

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6813074号  
(P6813074)

(45) 発行日 令和3年1月13日(2021.1.13)

(24) 登録日 令和2年12月21日(2020.12.21)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>HO2M</b>	<b>7/48</b>	<b>(2007.01)</b>	HO2M	7/48	F
<b>HO2M</b>	<b>7/483</b>	<b>(2007.01)</b>	HO2M	7/483	
<b>HO2P</b>	<b>27/14</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2P	27/14	

請求項の数 8 (全 20 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2019-196876 (P2019-196876)</p> <p>(22) 出願日 令和1年10月30日 (2019.10.30)</p> <p>審査請求日 令和2年8月27日 (2020.8.27)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 000006105 株式会社明電舎 東京都品川区大崎2丁目1番1号</p> <p>(74) 代理人 100086232 弁理士 小林 博通</p> <p>(74) 代理人 100092613 弁理士 富岡 潔</p> <p>(74) 代理人 100104938 弁理士 鶴澤 英久</p> <p>(74) 代理人 100210240 弁理士 太田 友幸</p> <p>(72) 発明者 小川 隆一 東京都品川区大崎2丁目1番1号 株式会社明電舎内</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力変換システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

各変調率毎に位相情報に応じて指令電圧レベルを定めたパルスパターンが格納されたテーブルを参照し、指令変調率および制御位相に基づいてゲート信号を生成する固定パルスパターン変調部を備え、前記ゲート信号に基づいて電力変換器を駆動する電力変換システムであって、

前記固定パルスパターン変調部は、

前記指令変調率に基づいて、遷移用テーブルインデックスを出力する遷移用インデックス探索部と、

前記遷移用テーブルインデックスおよびテーブルインデックス前回値を入力し、遷移ありの場合は前記遷移用テーブルインデックスを、遷移なしの場合は前記テーブルインデックス前回値を、テーブルインデックスとして出力する遷移用スイッチと、

前記テーブルインデックスと前記制御位相に基づいてテーブル比較を行い、ゲート信号を出力するテーブル比較部と、

前記テーブルインデックスを1制御周期遅延させ、前記テーブルインデックス前回値として出力するバッファと、

を備え、

前記パルスパターンの遷移時に、遷移後の適切なテーブル参照位置を探索し、遷移後の前記パルスパターンの指令電圧レベルへ追従させることを特徴とする電力変換システム。

【請求項2】

10

20

前記テーブル比較部は、

前記テーブルとして、各変調率毎にレベル変化する位相情報とレベル変化後の指令電圧レベル情報を有し、

前記テーブルインデックスに基づいてテーブル値を読み出し、前記制御位相とテーブルの位相情報とを比較し、前記制御位相が前記テーブルの位相情報よりも大きければ前記指令電圧レベルを更新して前記テーブルの位相情報の参照位置を一つインクリメントし、前記制御位相が前記テーブルの位相情報以下であれば前記指令電圧レベルおよび前記テーブルの位相情報の参照位置を前回のままとし、

前記指令電圧レベルと同じ出力電圧レベルとなるように前記ゲート信号を生成し、前記ゲート信号と前記テーブルインデックスを出力することを特徴とする請求項1記載の電力変換システム。

10

【請求項3】

前記遷移用インデックス探索部は、

前記指令変調率に最も近い変調率の前記パルスパターンを探索して変調率インデックスとし、

前記電力変換器の各相において、遷移時の位相よりも大きいテーブルの位相情報のうち最小のものよりも一つ小さい位相情報を位相インデックスとし、

前記変調率インデックスと前記電力変換器の各相の前記位相インデックスをまとめた前記遷移用テーブルインデックスを出力することを特徴とする請求項1または2記載の電力変換システム。

20

【請求項4】

各変調率毎に位相情報に応じて指令電圧レベルを定めたパルスパターンが格納されたテーブルを参照し、指令変調率および制御位相に基づいてゲート信号を生成する固定パルスパターン変調部を備え、前記ゲート信号に基づいて電力変換器を駆動する電力変換システムであって、

