

(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2004-201440
(P2004-201440A)

(43) 公開日 平成16年7月15日(2004.7.15)

(51) Int. Cl.⁷
H02M 7/48

F I
H02M 7/48

テーマコード(参考)
5H007

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2002-368421 (P2002-368421)
(22) 出願日 平成14年12月19日(2002.12.19)

(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(71) 出願人 502129933
株式会社日立産機システム
千葉県千葉市美浜区中瀬二丁目6番地
(74) 代理人 100074631
弁理士 高田 幸彦
(72) 発明者 石田 誠司
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
株式会社日立製作所日立研究
所内
(72) 発明者 中村 敦彦
千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号
株式会社日立産機システム内
最終頁に続く

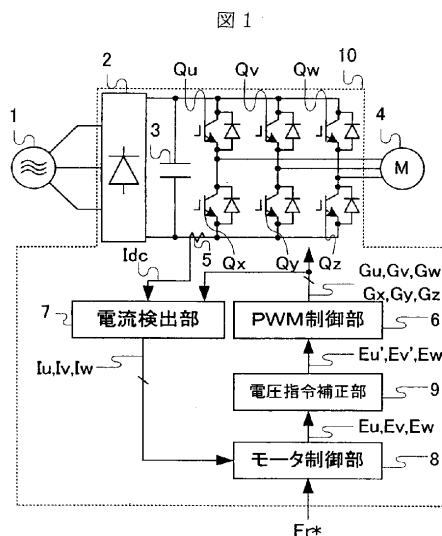
(54) 【発明の名称】 パルス幅変調方法とその装置及び電力変換方法及び電力変換器

(57) 【要約】

【課題】本発明の目的は、直流側の電流パルス幅を電流検出が可能な幅以上にでき、スイッチングの相互干渉が発生しないパルス幅変調方法とその装置及び電力変換方法及び電力変換器を提供することにある。

【解決手段】本発明は、3つの第1指令信号における任意の2つの前記指令信号差をいずれも予め定められた値以上になるように第2指令信号を演算するステップと、前記第2指令信号に基づきパルス幅変調するステップとを有することを特徴とするパルス幅変調方法にある。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

3つの第1指令信号における任意の2つの前記指令信号の差をいずれも予め定められた値以上になるように第2指令信号を演算するステップと、該第2指令信号に基づきパルス幅変調するステップとを有することを特徴とするパルス幅変調方法。

【請求項 2】

3つの第1指令信号に基づき演算された3つの第2指令信号をパルス幅変調するパルス幅変調方法において、任意の2つの第2指令信号の差をいずれも予め定められた値以上及び前記3つの第1指令信号と前記3つの第2指令信号とのそれぞれの差の積算値である3つの誤差積算値がいずれも予め定められた値以下となるように前記第1指令信号に基づき前記第2指令信号を演算するステップと、前記第2指令信号をパルス幅変調するステップとを有することを特徴とするパルス幅変調方法。

10

【請求項 3】

請求項2において、前記3つの誤差積算値を前記3つの第1指令信号にそれぞれ加算し3つの第3指令信号を演算するステップと、任意の2つの前記第3指令信号の差を予め定められた値以上になるように前記第2指令信号を演算するステップとを有することを特徴とするパルス幅変調方法。

【請求項 4】

請求項1～3のいずれかにおいて、前記第2指令信号は、パルス幅変調の搬送波の半周期毎に更新されることを特徴とするパルス幅変調方法。

20

【請求項 5】

請求項1～3のいずれかにおいて、前記第2指令信号は、パルス幅変調の搬送波の半周期の整数倍間隔で更新されることを特徴とするパルス幅変調方法。

【請求項 6】

第1交流電圧指令信号に基づき第2交流電圧指令信号を演算する電圧指令信号補正ステップと、前記第2交流電圧指令信号に基づきパルス幅変調を行いゲート信号を出力するPWM制御ステップと、前記ゲート信号に基づき直流電圧をスイッチングし交流電圧に変換するステップとを有する電力変換方法において、前記パルス幅変調は請求項1～6のいずれかに記載のパルス幅変調方法によって行うことを特徴とする電力変換方法。

【請求項 7】

請求項6において、外部から与えられる速度指令信号に基づき前記第1交流電圧指令信号を出力するモータ制御ステップを有することを特徴とする電力変換方法。

30

【請求項 8】

3つの指令信号における任意の2つの前記指令信号差が予め定められた値以上になるように補正する補正手段と、該補正された出力をパルス幅変調するパルス幅変調手段とを有することを特徴とするパルス幅変調装置。

【請求項 9】

3つの第1指令信号に基づき演算された3つの第2指令信号をパルス幅変調するパルス幅変調装置において、前記第2指令信号の任意の2つの指令信号の差を予め定められた値以上及び前記3つの第1指令信号と前記3つの第2指令信号とのそれぞれの差の積算値が予め定められた値以下となるように前記第2指令信号を演算する補正手段と、該補正された出力をパルス幅変調するパルス幅変調手段とを有することを特徴とするパルス幅変調装置。

40

【請求項 10】

請求項9において、前記誤差積算値を前記3つの第1指令信号にそれぞれ加算し3つの第3指令信号を演算する演算手段と、任意の2つの第3指令信号差を予め定められた値以上になるように前記第2指令信号を演算する補正手段とを有することを特徴とするパルス幅変調装置。

【請求項 11】

第1交流電圧指令信号に基づき第2交流電圧指令信号を演算する電圧指令補正部と、前記

50

第2の交流電圧指令信号に基づきパルス幅変調を行いゲート信号を出力するPWM制御部と、前記ゲート信号に基づき直流電圧をスイッチングし交流電圧に変換するスイッチング素子とを有する直流電圧を交流電圧に変換する電力変換器において、前記パルス幅変調は請求項8～10のいずれかに記載のパルス幅変調装置により行うことを特徴とする電力変換器。

【請求項12】

請求項11において、外部から与えられる速度指令に基づき前記第1の交流電圧指令信号を出力するモータ制御部を有することを特徴とする電力変換器。

【請求項13】

請求項11又は12において、直流電圧は交流電源から供給される電圧を整流する整流回路と、該整流された前記電圧を平滑にし直流電圧に変換する平滑コンデンサにより供給されることを特徴とする電力変換器。 10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電力変換器を制御するための新規なパルス幅変調方法とその装置及び電力変換方法と電力変換器に関する。

