの上記所定の120度区間の電流分に基づいて、直流側電流オフセット成分演算部により直流側電流オフセット成分を演算し、上記交流側電流検出部により検出された交流

50

側電流の所定の相の電流分のうちの隣接する2つの上記所定の120度区間の電流分に基づいて、交流側電流オフセット成分演算部により交流側電流オフセット成分を演算することにより、上記所定の120度区間で対応づけられた直流側電流の電流分と交流側電流の所定の相の電流分について、それぞれのオフセット成分を演算できる。

【0028】

また、一実施形態の電流制御形電力変換装置によれば、交流側電流の所定の相の電流分の全波整流平均値が、その交流側電流の所定の相の電流分に対応する直流側電流の全波整流平均値と等しくなるような振幅補正値を振幅補正値演算部により演算することによって、交流側電流の所定の相の電流分の振幅を補正するための振幅補正値を容易に得ることができる。

10

【0029】

また、一実施形態の電流制御形電力変換装置によれば、上記オフセット補正部によりオフセットが補正された直流側電流のうちの隣接する2つの上記所定の120度区間の夫々の電流分の半波整流平均値を用いることによって、直流側電流オフセット成分演算部は、直流側電流オフセット成分を容易に演算することができる。また、上記交流側電流検出部により検出された上記交流側電流の所定の相の電流分のうちの隣接する2つの上記所定の120度区間の夫々の電流分の半波整流平均値を用いることによって、交流側電流オフセット成分演算部は、交流側電流オフセット成分を容易に演算することができる。

【0030】

また、一実施形態の電流制御形電力変換装置によれば、起動時に、上記交流側電流の振幅の補正、または、上記交流側電流のオフセットの補正の少なくとも一方を行うことによって、上記交流側電流検出部の振幅、オフセットのばらつきを解消できる。

20

【0031】

また、一実施形態の電流制御形電力変換装置によれば、運転中に、上記交流側電流の振幅の補正、または、上記交流側電流のオフセットの補正の少なくとも一方を行うことによって、上記交流側電流検出部の振幅、オフセットの温度ドリフトを解消できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

以下、この発明の電流制御形電力変換装置を図示の実施の形態により詳細に説明する。

【0033】

図1はこの発明の実施の一形態の電流制御形電力変換装置の構成を示している。この電流制御形電力変換装置は、直流側から交流側に電流が流れる逆変換器として構成した例を示しているが、点線で示すように、直流電源Eの代わりに負荷Rを接続して、交流側から直流側に電流が流れる順変換器としても動作することができる。

30

【0034】

この電流制御形電力変換装置は、図1に示すように、三相交流電源10のR相の出力端子をリアクトル L_R を介して変換部の一例としてのパワーモジュール3の第1交流側端子に接続し、三相交流電源10のS相の出力端子をリアクトル L_S を介してパワーモジュール3の第2交流側端子に接続し、三相交流電源10のT相の出力端子をリアクトル L_T を介してパワーモジュール3の第3交流側端子に接続している。上記パワーモジュール3の正極側端子にコンデンサCの一端を接続し、コンデンサCの他端をシャント抵抗7を介して負極側端子に接続している。上記コンデンサCに直流電源Eを並列に接続している。

40

【0035】

また、上記電流制御形電力変換装置は、三相交流電源10のR相電圧の位相を検出する位相検出部4と、リアクトル L_R とリアクトル L_S を夫々流れる電流を検出する交流側電流検出部の一例としての電流センサ1,2と、シャント抵抗7により検出される電流を表す信号を増幅する増幅器6と、上記位相検出部4からの信号と電流センサ1,2からの信号および増幅器6からの信号に基づいて、パワーモジュール3に制御信号を出力する制御回路5とを備える。上記位相検出部4と増幅器6と制御回路5で制御部11を構成している。上記シャント抵抗7と増幅器6で直流側電流検出部を構成している。