前記固定パルスパターン変調部は、

前記指令変調率に基づいて、遷移用テーブルインデックスを出力する遷移用インデックス探索部と、

前記制御位相と制御位相前回値に基づいて遷移判定結果を出力する遷移判定部と、

前記遷移用テーブルインデックスおよびテーブルインデックス前回値を入力し、前記遷移判定結果に基づいて遷移ありの場合は前記遷移用テーブルインデックスを、遷移なしの場合は前記テーブルインデックス前回値を、テーブルインデックスとして出力する遷移用スイッチと、

30

前記テーブルインデックスと前記制御位相に基づいてテーブル比較を行い、ゲート信号を出力するテーブル比較部と、

前記テーブルインデックスを1制御周期遅延させ、前記テーブルインデックス前回値として出力するバッファと、  
を備え、

前記パルスパターンの遷移タイミングを、前記制御位相の  $0 \text{ rad}$  ,  $\pi / 3 \text{ rad}$  ,  $2\pi / 3 \text{ rad}$  ,  $\pi \text{ rad}$  ,  $4\pi / 3 \text{ rad}$  ,  $5\pi / 3 \text{ rad}$  近傍とし、

40

前記パルスパターンの遷移時に、遷移後の適切なテーブル参照位置を探索し、遷移後の前記パルスパターンの指令電圧レベルへ追従させることを特徴とする電力変換システム。

【請求項5】

前記テーブル比較部は、

前記テーブルとして、各変調率毎にレベル変化する位相情報とレベル変化後の指令電圧レベル情報を有し、

前記テーブルインデックスに基づいてテーブル値を読み出し、前記制御位相とテーブルの位相情報とを比較し、前記制御位相が前記テーブルの位相情報よりも大きければ前記指令電圧レベルを更新して前記テーブルの位相情報の参照位置を一つインクリメントし、前記制御位相が前記テーブルの位相情報以下であれば前記指令電圧レベルおよび前記テーブ

50

ルの位相情報の参照位置を前回値のままとし、

前記指令電圧レベルと同じ出力電圧レベルとなるように前記ゲート信号を生成し、前記ゲート信号と前記テーブルインデックスを出力することを特徴とする請求項4記載の電力変換システム。

【請求項6】

前記遷移用インデックス探索部は、

前記指令変調率に最も近い変調率の前記パルスパターンを探索して変調率インデックスとし、

前記電力変換器の各相において、遷移時の位相よりも大きいテーブルの位相情報のうち最小のものよりも一つ小さい位相情報を位相インデックスとし、

前記変調率インデックスと前記電力変換器の各相の前記位相インデックスをまとめた前記遷移用テーブルインデックスを出力することを特徴とする請求項4または5記載の電力変換システム。

【請求項7】

前記遷移判定部は、

前記制御位相と前記制御位相前回値の偏差の絶対値が  $\pi$  rad以上か否かを判定し、前記偏差が  $\pi$  radより大きければ前記遷移判定結果を遷移ありとし、

前記偏差が  $\pi$  rad以下であれば、ある相の遷移時の位相の遷移候補を  $\pi/3, 2\pi/3, \pi, 4\pi/3, 5\pi/3$  とし、(制御位相 - 遷移候補) \* (制御位相前回値 - 遷移候補) が0よりも小さいか否かを判定し、何れか1つの遷移候補において(制御位相 - 遷移候補) \* (制御位相前回値 - 遷移候補) が0よりも小さければ前記遷移判定結果を遷移ありとし、全ての前記遷移候補において(制御位相 - 遷移候補) \* (制御位相前回値 - 遷移候補) が0以上であれば前記遷移判定結果を遷移なしとすることを特徴とする請求項4～6のうち何れかに記載の電力変換システム。

【請求項8】

前記電力変換器は4レベル以上のマルチレベル電力変換器であることを特徴とする請求項1～7のうち何れかに記載の電力変換システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パルスパターンの情報が格納されたテーブルを参照してゲート信号を生成し、ゲート信号により電力変換器を駆動する電力変換システムに関する。

【背景技術】

【0002】

入力された三相交流電圧をレクティファイア(交流-直流変換器)で直流電圧に変換し、直流電圧をインバータによって所望の周波数、振幅の交流電圧として出力する電力変換システムを考える。