【0002】

【従来の技術】

【非特許文献1】 Derivation of motor line-current waveforms from the DC-link current of an inverter" IEE PROCEEDING、 Vol.136、 Pt. B、 JULY 1989、 pp.196-204 20

【特許文献1】 特開2001-327173号公報

【特許文献2】 特開2002-119062号公報

【特許文献3】 特開2002- 95263号公報

【0003】

直流をパルス幅変調により交流に変換する電力変換器において、直流側の電流から交流側の電流を検出する方法として、非特許文献1に記載の方法がある。また、この電流検出方法に適したパルス幅変調方式としては、特許文献1及び特許文献2に記載の方法がある。PWM制御部及び電流検出部の詳細は例えば、特許文献3に記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

非特許文献1においては、交流電圧が低い場合、直流側の電流パルス幅が小さくなるため、直流側の電流を安定して検出することが難しい。これに対し、特許文献1では、パルス幅変調の搬送波の一周期前半では、直流側の電流パルス幅が電流を安定に検出するのに十分な幅となるように補正し、後半で交流側電圧が所望の電圧となるように補正を行う。このため、後半では電流検出に必要なパルス幅が確保されないこと、及び搬送波の周期の2分の1の周期で変調波を演算する必要があり、演算には高性能なマイクロコンピュータが必要となる。また、特許文献1においても、電流を検出するのに必要な電流パルス幅が確保できない場合がある。 30

【0005】

更に、特許文献1及び特許文献2に記載の方法では、ある相のスイッチングと他の相のスイッチングが短時間で行われる場合が存在し、このときに発生する相互干渉により正常なスイッチングができない現象を防止することはできない。 40

【0006】

以上のように、従来の直流を交流に変換するパルス幅変調を用いた電力変換器において、直流電流 I_{dc} から電力変換器の出力電流を検出する場合、相間の電圧指令信号が小さい場合、直流電流 I_{dc} のパルス幅が狭くなり、検出が困難である。

【0007】

本発明の目的は、直流側の電流パルス幅を電流検出が可能な幅以上にすることができ、スイッチングの相互干渉が発生しないパルス幅変調方法とその装置及び電力変換方法と電力 50

変換器を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、3つの第1指令信号における各々3つの指令信号差の中の任意の2つ又は3つの前記指令信号の差をいずれも予め定められた値以上になるように第2指令信号を演算するステップと、該第2指令信号に基づきパルス幅変調するステップとを有することを特徴とするパルス幅変調方法にある。

【0009】

本発明は、より具体的には、3つの第1指令信号に基づき演算された3つの第2指令信号をパルス幅変調するパルス幅変調方法において、任意の2つの第2指令信号の差をいずれも予め定められた値以上及び前記3つの第1指令信号と前記3つの第2指令信号とのそれぞれの差の積算値である3つの誤差積算値がいずれも予め定められた値以下となるように前記第1指令信号に基づき前記第2指令信号を演算するステップと、前記第2指令信号をパルス幅変調するステップとを有すること、又、3つの第1指令信号と該3つの第1指令信号に基づき補正された3つの第2指令信号との差の積算値である3つの誤差積算値を前記3つの第1指令信号にそれぞれ加算し3つの第3指令信号を演算するステップと、任意の2つの前記第3指令信号差を予め定められた値以上になるように前記第2指令信号を演算するステップとを有することを特徴とする。

10

【0010】

本発明は、電力変換方法として、第1交流電圧指令信号に基づき第2交流電圧指令信号を演算する電圧指令信号補正ステップと、前記第2交流電圧指令信号に基づきパルス幅変調を行いゲート信号を出力するPWM制御ステップと、前記ゲート信号に基づき直流電圧をスイッチングし交流電圧に変換するステップとを有し、前記パルス幅変調は前述に記載のパルス幅変調方法よりなることを特徴とし、又外部から与えられる速度指令信号に基づき前記第1交流電圧指令信号を出力するモータ制御ステップを有することを特徴とする。

20

【0011】

本発明は、3つの指令信号における任意の2つの前記指令信号の差が予め定められた値以上になるように演算する補正手段と、該演算された出力をパルス幅変調するパルス幅変調手段とを有することを特徴とするパルス幅変調装置にある。

【0012】

又、本発明は、3つの第1指令信号に基づき演算された3つの第2指令信号をパルス幅変調するパルス幅変調手段を有するパルス幅変調装置において、前記第2指令信号の任意の2つの指令信号の差を予め定められた値以上及び前記3つの第1指令信号と前記3つの第2指令信号とのそれぞれの差の積算値が予め定められた値以下となるように前記第2指令信号を演算する補正手段を有すること、又、3つの第1指令信号と該3つの第1指令信号に基づき補正された3つの第2指令信号との差の積算値である3つの誤差積算値を前記3つの第1指令信号にそれぞれ加算し3つの第3指令信号を演算する演算手段と、任意の2つの第3指令信号差を予め定められた値以上になるように前記第2指令信号を補正する補正手段とを有することを特徴とする。

30

【0013】

本発明は、第1交流電圧指令信号に基づき第2交流電圧指令信号を演算する電圧指令補正部と、前記第2の交流電圧指令信号に基づきパルス幅変調を行いゲート信号を出力するPWM制御部と、前記ゲート信号に基づき直流電圧をスイッチングし交流電圧に変換するスイッチング素子とを有する直流電圧を交流電圧に変換する電力変換器において、前記パルス幅変調を前述に記載のパルス幅変調装置により行うことを特徴とする。

40

【0014】

即ち、本発明により、3つの入力信号の各々の差の中の任意の2つの変調波の差を最低値以上にする事ができるため、パルス幅変調した結果であるパルス出力において、任意の2つのパルスが変化する間隔を前記最低値に相当する時間以上にできる。また、このパルス幅変調方式を電力変換器に適用することにより、直流電流のパルス幅も前記最低値に相

50

当する時間以上となるため、直流電流の検出が可能になり、直流側の電流パルス幅を必ず電流検出が可能な幅以上にすることができる。また、パルスが変化する間隔が確保されるため、スイッチングの相互干渉を抑制することができる。