50

【 0 0 3 6 】

上記パワーモジュール3は、スイッチング素子の一例としての6つのトランジスタQ1~Q6により三相ブリッジ回路を構成している。

【 0 0 3 7 】

上記制御回路5は、図2に示す電圧ベクトルを順次選択する空間ベクトル変調法によりPWM変調でパワーモジュール3を制御する。ここで、60度毎に分割される6つのモードの領域内の位相角により、電圧ベクトル4, 6, 0の時比率は次の(1)~(3)式により求められる。

$\tau_4/T_0 = k_s \sin(\pi/3 - \phi) \dots\dots\dots (1)$

$\tau_6/T_0 = k_s \sin \phi \dots\dots\dots (2)$

$\tau_0/T_0 = 1 - k_s \sin(\phi + \pi/3) \dots\dots\dots (3)$

T₀: キャリア周期、k_s: 電圧制御率

10

【 0 0 3 8 】

また、表1は各モードの領域毎の電圧ベクトル、直流電流、逆変換のときの直流側に表れる線電流成分、順変換のときの直流側に表れる線電流成分、および、電圧ベクトルの出力時間を示している。

【 0 0 3 9 】

【表1】

モード	1		2		3		4		5		6	
電圧ベクトル	V4	V6	V2	V6	V2	V3	V1	V3	V1	V5	V4	V5
直流電流	i1	i2	i1	i2	i1	i2	i1	i2	i1	i2	i1	i2
逆変換	I _r	-I _t	I _s	-I _t	I _s	-I _r	I _t	-I _r	I _t	-I _s	I _r	-I _s
順変換	-I _r	I _t	-I _s	I _t	-I _s	I _r	-I _t	I _r	-I _t	I _s	-I _r	I _s
出力時間	τ_4	τ_6	τ_6	τ_4	τ_4	τ_6	τ_6	τ_4	τ_4	τ_6	τ_6	τ_4

20

【 0 0 4 0 】

例えば、モード1においては、電圧ベクトルV4, V6が選択され、電圧ベクトルV4ではR相上アーム(トランジスタQ1)がオンするため、R相の電流が直流側のシャント抵抗7に流れて、逆変換では正の電圧信号I_rとして検出され、順変換では負の電圧信号-I_rとして検出される。また、電圧ベクトルV6ではT相下アーム(トランジスタQ6)がオンするため、T相の電流が直流側のシャント抵抗7に流れて、逆変換では負の電圧信号-I_tとして検出され、順変換では正の電圧信号I_tとして検出される。このように、シャント抵抗7に発生する電圧信号を電圧ベクトルV4, V6の出力時間内にサンプリングすることにより、交流側の線電流を検出することができる。

30

【 0 0 4 1 】

このシャント抵抗7に発生する電圧信号のサンプリングは、トリガー信号により制御回路5のA/Dコンバータをスタートさせることにより行う。

40

【 0 0 4 2 】

図4は、二相変調波形における検出タイミングを示し、図5は、三相変調波形における検出タイミングを示している。

【 0 0 4 3 】

図4, 図5に示すように、PWM出力は上記(1)~(3)式より求まる通電時間をPWMカウンタで比較することにより得られ、検出可能な期間は、各電圧ベクトルの出力期間よりデッドタイムを除いた図中の傾斜部となる。このため、PWMカウンタと同期した別のA/Dトリガーカウンタを用いて、図中の式で得られる値と比較することにより、検出可能期間の中間でA/Dコンバータをスタートさせるトリガー信号を発生させることができる。

50

【 0 0 4 4 】

図4では、A/Dトリガーカウンタが電圧ベクトルV0の出力時間0の間0/2をカウントすると、直流電流i0をサンプリングし、A/Dトリガーカウンタが時間(0 + 4/2 + td/2)をカウントすると、直流電流i1をサンプリングし、A/Dトリガーカウンタが時間(0 + 4 + 6/2 + td/2)をカウントすると、直流電流i2をサンプリングする。