【0003】

このような電力変換システムでは、電力変換器の出力について目標電圧をキャリア1周期で平均的に表現する三角波比較PWMが用いられることが多い。しかし、電圧出力の最適化を目標として三角波比較PWM以外の変調法を用いる場合があり、固定パルスパターン方式がその一例である。この固定パルスパターン方式では、評価指標に対して最適なパルスパターンを事前導出してテーブル化し、そのテーブル通りにスイッチングを行う。

【0004】

固定パルスパターン方式において、1種類のパルスパターンは単一の変調率しか表現できない。そのため、複数の変調率を用いて運転をする場合は、パルスパターンを動作中に切り替える必要がある。パルスパターンの遷移時には出力電圧が意図しない波形となり電流衝撃を生じる恐れがあるため、その遷移方法を工夫しなければならない。以下では、この動作中のパルスパターン遷移のことを単に遷移と呼ぶこともある。

【0005】

10

20

30

40

50

固定パルスパターン方式におけるパルスパターン遷移法については、以下の特許文献 1, 2 が開示されている。

【0006】

特許文献 1 においては、2 レベルインバータについて遷移時にスイッチングを行わない電圧位相を事前探索し、スイッチングが生じない位相でパルスパターンを切り替えるようにしている。

【0007】

特許文献 2 においては、3 レベル電力変換器について基本波 1 周期のパルス数が切り替わる遷移の場合に、基本波電圧の誤差が発生しないよう極小パルスを設置した上で、極小パルスを基本波 1 周期ごとに徐々に大きくすることでパルス数の増加を衝撃無しに行っている。パルス数を減少する遷移は、逆にパルスを徐々に小さくし、最終的に消去することで衝撃を無くしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献 1】特開 2017 - 204918 号公報

【特許文献 2】特許第 6270696 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献 1, 特許文献 2 は 4 レベル以上の電力変換器において、固定パルスパターン方式適用時の問題を解決できない。

【0010】

特許文献 1 の問題点について述べる。4 レベル以上のマルチレベル電力変換器においては、使用レベル数が変わるようなパルスパターン遷移時に、遷移前後で同じレベルを用いている電圧位相が存在しない可能性がある。その場合、パルスパターンを遷移できない問題が生じる。

【0011】

また、パルスパターンごとに三次高調波成分に違いがある場合、三次高調波の成分が急に切り替わることによる衝撃が発生する恐れがあるが、特許文献 1 は遷移前後でスイッチングが生じなければ電圧位相に関わりなくパルスパターンを変更する制御であり、この衝撃について考慮していない。

【0012】

特許文献 2 の問題点について述べる。4 レベル以上のマルチレベル電力変換器においては、パルス数の増減がどのレベルで生じるかが一般に不定であり、また、パルスが増減するレベルがどのような電圧位相範囲であるかも一般に不定であるので、極小パルスの適切な生成位置が確定できなくなってしまう。

【0013】

また、固定パルスパターンにおいては、主に三次高調波成分の違いからパルス数と同じでも大きくスイッチング位相が変化する場合がある。この遷移において、1 ~ 2 相だけが即座に遷移し、他の相が遅れて遷移後の波形に追従する可能性があるが、パルス数を変更する場合以外の適切な遷移法について特許文献 2 では議論していない。

【0014】

以上示したようなことから、電流衝撃のないパルスパターン遷移を行うことができ、かつ、4 レベル以上のマルチレベル電力変換器にも適用可能な電力変換システムを提供することが課題となる。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明は、前記従来の問題に鑑み、案出されたもので、その一態様は、各変調率毎に位相情報に応じて指令電圧レベルを定めたパルスパターンが格納されたテーブルを参照し、

10

20

30

40

50

指令変調率および制御位相に基づいてゲート信号を生成する固定パルスパターン変調部を備え、前記ゲート信号に基づいて電力変換器を駆動する電力変換システムであって、前記固定パルスパターン変調部は、パルスパターン遷移時に、遷移後の適切なテーブル参照位置を探索し、遷移後のパルスパターンの指令電圧レベルへ追従させることを特徴とする。

【0016】

また、その一態様として、前記固定パルスパターン変調部は、前記指令変調率に基づいて、遷移用テーブルインデックスを出力する遷移用インデックス探索部と、前記遷移用テーブルインデックスおよびテーブルインデックス前回値を入力し、遷移ありの場合は前記遷移用テーブルインデックスを、遷移なしの場合は前記テーブルインデックス前回値を、テーブルインデックスとして出力する遷移用スイッチと、前記テーブルインデックスと前記制御位相に基づいてテーブル比較を行い、ゲート信号を出力するテーブル比較部と、前記テーブルインデックスを1制御周期遅延させ、前記テーブルインデックス前回値として出力するバッファと、を備えたことを特徴とする。