【0015】

又、3つの信号とそれぞれの誤差積算値を加算し、加算結果の任意の2つの指令信号の差が最低値以上になるように補正し、補正結果に基づきパルス幅変調すると共に、補正結果と前記加算手段の加算結果の差から誤差積算値を更新するパルス幅変調方法が好ましい。

【0016】

また、直流電流のパルス幅が必ず確保されることから、補正結果の更新を搬送波の半周期毎又はその整数倍にしても、電流検出に支障は来さないため、演算周期を大きくすることができ、パルス幅変調方法の単位時間あたりの演算量を低減することができる。前記指令信号は電圧指令信号であり、前記補正により生じる誤差を前記電圧指令信号に加算することが好ましい。

10

【0017】

【発明の実施の形態】

(実施例1)

図1は、本発明のパルス幅変調方法を用いた電力変換器の一例を示す構成図である。図1において、整流回路2、平滑コンデンサ3、電流検出器5、電流検出部7、外部から与えられる速度指令に基づき前記第1の交流電圧指令信号を出力するモータ制御部8、前記第1交流電圧指令信号に基づき第2交流電圧指令信号に補正する電圧指令補正部9、前記第2の交流電圧指令信号に基づきパルス幅変調を行いゲート信号を出力するPWM制御部6、前記ゲート信号に基づき直流電圧をスイッチングし交流電圧に変換するスイッチング素子 Q_u 、 Q_v 、 Q_w 、 Q_x 、 Q_y 及び Q_z 、を有する直流電圧を交流電圧に変換する電力変換器10と、交流電源1と、モータ4とを備えたものである。

20

【0018】

交流電源1から供給される電圧を整流回路2で整流し、さらに平滑コンデンサ3で平滑し、直流電圧に変換する。変換された直流電圧をスイッチング素子 Q_u 、 Q_v 、 Q_w 、 Q_x 、 Q_y 、及び Q_z をスイッチングすることにより、モータ4に接続されたU相、V相及びW相の電圧を制御する。

【0019】

電流検出器5は、スイッチング素子 Q_x 、 Q_y 、及び Q_z から平滑コンデンサ3に流れる直流電流 I_{dc} を検出し、電流検出部7では検出した直流電流 I_{dc} とPWM制御部6が出力するゲート信号 G_u 、 G_v 、 G_w 、 G_x 、 G_y 、及び G_z からモータ4に流れるU相モータ電流 I_u 、V相モータ電流 I_v 、及びW相モータ電流 I_w を検出する。検出したモータ電流 I_u 、 I_v 、及び I_w と外部から与えられる速度指令 F_r^* に基づき、モータ制御部8は第1のU相交流電圧指令信号 E_u 、第1のV相交流電圧指令信号 E_v 、及び第1のW相交流電圧指令信号 E_w を出力する。

30

【0020】

電圧指令補正部9では、第1の交流電圧指令信号 E_u 、 E_v 、及び E_w を補正することにより、第2のU相交流電圧指令信号 E_u' 、第2のV相交流電圧指令信号 E_v' 及び第2のW相交流電圧指令信号 E_w' を出力し、PWM制御部6は第2の交流電圧指令信号 E_u' 、 E_v' 、及び E_w' に基づきパルス幅変調を行い、スイッチング素子 Q_u 、 Q_v 、 Q_w 、 Q_x 、 Q_y 、及び Q_z のスイッチングをそれぞれ指令するゲート信号 G_u 、 G_v 、 G_w 、 G_x 、 G_y 、及び G_z を出力する。

40

【0021】

尚、本実施例では、交流電源1から整流回路2及び平滑コンデンサ3から直流電圧を生成しているが、これを直流電源に置き換えた場合には整流回路2及び平滑コンデンサ3は不要である。

【0022】

電圧指令補正部9では、第2の交流電圧指令信号 E_u' 、 E_v' 、及び E_w' のうちの任意の2つの交流電圧指令信号の差が予め定められた値以上になるようにするとともに、第1の交流電圧指令信号 E_u 、 E_v 、及び E_w と第2の交流電圧指令信号 E_u' 、 E_v' 、及び E_w' とのそれぞれの

50

差を積算した誤差積算値 dEu 、 dEv 、及び dEw の絶対値がある値以上にならないように第 2 の交流電圧指令信号 Eu' 、 Ev' 、及び Ew' を演算する。

【0023】

具体的には、電圧指令補正部 9 では、第 1 の交流電圧指令信号 Eu 、 Ev 、及び Ew と第 2 の交流電圧指令信号 Eu' 、 Ev' 、及び Ew' とのそれぞれの差を積算した誤差積算値 dEu 、 dEv 、及び dEw を求め、誤差積算値 dEu 、 dEv 、及び dEw と第 1 の交流電圧指令信号 Eu 、 Ev 、及び Ew をそれぞれ加算した値に基づき、第 2 の交流電圧指令信号 Eu' 、 Ev' 、及び Ew' のうちの任意の 2 つの交流電圧指令信号の差が予め定められた値以上になるよう処理を行う。

【0024】

電圧指令補正部 9 について、図 2 ~ 図 5 を用いてさらに詳細に説明する。図 2 は、電圧指令補正部 9 が出力である第 2 の交流電圧指令信号 Eu' 、 Ev' 、及び Ew' を更新するタイミングを示す図である。図 2 において、201 は PWM 制御部 6 のパルス幅変調で用いる搬送波、202 ~ 208 は電圧指令補正部 9 が出力を更新するタイミングである。電圧指令補正部 9 は搬送波 201 の半周期毎に後述する処理を行い、第 2 の交流電圧指令信号 Eu' 、 Ev' 、及び Ew' を出力する。図 3、4 に示す処理がメインの処理であり、図 5 に示す処理はサブルーチンである。

10

【0025】

図 3 は、電圧指令補正部のメインの処理を行う流れを示す図である。電圧指令補正部 9 では最初に、処理 300 を実行する。処理 300 では、U 相交流電圧指令信号 Eu と U 相誤差積算値 dEu の加算結果を第 3 の U 相交流電圧指令信号 $Eu0$ に、V 相交流電圧指令信号 Ev と V 相誤差積算値 dEv の加算結果を第 3 の V 相交流電圧指令信号 $Ev0$ に、U 相交流電圧指令信号 Eu と U 相誤差積算値 dEu の加算結果を第 3 の W 相交流電圧指令信号 $Ev0$ に、それぞれ代入して、次に処理 301 を実行する。