【 0 0 4 5 】

一方、図5では、A/Dトリガーカウンタが時間0/4をカウントすると、直流電流i0をサンプリングし、A/Dトリガーカウンタが時間(0/2 + 4/2 + td/2)をカウントすると、直流電流i1をサンプリングし、A/Dトリガーカウンタが時間(0/2 + 4 + 6/2 + td/2)をカウントすると、直流電流i2をサンプリングする。

10

【 0 0 4 6 】

なお、電圧ベクトルV0, V7が選択される零ベクトル期間は、三相交流電源10とパワーモジュール3との間を環流するため、シャント抵抗7には電流は流れないが、ここでは、シャント抵抗7の信号を増幅する増幅器6のオフセットレベルをまず補正するために、他のベクトルと同様にサンプリングして、次の(4)式,(5)式により補正する。

$$\dot{i}_1 = \dot{i}_1 - \dot{i}_0 \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\dot{i}_2 = \dot{i}_2 - \dot{i}_0 \quad \dots\dots\dots (5)$$

【 0 0 4 7 】

なお、二相変調波形、三相変調波形において、図4, 図5以外のベクトルパターンも選択できるが、上記(1)~(3)式の通電時間に基づいて、制御回路5のA/Dコンバータへのトリガータイミングを設定すればよく、また、オフセット検出は電圧ベクトルV0, V7のいずれのタイミングで行ってもよい。

20

【 0 0 4 8 】

図3は表1と上記(1)~(3)式に基づく線電流, 出力時間および直流電流の波形を示している。電圧ベクトルV4の出力時間t4は位相角60度で最小となり、電圧ベクトルV6の出力時間t6は0度で出力時間が最小となることに留意し、出力時間t6からt4へのモードの遷移に伴い、同一のベクトルが選択される状態を用いると、120度期間の電流が検出できることになる。

30

【 0 0 4 9 】

例えば、モード1でT相が検出できる電圧ベクトルV6については、位相角60度で出力時間t6は最大となり、次のモード2では出力時間t4であるから位相角0度で最大の出力時間が得られるため、2つのモードを通じて120度期間、連続して電流が検出できる。

【 0 0 5 0 】

以上の動作は、図2の電圧ベクトルの図からも明らかであり、各頂点を中心として±60度の期間、各電圧ベクトルに相当する線電流が検出できる。

【 0 0 5 1 】

図6にゲイン、オフセット検出波形を示している。

40

【 0 0 5 2 】

正弦波の全波整流平均値は次の(6)式で表される(Aは定数)。

$$A \frac{2}{\pi} \quad \dots\dots\dots (6)$$

【 0 0 5 3 】

直流側のシャント抵抗7で検出される電流は、線電流の120度期間を除いた全波整流波形に相当するため、全波整流平均値A_{avg}を求めると、次の(7)式で表される。

$$A_{\text{avg}} = A \frac{\sqrt{3}}{\pi} \dots\dots\dots (7)$$

【 0 0 5 4 】

上記(7)式では、(6)式と比較すると、0.87倍程度の平均値が得られ、交流側の電流センサ1,2の振幅補正用の基準信号として十分なレベルの全波整流平均値 $A_{\text{avg(DC)}}$ を確保することができる。

【 0 0 5 5 】

以上の線電流の120度の期間において、交流側の電流センサ1,2についても同期してサンプリングすることにより全波整流平均値 $A_{\text{avg(AC)}}$ を求め、次の(8)式で振幅補正值としてのゲイン補正值 G を得る。

$$\Delta G = \frac{A_{\text{avg(DC)}}}{A_{\text{avg(AC)}}} \dots\dots\dots (8)$$

【 0 0 5 6 】

一方、オフセット電圧については、次の(9),(10)式により、直流側、交流側ともに半波毎の120度期間の半波整流平均値 $H_{\text{avg+}}$, $H_{\text{avg-}}$ を求め、次の(11)式の関係より、交流側電流オフセット成分 $V_{\text{offset(AC)}}$ と直流側電流オフセット成分 $V_{\text{offset(DC)}}$ を夫々求める(図3参照)。