10

【0017】

また、その一態様として、前記テーブル比較部は、前記テーブルとして、各変調率毎にレベル変化する位相情報とレベル変化後の指令電圧レベル情報を有し、前記テーブルインデックスに基づいてテーブル値を読み出し、前記制御位相とテーブルの位相情報とを比較し、前記制御位相が前記テーブルの位相情報よりも大きければ前記指令電圧レベルを更新して前記テーブルの位相情報の参照位置を一つインクリメントし、前記制御位相が前記テーブルの位相情報以下であれば前記指令電圧レベルおよび前記テーブルの位相情報の参照位置を前回値のままとし、前記指令電圧レベルと同じ出力電圧レベルとなるように前記ゲート信号を生成し、前記ゲート信号と前記テーブルインデックスを出力することを特徴とする。

20

【0018】

また、その一態様として、前記遷移用インデックス探索部は、前記指令変調率に最も近い変調率のパルスパターンを探索して変調率インデックスとし、各相において、遷移時の位相よりも大きいテーブルの位相情報のうち最小のものよりも一つ小さい位相情報を位相インデックスとし、前記変調率インデックスと各相の前記位相インデックスをまとめた前記遷移用テーブルインデックスを出力することを特徴とする。

【0019】

また、他の態様として、前記パルスパターンの遷移タイミングを、前記制御位相の  $0 \text{ rad}$  ,  $\pi / 3 \text{ rad}$  ,  $2\pi / 3 \text{ rad}$  ,  $\pi \text{ rad}$  ,  $4\pi / 3 \text{ rad}$  ,  $5\pi / 3 \text{ rad}$  近傍としたことを特徴とする。

30

【0020】

また、その一態様として、前記固定パルスパターン変調部は、前記指令変調率に基づいて、遷移用テーブルインデックスを出力する遷移用インデックス探索部と、前記制御位相と制御位相前回値に基づいて遷移判定結果を出力する遷移判定部と、前記遷移用テーブルインデックスおよびテーブルインデックス前回値を入力し、前記遷移判定結果に基づいて遷移ありの場合は前記遷移用テーブルインデックスを、遷移なしの場合は前記テーブルインデックス前回値を、テーブルインデックスとして出力する遷移用スイッチと、前記テーブルインデックスと前記制御位相に基づいてテーブル比較を行い、ゲート信号を出力するテーブル比較部と、前記テーブルインデックスを1制御周期遅延させ、前記テーブルインデックス前回値として出力するバッファと、を備えたことを特徴とする。

40

【0021】

また、その一態様として、前記テーブル比較部は、前記テーブルとして、各変調率毎にレベル変化する位相情報とレベル変化後の指令電圧レベル情報を有し、前記テーブルインデックスに基づいてテーブル値を読み出し、前記制御位相とテーブルの位相情報とを比較し、前記制御位相が前記テーブルの位相情報よりも大きければ前記指令電圧レベルを更新して前記テーブルの位相情報の参照位置を一つインクリメントし、前記制御位相が前記テーブルの位相情報以下であれば前記指令電圧レベルおよび前記テーブルの位相情報の参照

50

位置を前回値のままとし、前記指令電圧レベルと同じ出力電圧レベルとなるように前記ゲート信号を生成し、前記ゲート信号と前記テーブルインデックスを出力することを特徴とする。

【0022】

また、その一態様として、前記遷移用インデックス探索部は、前記指令変調率に最も近い変調率のパルスパターンを探索して変調率インデックスとし、各相において、遷移時の位相よりも大きいテーブルの位相情報のうち最小のものよりも一つ小さい位相情報を位相インデックスとし、前記変調率インデックスと各相の前記位相インデックスをまとめた前記遷移用テーブルインデックスを出力することを特徴とする。