20

【0026】

処理 301 では、第 3 の U 相交流電圧指令信号 $Eu0$ と第 3 の V 相交流電圧指令信号 $Ev0$ を比較し、 $Eu0$ が $Ev0$ 以上である場合は、処理 302 を実行し、 $Eu0$ が $Ev0$ 未満である場合は、次に図 4 の処理 401 を実行する。

【0027】

処理 302 では、第 3 の V 相交流電圧指令信号 $Ev0$ と第 3 の W 相交流電圧指令信号 $Ew0$ を比較し、 $Ev0$ が $Ew0$ 以上である場合は、処理 303 を実行し、 $Ev0$ が $Ew0$ 未満である場合は、処理 306 を実行する。

30

【0028】

処理 303 では、第 3 の U 相交流電圧指令信号 $Eu0$ を第 1 の最大電圧 Ea に、第 3 の V 相交流電圧指令信号 $Ev0$ を第 1 の中間電圧 Eb に、第 3 の W 相交流電圧指令信号 $Ew0$ を第 1 の最小電圧 Ec に、それぞれ代入して、処理 304 を実行する。処理 304 の補正処理の詳細は後述する。

【0029】

処理 304 の後、処理 305 を実行し、第 2 の最大電圧 Ea' を第 2 の U 相交流電圧指令信号 Eu' に、第 2 の中間電圧 Eb' を第 2 の V 相交流電圧指令信号 Ev' に、第 2 の最小電圧 Ec' を第 2 の W 相交流電圧指令信号 Ew' に、それぞれ代入して、次に処理 313 を実行する。

40

【0030】

処理 313 では、第 3 の U 相交流電圧指令信号 $Eu0$ から第 2 の U 相交流電圧指令信号 Eu' を減算した値で、U 相誤差積算値 dEu を、第 3 の V 相交流電圧指令信号 $Ev0$ から第 2 の V 相交流電圧指令信号 Ev' を減算した値で、V 相誤差積算値 dEv を、第 3 の W 相交流電圧指令信号 $Ew0$ から第 2 の W 相交流電圧指令信号 Ew' を減算した値で、W 相誤差積算値 dEw を、それぞれ更新し、電圧指令補正部 9 の処理を終了する。

【0031】

又、処理 302 の後、処理 306 を実行する場合、処理 306 では、第 3 の U 相交流電圧指令信号 $Eu0$ と第 3 の W 相交流電圧指令信号 $Ew0$ を比較し、 $Eu0$ が $Ew0$ 以上である場合は、次に処理 307 を実行し、 $Eu0$ が $Ew0$ 未満である場合は、処理 310 を実行する。

50

【0032】

処理306の後、処理307を実行する場合、処理307では、第3のU相交流電圧指令信号Eu0を第1の最大電圧Eaに、第3のW相交流電圧指令信号Ew0を第1の中間電圧Ebに、第3のV相交流電圧指令信号Ev0を第1の最小電圧Ecに、それぞれ代入して、処理308を実行する。処理308の補正処理の詳細は後述する。

【0033】

処理308の後、処理309を実行し、第2の最大電圧Ea'を第2のU相交流電圧指令信号Eu'に、第2の中間電圧Eb'を第2のW相交流電圧指令信号Ew'に、第2の最小電圧Ec'を第2のV相交流電圧指令信号Ev'に、それぞれ代入して、処理313を実行し、電圧指令補正部9の処理を終了する。

10

【0034】

処理306の後、処理310を実行する場合、処理310では、第3のW相交流電圧指令信号Ew0を第1の最大電圧Eaに、第3のU相交流電圧指令信号Eu0を第1の中間電圧Ebに、第3のV相交流電圧指令信号Ev0を第1の最小電圧Ecに、それぞれ代入して、処理311を実行する。処理311の補正処理の詳細は後述する。

【0035】

処理311の後、処理312を実行し、第2の最大電圧Ea'を第2のW相交流電圧指令信号Ew'に、第2の中間電圧Eb'を第2のU相交流電圧指令信号Eu'に、第2の最小電圧Ec'を第2のV相交流電圧指令信号Ev'に、それぞれ代入して、処理313を実行し、電圧指令補正部9の処理を終了する。

20

【0036】

図4は、図3の電圧指令補正部9のメインの処理を行う流れの他の部分を示す図である。図4に処理301においてEu0がEv0未満である場合は、処理401を実行する。処理401では、第3のU相交流電圧指令信号Ew0と第3のW相交流電圧指令信号Ew0を比較し、Eu0がEw0以上である場合は、次に処理402を実行し、Eu0がEw0未満である場合は、処理405を実行する。

【0037】

処理402では、第3のV相交流電圧指令信号Ev0を第1の最大電圧Eaに、第3のU相交流電圧指令信号Eu0を第1の中間電圧Ebに、第3のW相交流電圧指令信号Ew0を第1の最小電圧Ecに、それぞれ代入して、処理403を実行する。

30

【0038】

処理403の後、処理404を実行し、第2の最大電圧Ea'を第2のV相交流電圧指令信号Ev'に、第2の中間電圧Eb'を第2のU相交流電圧指令信号Eu'に、第2の最小電圧Ec'を第2のW相交流電圧指令信号Ew'に、それぞれ代入して、処理313を実行して、電圧指令補正部9の処理を終了する。

【0039】

処理405では、第3のU相交流電圧指令信号Eu0と第3のW相交流電圧指令信号Ew0を比較し、Eu0がEw0以上である場合は、処理406を実行し、Eu0がEw0未満である場合は、次に処理409を実行する。

【0040】

処理406では、第3のV相交流電圧指令信号Ev0を第1の最大電圧Eaに、第3のW相交流電圧指令信号Ew0を第1の中間電圧Ebに、第3のU相交流電圧指令信号Eu0を第1の最小電圧Ecに、それぞれ代入して、処理407を実行する。