$$H_{\text{avg+}} = A \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} + V_{\text{offset}} \dots\dots\dots (9)$$

$$H_{\text{avg-}} = A \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} - V_{\text{offset}} \dots\dots\dots (10)$$

$$V_{\text{offset}} = (H_{\text{avg+}} - H_{\text{avg-}}) \dots\dots\dots (11)$$

【 0 0 5 7 】

なお、交流側については、運転中の検出電流と増幅器それぞれのオフセットの分離が困難であるため、交流側電流オフセット成分 $V_{\text{offset(AC)}}$ を信号より除去し、直流側電流オフセット成分 $V_{\text{offset(DC)}}$ を加算する。

【 0 0 5 8 】

図7A, 図7Bに上記の電流検出法による制御部の構成を示している。図7Aは直流側から交流側に電流が流れる逆変換のときの制御部11Aを備えた電流制御形電力変換装置の構成を示し、図7Bは交流側から直流側に電流が流れる順変換のときの制御部11Bを備えた電流制御形電力変換装置の構成を示している。なお、図7A, 図7Bにおいて、図1に示す電流制御形電力変換装置と同一の構成部には同一参照番号を付している(ただし、リアクトル L_r , L_s , L_t は省略して L としている)。また、図7A, 図7Bでは、シャント抵抗7により検出された直流側の電流 I_{dc} を増幅する増幅器6を省略している。

【 0 0 5 9 】

図7Aに示すように、直流側から交流側に電流が流れる逆変換を行う電流制御形電力変換装置の制御部11Aは、有効電力指令値 p^* と有効電力 p を減算する加減算器20と、加減算器20からの出力を比例積分して有効電流指令値 Iq^* を出力する電力制御器21と、電力制御器21からの有効電流指令値 Iq^* と無効電流指令値 $Id^* = 0$ に基づいて、電圧指令値 Vi^* を出力する非干渉電流制御部22と、非干渉電流制御部22からの電圧指令値 Vi^* に基づいてPWM制御信号をパワーモジュール3に出力する空間ベクトル変調部23と、空間ベクトル変調部23からのタイミング信号に基づいて、交流側の電流センサDCCT(図1の1,2)により検出された電流 I_r , I_s の校正処理を制限する最小パルス幅制限部24と、最小パルス幅制限部24からの制御信号と、シャント抵抗7により検出された直流側の電流 I_{dc} と、電流センサDCCTからの電流 I_r , I_s に基づいて、ゲイン補正值 G と交流側電流オフセット成分 $V_{\text{offset(AC)}}$ と直流側電流オフセット成分 $V_{\text{offset(DC)}}$

10

20

30

40

50

を演算する電流校正部 25 と、電流校正部 25 からの交流側電流オフセット成分 $V_{\text{offset(AC)}}$ を電流 I_r, I_s から夫々減算する交流側電流オフセット補正部の一例としての減算器 26 と、減算器 26 の出力に電流校正部 25 からのゲイン補正值 G を乗算する交流側電流振幅補正部の一例としての乗算器 27 と、乗算器 27 の出力に電流校正部 25 からの直流側電流オフセット成分 $V_{\text{offset(DC)}}$ を加算する交流側電流オフセット加算部の一例としての加算器 28 と、加算器 28 からの補正された電流 I_r, I_s に基づいて、二相 / 三相変換により有効電流 I_d と無効電流 I_d を非干渉電流制御部 22 に出力する座標変換器 29 とを有する。