【0023】

また、前記遷移判定部は、前記制御位相と前記制御位相前回値の偏差の絶対値が  $\pi/3$  rad以上か否かを判定し、前記偏差が  $\pi/3$  radより大きければ前記遷移判定結果を遷移ありとし、前記偏差が  $\pi/3$  rad以下であれば、ある相の遷移時の位相の遷移候補を  $\pi/3, 2\pi/3, \pi, 4\pi/3, 5\pi/3$  とし、(制御位相 - 遷移候補) \* (制御位相前回値 - 遷移候補) が 0 よりも小さいか否かを判定し、何れか 1 つの遷移候補において (制御位相 - 遷移候補) \* (制御位相前回値 - 遷移候補) が 0 よりも小さければ前記遷移判定結果を遷移ありとし、全ての前記遷移候補において (制御位相 - 遷移候補) \* (制御位相前回値 - 遷移候補) が 0 以上であれば前記遷移判定結果を遷移なしとすることを特徴とする。

【0024】

また、その一態様として、前記電力変換器は 4 レベル以上のマルチレベル電力変換器であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、電流衝撃のないパルスパターン遷移を行うことができ、かつ、4 レベル以上のマルチレベル電力変換器にも適用可能な電力変換システムを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】実施形態1, 2における電力変換システムを示す概略図。

【図2】実施形態1における固定パルスパターン変調部を示すブロック図。

【図3】実施形態1におけるテーブル比較部の処理を示すフローチャート。

【図4】パルスパターン例を示すタイムチャート。

【図5】実施形態1におけるテーブル比較部の動作を示す説明図。

【図6】(A)の問題が生じるパルスパターン遷移例を示す図。

【図7】(B)の問題が生じるパルスパターン遷移例を示す図。

【図8】実施形態1における遷移用インデックス探索部を示すフローチャート。

【図9】実施形態1における(A)の問題の解決例を示す図。

【図10】実施形態1における(B)の問題の解決例を示す図。

【図11】実施形態2における固定パルスパターン変調部を示すブロック図。

【図12】実施形態2における遷移判定部の処理を示すフローチャート。

【図13】 $\pi/2$ で遷移する場合の3次高調波の変動を示す説明図。

【図14】 $2\pi/3$ で遷移する場合の3次高調波の変動を示す説明図。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本願発明における電力変換システムの実施形態1, 2を図1~図14に基づいて詳述する。

【0028】

[実施形態1]

図1に本実施形態1におけるシステム構成図を示す。上位制御部1は固定パルスパターン変調部2より上流に存在する制御を示しており、例えば電力変換システムに操作盤操作

10

20

30

40

50

量に基づく速度指令、及び、三相の検出電流が入力され、速度制御、電流制御を経て指令変調率と制御位相の指令の生成を行う。

【 0 0 2 9 】

上位制御部 1 から指令変調率、制御位相が出力された後は、それらの情報をもとに固定パルスパターン変調部 2 にてパルス変調を行う。固定パルスパターン変調部 2 においてはテーブルを参照してテーブル値と制御位相を比較してパルス生成を行うことになる。

【 0 0 3 0 】

使用するテーブルには事前に作成したパルスパターンの情報が格納されており、各変調率毎に位相情報に応じた指令電圧レベルが定められている。固定パルスパターン変調部 2 からはゲート信号が出力され、それによりインバータ（電力変換器）3 が駆動される。インバータ 3 はモータ等の負荷 4 に接続されており、負荷 4 にはゲート信号に応じた電圧が印加される。

【 0 0 3 1 】

図 1 は固定パルスパターン方式による電力変換の代表的なシステム構成例であり、本実施形態 1 の適用対象はこれに限らない。例えば、電源に回生を行うコンバータ制御において、事前に導出したパルスパターンテーブルに基づいてスイッチングを行うような構成、モータ位相を検出して制御で用いる構成、単相の構成などでもよい。重要なのは、事前に作成したパルスパターンに関するテーブルを用いて、電力変換器を駆動することである。

【 0 0 3 2 】

図 2 に本実施形態 1 の固定パルスパターン変調部 2 の構成図を示す。遷移用インデックス探索部 5 は、指令変調率  $d$  を入力し、遷移用テーブルインデックス  $i d x'$  を出力する。