40

【0041】

処理407の後、処理408を実行し、第2の最大電圧Ea'を第2のV相交流電圧指令信号Ev'に、第2の中間電圧Eb'を第2のW相交流電圧指令信号Ew'に、第2の最小電圧Ec'を第2のU相交流電圧指令信号Eu'に、それぞれ代入して、処理313を実行し、電圧指令補正部9の処理を終了する。

【0042】

処理409では、第3のW相交流電圧指令信号Ew0を第1の最大電圧Eaに、第3のV相交流

50

流電圧指令信号 Ev_0 を第1の中間電圧 Eb に、第3のU相交流電圧指令信号 Eu_0 を第1の最小電圧 Ec に、それぞれ代入して、処理410を実行する。

【0043】

処理410の後、処理411を実行し、第2の最大電圧 Ea' を第2のW相交流電圧指令信号 Ew' に、第2の中間電圧 Eb' を第2のV相交流電圧指令信号 Ev' に、第2の最小電圧 Ec' を第2のU相交流電圧指令信号 Eu' に、それぞれ代入して、処理313を実行し、電圧指令補正部9の処理を終了する。

【0044】

以上の処理により、第3の交流電圧指令信号 Eu_0 、 Ev_0 、及び Ew_0 の内、最大の値を第1の最大電圧 Ea に、真ん中の値を第1の中間電圧 Eb に、最小の値を第1の最小電圧 Ec にそれぞれ代入し、補正処理を実行する。補正処理の実行結果である第2の最大電圧 Ea' 、第2の中間電圧 Eb' 、及び第2の最小電圧 Ec' を第3の交流電圧指令信号 Eu_0 、 Ev_0 、及び Ew_0 の大小関係に従い、第2の交流電圧指令信号 Eu' 、 Ev' 、及び Ew' に代入する。また、補正を行うことによる第1の交流電圧指令信号 Eu 、 Ev 、及び Ew と第2の交流電圧指令信号 Eu' 、 Ev' 、及び Ew' との誤差は誤差積算値 dEu 、 dEv 、及び dEw で管理され、誤差積算値 dEu 、 dEv 、及び dEw を加算した第3の交流電圧指令信号 Eu_0 、 Ev_0 、及び Ew_0 で処理を行うことにより、前回までの誤差を含めて演算するため、誤差積算値が増加し続けることはない。

10

【0045】

図5は、図3の処理304、処理308、処理311、及び図4の処理403、処理407、処理410で実行する補正処理の流れを示す図である。補正処理では、直流電流のパルス幅を決める最大電圧と中間電圧の差、及び最小電圧と中間電圧の差が直流電流を検出するために必要なパルス幅に相当する最低電圧 E_{min} 以上となるように補正を行う。

20

【0046】

補正処理では、初めの処理501では、第1の最大電圧 Ea と第1の中間電圧 Eb の差と最低電圧 E_{min} を比較し、 Ea と Eb の差が E_{min} 以上である場合、次に処理502を実行し、 Ea と Eb の差が E_{min} 未満である場合、次に処理503を実行する。処理502では、補正の必要がないため、第1の最大電圧 Ea を第2の最大電圧 Ea' にそのまま代入し、処理504を実行する。

【0047】

処理503では、補正が必要であるため、第1の中間電圧 Eb に最低電圧 E_{min} を加算した値を第2の最大電圧 Ea' に代入し、処理504を実行する。これにより、第2の最大電圧 Ea と第1の中間電圧 Eb (第2の中間電圧 Eb と同じ)の差は、最低電圧 E_{min} になり、また大小関係も変わらない。

30

【0048】

処理504では、第1の中間電圧 Eb と第1の最小電圧 Ec の差と最低電圧 E_{min} を比較し、 Eb と Ec の差が E_{min} 以上である場合、処理505を実行し、 Eb と Ec の差が E_{min} 未満である場合、次に処理506を実行する。

【0049】

処理505では、補正の必要がないため、第1の最小電圧 Ec を第2の最小電圧 Ec' にそのまま代入し、処理507を実行する。

40

【0050】

処理506では、補正が必要であるため、第1の中間電圧 Eb から最低電圧 E_{min} を減算した値を第2の最小電圧 Eb' に代入し、処理507を実行する。これにより、第2の最小電圧 Ec と第1の中間電圧 Eb (第2の中間電圧 Eb と同じ)の差は、最低電圧 E_{min} になり、また大小関係も変わらない。処理507では、第1の中間電圧 Eb を第2の中間電圧 Eb' に代入する。

【0051】

以上説明した補正処理により、第2の最大電圧 Ea' と第2の中間電圧 Eb' の差及び第2の中間電圧 Eb' と第2の最小電圧 Ec' の差は最低電圧 E_{min} 以上となる。また、補正の前後で大小関係が変化しないことから、第2の最大電圧 Ea' 、第2の中間電圧 Eb' 、第2の最小電圧 Ec'

50

'である。なお、処理503で第1の中間電圧Ebに加算する値及び処理506でEbから減算する値に最低電圧Eminを用いているが、最低電圧Eminに変えて、最低電圧Eminより大きい値を用いても、補正の目的を達成することはできる。ただし、このときには補正量が大きくなるため、補正前後での電圧の誤差が大きくなる。

【0052】

又、最大値(Ea)と中間値(Eb)の差をある値(Emin)以上、中間値(Eb)と最小値(Ec)の差をある値(Emin)以上であり、従って最大値(Ea)と最小値(Ec)の差はある値(Emin)以上になり、本実施例において、第1交流電圧指令信号における各々3つの指令信号差はいずれも予め定められた値以上である。

【0053】

図6は、PWM制御部6の構成を示す回路図である。搬送波発生部601、U相比較部602、V相比較部603、W相比較部604および反転部605、606、607を有する。搬送波発生部601は、搬送波周波数指令Fcに基づいて、周波数Fcの三角波である搬送波Cを出力する。ゲート信号Guを出力するU相比較部602は、U相交流電圧指令信号Euと搬送波Cを比較して、U相交流電圧指令信号Euが大きいときはHレベルを出力し、小さいときはLレベルを出力する。また、ゲート信号Gxを出力する反転部605は、ゲート信号GuがLレベルのときHレベルを出力し、ゲート信号GuがHレベルのときLレベルを出力する。