【0060】

上記電流校正部 25 は、第 3 のスイッチング状態のときにシャント抵抗 7 により検出された直流側電流をオフセット成分として用いて、第 1, 第 2 のスイッチング状態のときに上記直流側電流のオフセットを補正するオフセット補正部 25a と、上記オフセット補正部 25a によりオフセットが補正された上記直流側電流のうちの交流側電流の所定の相の電流分(電流 I_r, I_s)に対応する電流分と、上記交流側電流の所定の相の電流分(電流 I_r, I_s)に基づいて、上記交流側電流の所定の相の電流分(電流 I_r, I_s)の振幅を補正するための振幅補正值としてのゲイン補正值 G を演算する振幅補正值演算部 25b と、上記オフセット補正部 25a によりオフセットが補正された上記直流側電流のうちの上記交流側電流の所定の相の電流分(電流 I_r, I_s)に対応する電流分に基づいて、直流側電流オフセット成分 $V_{\text{offset(DC)}}$ を演算する直流側電流オフセット成分演算部 25c と、上記交流側電流の所定の相の電流分(電流 I_r, I_s)に基づいて、交流側電流オフセット成分 $V_{\text{offset(AC)}}$ を演算する交流側電流オフセット成分演算部 25d とを有する。

【0061】

一方、図 7B に示すように、交流側から直流側に電流が流れる順変換を行う電流制御形電力変換装置の制御部 11B は、図 7A に示す制御部 11A 加減算器 20 と電力制御器 21 の代わりに、電圧指令値 V_{dc}^* と電圧値 V_{dc} を減算する加減算器 30 と、上記加減算器 30 からの出力を比例積分して有効電流指令値 I_q^* を出力する電圧制御器 31 を備えている。

【0062】

上記図 7A, 図 7B に示す電流制御形電力変換装置の検出タイミングでは、電圧制御率、キャリア周波数、デッドタイムにより、120 度区間の両端は、電圧ベクトルの出力時間が短くなり、検出不能となる場合がある。このため、最小パルス幅で制限するブロックとして最小パルス幅制限部 24 を設け、電圧ベクトルの出力時間が最小パルス幅よりも短くなると、電流 I_r, I_s の補正を停止する。

【0063】

上記構成の電流制御形電力変換装置によれば、簡単な構成で交流側の電流センサ 1, 2 の振幅, オフセットや温度ドリフトを補償でき、安価な電流センサを用いてコストを低減することができる。

【0064】

また、60 度毎に異なる 6 つの電圧ベクトルを選択する空間ベクトル変調法を用いたパルス幅変調によってパワーモジュール 3 を制御する電流制御形電力変換装置において、第 1, 第 2 のスイッチング状態のときにシャント抵抗 7, 増幅器 6 により検出された直流側電流は、交流側電流の所定の相の電流分に対応する電流分を有している。この直流側電流のうちの交流側電流の所定の相の電流分に対応する電流分を利用して、電流センサ 1, 2 により検出された上記交流電流のオフセットや振幅を補正することが可能となる。

【0065】

また、交流側電流オフセット成分 $V_{\text{offset(AC)}}$ を用いて交流側電流の所定の相の電流分のオフセットを補正した後に、振幅補正值 G を用いて交流側電流の所定の相の電流分である電流 I_r, I_s の振幅を補正し、振幅が補正された電流 I_r, I_s に直流側電流オフセット成分 $V_{\text{offset(DC)}}$ を加算することにより、増幅器のオフセットの分離が困難な電流センサ 1, 2 により検出された交流側の電流 I_r, I_s の振幅, オフセットを補正できる。

【 0 0 6 6 】

また、表 1 に示すように、第 1, 第 2 のスイッチング状態のときに直流側電流検出部 (6 , 7) により検出された直流側電流のうちの隣接する 2 つの上記所定の 1 2 0 度区間の電流分は、上記所定の 1 2 0 度区間の交流側電流の所定の相の電流分に対応することにより、上記所定の 1 2 0 度区間で対応づけられた直流側電流の電流分と交流側電流の所定の相の電流分の夫々の平均値を求めることによって、振幅補正値を容易に演算できる。また、上記所定の 1 2 0 度区間で対応づけられた直流側電流の電流分と交流側電流の所定の相の電流分について、それぞれのオフセット成分を容易に演算することができる。