【 0 0 3 3 】

遷移用スイッチ  $S W 1$  は、遷移用テーブルインデックス  $i d x'$  およびテーブル比較部 6 の前回出力であるテーブルインデックス前回値  $i d x\_z$  を入力し、遷移判定によって遷移ありの場合は遷移用テーブルインデックス  $i d x'$  を、遷移なしの場合はテーブルインデックス前回値  $i d x\_z$  を、テーブルインデックス  $i d x$  としてテーブル比較部 6 に出力する。

【 0 0 3 4 】

テーブル比較部 6 はテーブルインデックス  $i d x$  の他に制御位相も入力して、テーブル比較を行い、ゲート信号  $g$  を出力する。テーブル比較部 6 はバッファ 7 を介して 1 制御周期遅延させたテーブルインデックス前回値  $i d x\_z$  を遷移用スイッチ  $S W 1$  に出力する。このテーブルインデックス前回値  $i d x\_z$  はテーブル比較部 6 の処理でインクリメントされる場合があり、テーブルインデックス  $i d x$  と同じものとは限らない。

【 0 0 3 5 】

なお、テーブルインデックス  $i d x$  は用いるテーブルの構成に基づいて定めることになるが、本実施形態 1 では、指令変調率  $d$  に近い変調率のパルスパターン（テーブル値）を指定するための変調率インデックス  $d i$  と、何番目の位相を参照するかの位相インデックス  $i$  の情報をもつ配列として扱う。

【 0 0 3 6 】

図 2 で重要なのは、指令変調率  $d$  をもとに遷移用テーブルインデックス  $i d x'$  を探索すること、および、遷移用テーブルインデックス  $i d x'$  を必ず採用するのではなく、遷移用テーブルインデックス  $i d x'$  とテーブルインデックス前回値  $i d x\_z$  を切り替える機構を持つことであり、構成は図 2 に限らない。

【 0 0 3 7 】

例えば、遷移用テーブルインデックス  $i d x'$  に基づくテーブル比較とテーブルインデックス前回値  $i d x\_z$  に基づくテーブル比較を並列して行い、2 種類のゲート信号を遷移用スイッチ  $S W 1$  に入力し、遷移判定によってどちらを採用するかを切り替える構成でもよい。

【 0 0 3 8 】

10

20

30

40

50

図3に本実施形態1におけるテーブル比較部6のフローチャートを示す。本実施形態1の対象はパルスパターンの遷移法、言い換えればテーブルの遷移法であり、テーブル比較の方法ではない。図3はこのことを踏まえ、テーブル比較法を簡潔に記述したものである。なお、 $d_i$ は変調率インデックス、 $i$ は位相インデックス、 $T$ は位相情報をもつテーブル、 $T_L$ は指令電圧レベル情報をもつテーブルである。

【0039】

図3はテーブル比較方法の一例にすぎない。入力されたインデックスを用いてテーブル値と制御位相を比較し、テーブルのパルスパターン通りの出力電圧となるようゲート信号を定める構成であれば異なる構成であってもよい。つまり、テーブル構成の考え方、テーブル値との比較分岐条件、指令電圧レベルあるいはゲート信号の更新方法は図3に限らない。

10

【0040】

本実施形態1の意図する制御は、多様な固定パルスパターン方式のテーブル比較方法、テーブル構成で用いることが可能である。しかし、詳細な演算には違いが生じるため、作用・動作の説明のために以下のようなテーブルを用いるものと仮定する。なお、以下の「レベル変化」という表現について、電力変換器のスイッチングによって電圧レベルが変化するため、「レベル変化」を「スイッチング」と解釈してかまわないが、本実施形態1では主に「レベル変化」という表記を用いる。

【0041】

テーブルはレベル変化する位相情報をもつテーブル $T$ と、レベル変化後の指令電圧レベル情報をもつテーブル $T_L$ を用意する。テーブル $T$ 、 $T_L$ の2つのテーブルの各行が1つのパルスパターンに関する情報をもつ。行の違いはパルスパターンの変調率の違いを表す。また、両テーブルの各列は各レベル変化についての情報を示す。

20

【0042】

例えば、図4のパルスパターンは表1のテーブルで表される。図4の変調率インデックス $d_i$ は1とおいた。表1のテーブルの $d_i = 1$ について、テーブル $T$ の各レベル変化の位相情報と同じ位置のテーブル $T_L$ の指令電圧レベル情報がそのレベル変化におけるレベル変化後の値になっている。

【0043】

【表 1】

		$T_{\theta}$					
$d_i=1$		0.12	0.36	0.56	0.61	...	10
$d_i=2$		0.11	0.40	0.55	0.62	...	
$d_i=3$		0.30	0.33	0.59	0.80	...	
$\vdots$		...					