【0054】

同様に、ゲート信号Gvを出力するV相比較部603は、V相交流電圧指令信号Evと搬送波Cを比較して、又、ゲート信号Gwを出力するW相比較部604は、W相交流電圧指令信号Ewと搬送波Cを比較して、U相比較部602と同様に出力する。また、ゲート信号Gyを出力する反転部606及びゲート信号Gzを出力する反転部607は、ゲート信号Gxと同様に出力する。

【0055】

図7は、本実施例の具体的動作を説明する図である。図7に示すグラフは横軸は時間で、縦軸は各々第1の交流電圧指令信号Eu、Ev、及びEw、第2の交流電圧指令信号Eu'、Ev'及びEw'とパルス幅変調の搬送波C、誤差積算値dEu、dEv及びdEw、ゲート信号Gu、Gv、及びGw、直流電流Idcである。

【0056】

第1の交流電圧指令信号Eu、Ev、及びEwは、図1に示す電圧指令補正部6の入力信号であり、それらの値はそれぞれ0.3、-0.1及び-0.3である。第2の交流電圧指令信号Eu'、Ev'及びEw'は第1の交流電圧指令信号Eu、Ev、及びEwに基づいて各々の差を予め定められた値(0.3)以上に補正されたものであり、図に示すように各信号ともに逐次変化している。

【0057】

誤差積算値dEu、dEv及びdEwは、第1の交流電圧指令信号Eu、Ev、及びEwと第2の交流電圧指令信号Eu'、Ev'及びEw'との差の積算値であり、その初期値はそれぞれ0.0、0.0、及び0.1である場合を示している。また、最低電圧Eminは0.3であり、誤差積算値dEu、dEv及びdEwの絶対値はいずれも所定値以上である。

【0058】

例として、時刻T1における電圧指令補正部9の動作は以下の通りである。図3の処理300において、第3の交流電圧指令信号Eu0、Ev0、及びEw0には、それぞれ0.3、-0.1、-0.2を代入する。このとき、Eu0>Ev0>Ew0であるから図3の処理301、処理302を経て処理303を実行する。処理303において、第1の最大電圧Eaには0.3、第1の中間電圧Ebには-0.1、第1の最小電圧Ecには-0.2を代入する。次に、図3の補正処理304、即ち図5に示す補正処理を実行する。

【0059】

補正処理304では、図5の処理501において、Ea-Eb=0.4と最低電圧Emin=0.3を比較する。Ea-EbがEmin以上であるから、処理502を実行し、第2の最大電圧Ea'には0.3を代入する。次の処理504では、Eb-Ec=0.1と最低電圧Emin=0.3を比較して、Eb-EcがEmin未満であるから、処理506を実行する。処理506では、第2の最小電圧Ec'に-0.4を

10

20

30

40

50

代入する。処理 507 では、第 2 の中間電圧 $E_{b'}$ に -0.1 を代入し、補正処理が終了する。

【0060】

次に図 3 の処理 305 を実行し、第 2 の交流電圧指令信号 $E_{u'}$ 、 $E_{v'}$ 及び $E_{w'}$ に、それぞれ 0.3 、 -0.1 、 -0.4 を代入する。次の処理 313 において、誤差積算値 dE_u 、 dE_v 及び dE_w はそれぞれ 0.0 、 0.0 、 -0.2 に更新される。

【0061】

以上説明した電圧指令補正部 9 の出力する第 2 の交流電圧指令信号 $E_{u'}$ 、 $E_{v'}$ 及び $E_{w'}$ と、搬送波 C に基づき、PWM 制御部 6 においてパルス幅変調を行う。PWM 制御部 6 では、搬送波 C と変調波である第 2 の交流電圧指令信号 $E_{u'}$ 、 $E_{v'}$ 及び $E_{w'}$ の大きさをそれぞれ比較し、変調波の方が大きい場合は対応するゲート信号に H レベルを、小さい場合は L レベルを出力する。 10

【0062】

よって、時刻 $T_1 \sim T_2$ の期間では、ゲート信号 G_u 、 G_v 及び G_w がすべて L レベルの状態から、はじめに U 相ゲート信号 G_u が H レベルに変わり、第 2 の U 相交流電圧指令信号 $E_{u'}$ と第 2 の V 相交流電圧指令 $E_{v'}$ の差に相当する時間だけ遅れて、V 相ゲート信号 G_v が H レベルに変わる。その後、第 2 の V 相交流電圧指令信号 $E_{v'}$ と第 2 の W 相交流電圧指令 $E_{w'}$ の差に相当する時間だけ遅れて、W 相ゲート信号 G_w が H レベルに変わる。よって、第 2 の交流電圧指令信号 $E_{u'}$ 、 $E_{v'}$ 、及び $E_{w'}$ の相互の差が最低電圧 E_{min} 以上であることから、任意のゲート信号が変化した後、他のゲート信号が変化するまでには、少なくとも最低電圧 E_{min} に相当する時間が確保される。 20

【0063】

次に時刻 $T_1 \sim T_2$ の期間における、直流電流 I_{dc} とゲート信号の関係を説明する。図 7 では、U 相モータ電流 I_u 及び V 相モータ電流 I_v が正、W 相モータ電流 I_w が負の場合を示している。ゲート信号 G_u 、 G_v 、及び G_w がすべて L レベルの状態では、ゲート信号 G_x 、 G_y 、 G_z はすべて H である。このとき、スイッチング素子 Q_u 、 Q_v 、 Q_w が OFF 状態、スイッチング素子 Q_x 、 Q_y 、 Q_z が ON 状態であるから、電流はスイッチング素子 Q_x 及び Q_y からモータ 4 に流れ、モータ 4 からスイッチング素子 Q_z に流れ、再びスイッチング素子 Q_u 及び Q_y に戻ってくる。このため、直流側には電流が流れず、直流電流 I_{dc} は 0 である。

【0064】

次に、U 相ゲート信号 G_u が H レベルに変わると、X 相ゲート信号 G_x は L レベルに変わり、スイッチング素子 Q_u が ON 状態、スイッチング素子 Q_x が OFF 状態になる。このとき、電流は平滑コンデンサ 3 の正極から、スイッチング素子 Q_u を経てモータ 4 に流れ、モータ 4 からスイッチング素子 Q_y 、 Q_z を経て平滑コンデンサ 3 の負極に流れる。よって、直流電流 I_{dc} には U 相モータ電流 I_u と同じ電流が流れる。よって、この期間に直流電流を検出すると U 相モータ電流 I_u が検出できる。 30