【 0 0 6 7 】

また、起動時に、上記交流側電流振幅補正部である乗算器 2 7 による交流側電流の振幅の補正と、交流側電流オフセット補正部である減算器 2 6 と交流側電流オフセット加算部である加算器 2 8 による交流側電流のオフセットの補正を行うことによって、交流側電流の振幅、オフセットのばらつきを解消できる。なお、起動時に、交流側電流の振幅の補正または交流側電流のオフセットの補正のいずれか一方のみを行ってもよい。

10

【 0 0 6 8 】

また、運転中に、上記交流側電流振幅補正部である乗算器 2 7 による交流側電流の振幅の補正と、交流側電流オフセット補正部である減算器 2 6 と交流側電流オフセット加算部である加算器 2 8 による交流側電流のオフセットの補正を行うことによって、交流側電流の振幅、オフセットの温度ドリフトを解消できる。なお、運転中に、交流側電流の振幅の補正または交流側電流のオフセットの補正のいずれか一方のみを行ってもよい。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 9 】

【 図 1 】 図 1 はこの発明の実施の一形態の電流制御形電力変換装置の構成を示す図である。

【 図 2 】 図 2 は上記電流制御形電力変換装置の空間ベクトル変調法を説明するための図である。

【 図 3 】 図 3 は上記電流制御形電力変換装置の各部の波形を示す図である。

【 図 4 】 図 4 は二相変調波形における検出タイミングを示す図である。

【 図 5 】 図 5 は三相変調波形における検出タイミングを示す図である。

【 図 6 】 図 6 はゲイン、オフセット検出波形を示す図である。

30

【 図 7 A 】 図 7 A は逆変換の場合の電流制御形電力変換装置の構成を示す図である。

【 図 7 B 】 図 7 B は順変換の場合の電流制御形電力変換装置の構成を示す図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 0 】

1, 2, D C C T ... 電流センサ

3 ... パワーモジュール

4 ... 位相検出部

5 ... 制御回路

6 ... 増幅器

7 ... ショット抵抗

40

1 0 ... 三相交流電源

1 1 ... 制御部

2 0 ... 加減算器

2 1 ... 電力制御器

2 2 ... 非干渉電流制御部

2 3 ... 空間ベクトル変調部

2 4 ... 最小パルス幅制限部

2 5 ... 電流校正部

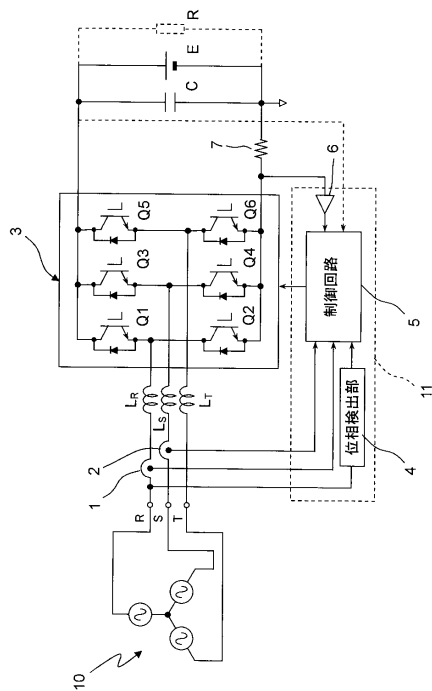
2 5 a... オフセット補正部

2 5 b... 振幅補正値演算部

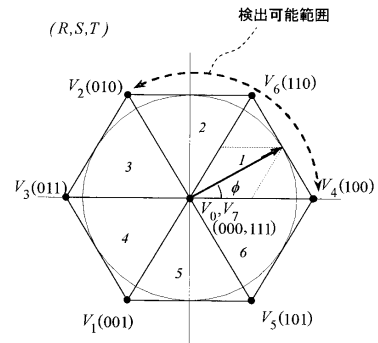
50

- 25c... 直流側電流オフセット成分演算部
- 25d... 交流側電流オフセット成分演算部
- 26... 減算器
- 27... 乗算器
- 28... 加算器
- 29... 座標変換器
- 30... 加減算器
- 31... 電圧制御器
- C... コンデンサ
- L, L_R, L_S, L_T... リアクトル
- Q1 ~ Q6... トランジスタ