		$T_L$					
$d_i=1$		1	2	1	2	...	20
$d_i=2$		1	2	1	2	...	
$d_i=3$		1	2	3	2	...	
$\vdots$		...					

## 【0044】

また、テーブル $T_{\theta}$ の位相情報と制御位相 $\theta_c$ を比較してゲート信号を定めるテーブル比較法についても、作用・動作の説明のために図3のフローチャートに基づくものと仮定する。図3のフローチャートの動作を説明する。

## 【0045】

1-1において、テーブルインデックス $i d x$ と制御位相 $\theta_c$ を入力する。1-2において、テーブル値(変調率インデックス $d_i = i d x [ 1 ]$ 、位相インデックス $i = i d x [ 2 ]$ )を読み込む。

## 【0046】

1-3において、制御位相 $\theta_c$ とテーブル $T_{\theta} [ d_i , i ]$ の位相情報を比較する。制御位相 $\theta_c$ がテーブル $T_{\theta} [ d_i , i ]$ の位相情報よりも大きければ1-4へ移行し、制御位相 $\theta_c$ がテーブル $T_{\theta} [ d_i , i ]$ の位相情報以下であれば1-6へ移行する。

## 【0047】

1-4において、指令電圧レベル $L$ をテーブル $T_L$ の指令電圧レベル情報に更新する( $L = T_L [ d_i , i ]$ )。そして、1-5において、テーブル $T_{\theta}$ 、 $T_L$ の参照位置を1つずらす( $i d x [ 2 ] = + i$ )。すなわち、制御位相 $\theta_c$ がテーブル $T_{\theta} [ d_i , i ]$ の位相値よりも大きければ指令電圧レベル $L$ を更新し、制御位相 $\theta_c$ がテーブル $T_{\theta} [ d_i , i ]$ の位相情報以下であれば前回値のままとなる。

## 【0048】

S1-6において、指令電圧レベル $L$ と同じ出力電圧レベルとなるようにゲート信号 $g$ を定める。S1-7において、ゲート信号 $g$ とテーブルインデックス $i d x$ を出力し、こ

30

40

50

の制御周期での処理を終了する。

【0049】

以上で、テーブル値に基づくパルスパターンを出力できる。なお、この動作はシステムに存在する各相でそれぞれ行うものとする。

【0050】

図5にテーブル比較動作を示す。同じ変調率インデックス  $d_i$  のテーブル  $T$  とテーブル  $T_L$  を2行に並べて表記していることに注意されたい。

【0051】

図5の左上は初期値を示しており、制御位相  $\theta$ 、指令電圧レベル  $L$  はともに0から始まり、位相インデックス  $i$  は1から始まっている。図5の右上は一度目の更新である。テーブル  $T$  の1列目の値が  $0.2 \text{ rad}$  であり、制御位相  $\theta$  が  $0.2 \text{ rad}$  を越えたところで指令電圧レベル  $L$  を更新し、レベル変化させる。位相インデックス  $i$  も参照位置をずらすためにインクリメントする。

10

【0052】

図5の左下は一度目の更新から次の更新までの間であり、指令電圧レベル  $L$  はホールドされる。図5の右下はこれまでの動作の繰り返しを示しており、指令電圧レベル  $L$  を見るとテーブル設計したパルスパターンが出力されている。以上が本実施形態1におけるテーブル構成、テーブル比較法である。

【0053】

上述したテーブル構成、テーブル比較法に基づいて、パルスパターン遷移法を検討する。パルスパターン遷移する際の目標は、電流衝撃を生じないことである。

20

【0054】

電流衝撃を起こす原因は以下の2つである。

(A) 遷移時の位相において、遷移前パルスパターンで参照する位相インデックス  $i$  と遷移後パルスパターンで参照する位相インデックス  $i$  が異なる。