【0065】

次に、V 相ゲート信号 G_v が H レベルに変わると、Y 相ゲート信号 G_y は L レベルに変わり、スイッチング素子 Q_v が ON 状態、スイッチング素子 Q_y が OFF 状態になる。このとき、電流は平滑コンデンサ 3 の正極から、スイッチング素子 Q_u 、 Q_v を経てモータ 4 に流れ、モータ 4 からスイッチング素子 Q_z を経て平滑コンデンサ 3 の負極に流れる。よって、直流電流 I_{dc} には W 相モータ電流 I_w と大きさが同じで極性が反転した電流が流れる。よって、この期間に直流電流を検出すると W 相モータ電流 I_w が検出できる。 40

【0066】

次に、W 相ゲート信号 G_w が H レベルに変わると、Z 相ゲート信号 G_z は L レベルに変わり、スイッチング素子 Q_w が ON 状態、スイッチング素子 Q_z が OFF 状態になる。このときは、ゲート信号 G_u 、 G_v 、及び G_w がすべて L レベルの時と同様、直流電流 I_{dc} は 0 である。

【0067】

よって、ゲート信号 G_u が L レベルから H レベルに変化してから、ゲート信号 G_v が L レベルから H レベルに変化するまでの期間及びゲート信号 G_v が L レベルから H レベルに変化してから、ゲート信号 G_w が L レベルから H レベルに変化するまでの期間が、直流電流 I_{dc} を検 50

出するのに十分な時間だけ確保される必要がある。この期間は、第2のU相交流電圧指令信号 Eu' と第2のV相交流電圧指令信号 Ev' の差及び第2のV相交流電圧指令信号 Ev' と第2のW相交流電圧指令信号 Ew' の差により決まるため、これらの差が最低電圧 E_{min} 以上になるように補正される場合、最低電圧 E_{min} を直流電流 I_{dc} を検出するのに十分な時間に相当する値に設定することにより、直流電流 I_{dc} を検出する期間が確保できる。

【0068】

また、時刻 $T_1 \sim 8$ の期間での第2の交流電圧指令信号 Eu' 、 Ev' 、及び Ew' の平均はそれぞれ0.33、-0.10、-0.29であり、第1の交流電圧指令信号 Eu 、 Ev 、 Ew とほぼ等しくなる。また、第2の交流電圧指令信号 Eu' 、 Ev' 、及び Ew' の平均と第1の交流電圧指令信号 Eu 、 Ev 、 Ew の間の誤差は、W相誤差積算値 dEu が0.1であること、時刻 $T_7 \sim T_8$ でのU相誤差積算値 dEu が0.2であることにより管理されている。

10

【0069】

更に、図7からも明らかなように誤差積算値 dEu 、 dEv 、及び dEw の絶対値はある値以下になる。

【0070】

本実施例では、補正による電圧誤差を抑制するため誤差積算値を用いているが、電圧誤差に対する要求が厳しくない用途においては、誤差積算値に関する処理を省略できる。具体的には、図3の処理300における誤差積算値 dEu 、 dEv 、及び dEw を0として、第3の交流電圧指令信号 Eu_0 、 Ev_0 、及び Ew_0 として第1の交流電圧指令信号 Eu 、 Ev 、及び Ew を用い、処理313を省略することにより実現される。これにより、処理を削減することができる。この場合、電圧指令補正部9では、第1の交流電圧指令信号 Eu 、 Ev 、及び Ew に基づき、第2の交流電圧指令信号 Eu' 、 Ev' 、及び Ew' のうちの任意の2つの交流電圧指令信号の差が予め定められた値以上になるよう処理を行うことになる。

20

【0071】

本実施例によれば、直流電流 I_{dc} のパルス幅は必ず電流検出が可能な幅が確保され、任意スイッチングと任意スイッチングの間に必要な期間が確保されるため、スイッチングの相互干渉は発生しない。又、本実施例においては、小容量インバータのモータ電流のCTレス化とその電流検出の高性能化、汎用化、大容量でのスイッチング素子の保護が得られ、低速での電流検出を安定に行うことができる。

【0072】

更に、本実施例においては、低電圧、高キャリアでも直流電流をサンプルしホールドでき、他相スイッチングに伴う狭幅リカバリを防止することができる。

30

【0073】

又、本実施例によれば、任意の2相の変調波の差を最低値以上にすることができるため、パルス幅変調した結果であるパルス出力において、任意の2つのパルスが変化する間隔を最低値に相当する時間以上にできる。また、このパルス幅変調方式を電力変換器に適用することにより、直流電流のパルス幅も最低値に相当する時間以上となるため、直流電流の検出が可能になる。

【0074】

更に、直流電流の電流パルス幅が必ず電流検出が可能な幅以上に確保されることから、補正結果の更新を搬送波の半周期の整数倍にしても、電流検出に支障は来さないため、演算周期を大きくすることができ、パルス幅変調方法の単位時間あたりの演算量を低減でき、又パルスが変化する間隔が確保されるため、スイッチングの相互干渉が発生しないパルス幅変調が得られる。

40

【0075】

(実施例2)

図8は、電圧指令補正部が出力である第2の交流電圧指令信号 Eu' 、 Ev' 、及び Ew' を更新するタイミングを変更した例を示す図である。図8において、201はPWM制御部6のパルス幅変調で用いる搬送波、801～804は電圧指令補正部9が出力を更新するタイミングである。電圧指令補正部9は搬送波201の1周期毎に第2の交流電圧指令信号 Eu

50

'、 E_v' 、及び E_w' を出力する。本実施例では、直流電流 I_{dc} のパルス幅は必ず確保されることから、搬送波の半周期で必ず電流検出を行うことができる。このため、図8に示すように出力タイミングを1周期に一度にした場合においても、電流検出には何ら問題はない。さらに、電圧指令信号の更新周期が長くなるのが問題にならない範囲で、出力タイミングの周期を搬送波の半周期の整数倍で伸ばすことが可能である。これにより、電圧指令補正部9の演算周期も長くすることが可能となり、単位時間あたりの演算量の低減を図ることができる。他、実施例1と同様の効果が得られる。