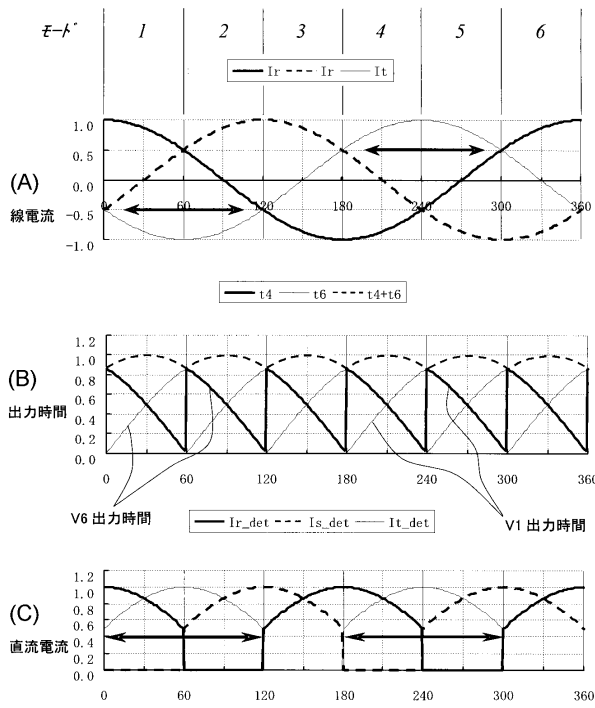
【図1】



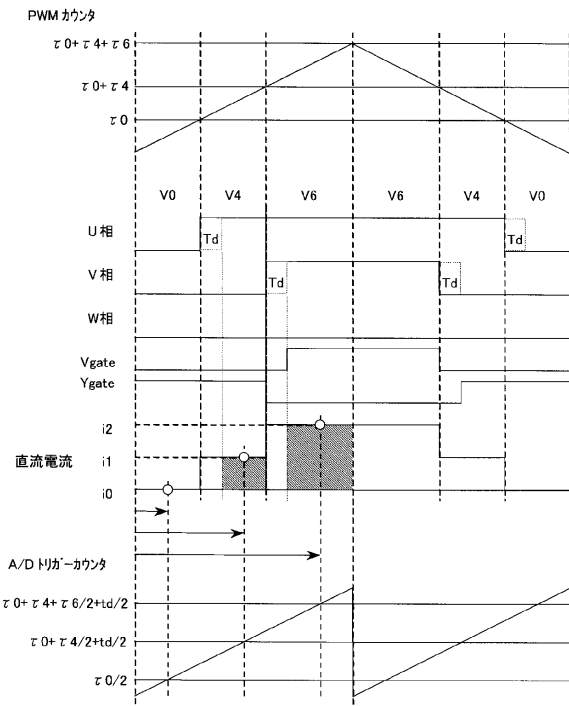
【図2】



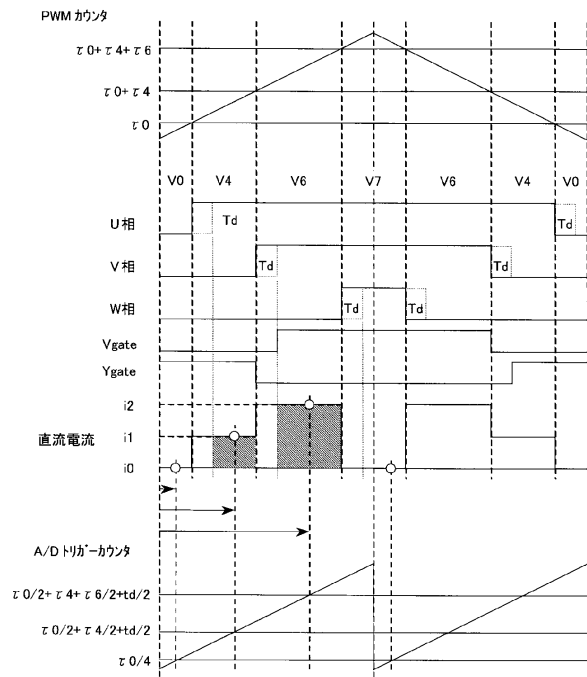
【図3】



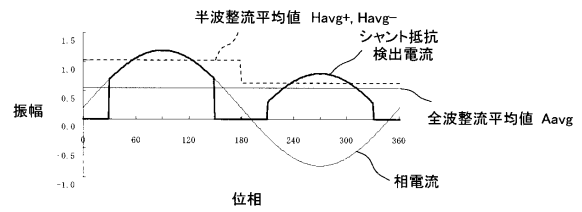
【図4】



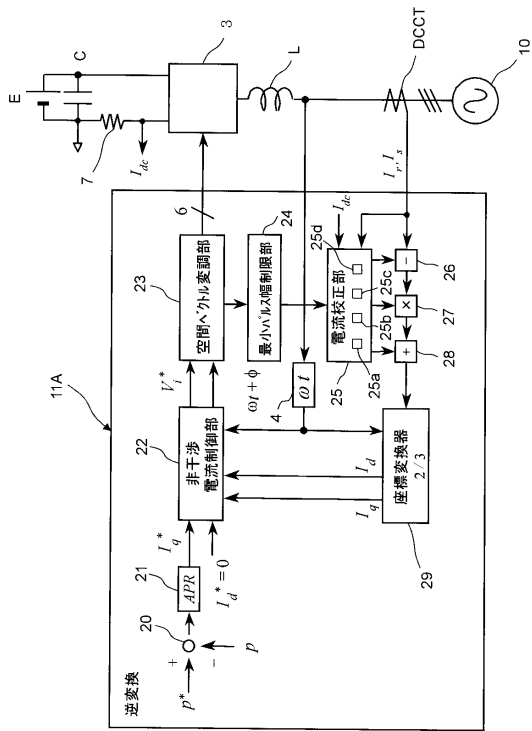
【図5】



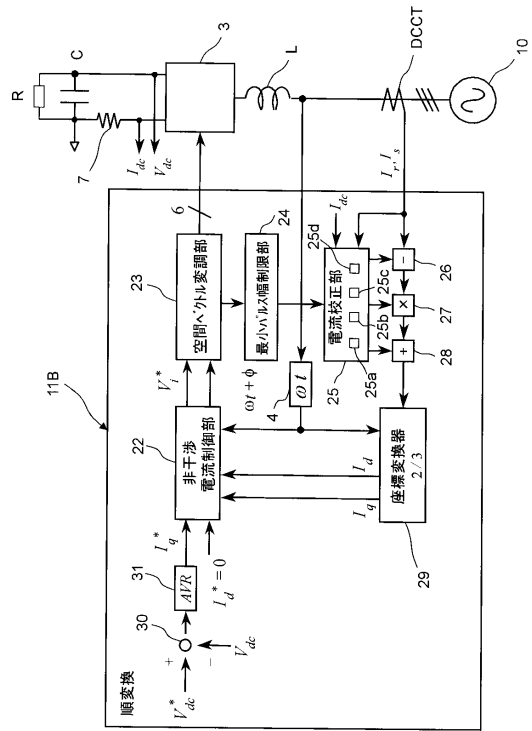
【図6】



【図7A】



【図7B】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-304925(JP,A)
特開2000-217365(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M	7/797
H02M	7/12
H02M	7/48
H02M	7/5387