【0076】

【発明の効果】

本発明によれば、直流電流の電流パルス幅が必ず電流検出が可能な幅以上に確保され、スイッチングの相互干渉が発生しないパルス幅変調方法とその装置及び電力変換方法と電力変換器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のパルス幅変調装置の構成図。

【図2】電圧指令補正部の第2の交流電圧指令信号を更新するタイミングを示す図。

【図3】電圧指令補正部の処理手順を示すフロー図。

【図4】電圧指令補正部の処理手順を示すフロー図。

【図5】図3及び図4の補正処理部の処理手順を示すフロー図。

【図6】本発明に係るPWM制御部の構成を示す回路図。

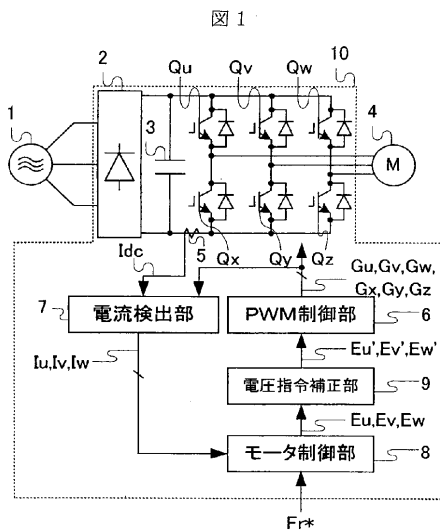
【図7】本発明のパルス幅変調方法の動作例を示す図。

【図8】電圧指令補正部の第2の交流電圧指令信号を更新するタイミングを示す図。

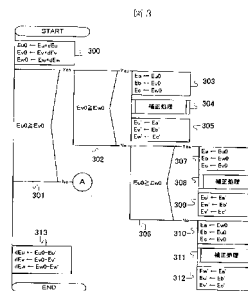
【符号の説明】

1 ... 交流電源、2 ... 整流回路、3 ... 平滑コンデンサ、4 ... モータ、5 ... 電流検出器、6 ... PWM制御部、7 ... 電流検出部、8 ... モータ制御部、9 ... 電圧指令補正部、10 ... 電力変換器、 Q_u 、 Q_v 、 Q_w 、 Q_x 、 Q_y 及び Q_z ... スイッチング素子。

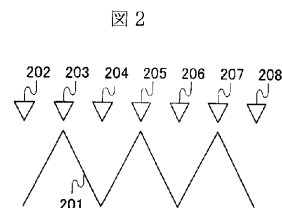
【図1】



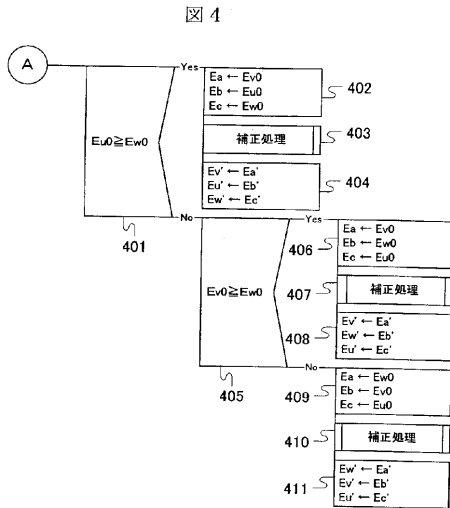
【図3】



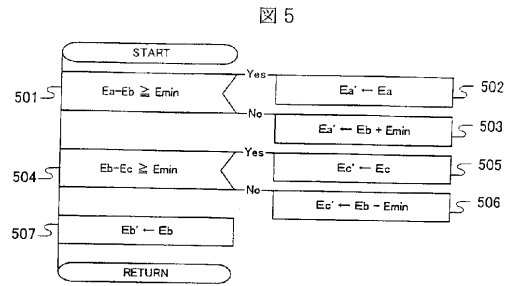
【図2】



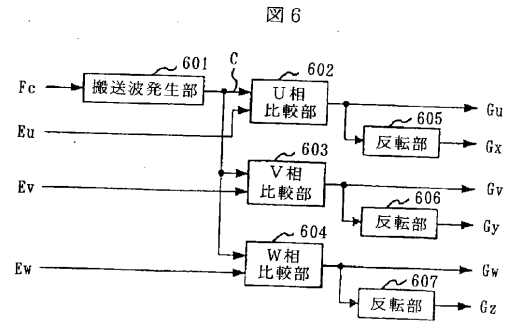
【 図 4 】



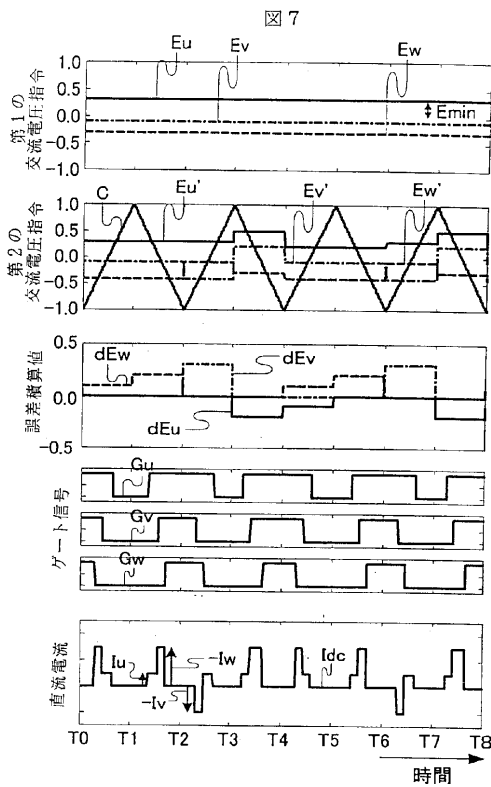
【 図 5 】



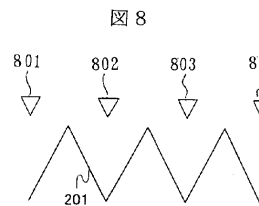
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H007 AA07 BB06 CB05 DA05 DB02 DC02 EA03