(B) 遷移時の位相において、遷移前パルスパターンの指令電圧レベル  $L$  と遷移後パルスパターンの指令電圧レベル  $L$  が異なる。

【0055】

(A) については、テーブル参照位置の問題である。パルスパターンのテーブルはレベル変化順に並べられており、異なる指令変調率  $d$  のパルスパターンにおいては、同じ制御位相  $\theta$  でも異なるテーブル位置を参照している状況になりうる。遷移時にテーブル参照位置を遷移前のまま継承して用いてしまうと、遷移後のパルスパターンにおけるレベル変化が飛ばされてしまう恐れがある。つまり、意図しないパルスパターンを生成してしまい電流衝撃を生じる。

30

【0056】

図6に(A)の問題が生じる例を示す。図6では、 $0.3 \text{ rad}$  でテーブルが遷移する例を示している。遷移前のテーブルでは、 $0.2 \text{ rad}$  をすぎると4列目を参照位置とする。そして、 $0.3 \text{ rad}$  でテーブルが切り替わった際に参照位置が4列目のままだと、 $0.3 \text{ rad}$  の後にするべき  $0.4 \text{ rad}$ 、 $0.5 \text{ rad}$  のレベル変化が飛ばされてしまうことがわかる。

40

【0057】

(B) の問題については、パルスパターン形の問題である。(A) のように遷移時の位相において参照位置がずれるということ以外にも、パルスパターンの使用レベル数が変化する場合などに遷移前後で参照位置は変わらずとも出力すべきレベルが異なる可能性がある。これも、遷移時に参照位置と指令電圧レベルを継承する場合、意図しないパルスパターンを生成してしまい電流衝撃を生じる。

【0058】

図7に(B)の問題が生じる例を示す。図7では、 $0.3 \text{ rad}$  でテーブルが遷移する例を示している。図7では、 $0.3 \text{ rad}$  でテーブルが切り替わった際の参照位置は適切である。しかし、テーブル遷移後、指令電圧レベル  $L$  が+3レベルであるべきところ、+

50

1 レベルを指令してしまっている。

【0059】

(A), (B)の問題を解決するためには、以下の2つが必要となる。

(ア)テーブル遷移後の適切なテーブル参照位置を探索する機構。

(イ)テーブル遷移後のパルスパターンの指令電圧レベルLへと追従する機構。

【0060】

(ア), (イ)を踏まえた遷移機構が図2における遷移用インデックス探索部5であり、その動作は図8のフローチャートとなる。

【0061】

ここで、図8の説明の前に図2の遷移用スイッチSW1の動作について説明する。遷移用スイッチSW1は遷移判定に基づいて採用するインデックスを変更する。これは例えば、遷移用テーブルインデックス $i d x'$ の変調率インデックス $d i$ とテーブルインデックス前回値 $i d x\_z$ の変調率インデックス $d i$ が異なる場合に遷移用テーブルインデックス $i d x'$ を採用し、それ以外の場合はテーブルインデックス前回値 $i d x\_z$ を採用するよう切り替えればよい。

【0062】

また、ある相の位相が $0 r a d$ である場合など、特定のタイミングで切り替えてもよい。切替のタイミングでの電圧位相を以下では遷移時の位相と呼ぶ。

【0063】

図8のフローチャートの動作について説明する。基本動作は以下のようになる。

1. 指令変調率 $d$ に最も近い変調率のパルスパターンを探索する(2-2)。
2. 位相インデックス $i$ の候補 $n$ を設定し、その位相インデックス $i$ のテーブルの位相情報 $A_n = T [d i, n]$ と遷移時の位相 $A_x$ を比較する(2-5, 2-6, 2-8)。
3. テーブルの位相情報 $A_n$ が遷移時の位相 $A_x$ を超えていれば、位相インデックス $i x$ を1つ巻き戻して採用する(2-9)。
4. 採用後は探索終了フラグ $f o u n d = 1$ とし、採用インデックスの上書きを防止する(2-7, 2-9)。

【0064】

以上をシステムに存在する全ての相について行うことで、上記(A), (イ)の機構を実現できる。

【0065】

1. については適切な変調率インデックス $d i$ の指定である。これについては、テーブルを用意している変調率範囲、テーブル間の変調率刻みなどに応じて、最も指令変調率 $d$ に近いパルスパターンを指定できるよう変調率インデックス $d i$ を定める。

【0066】

2. については適切なテーブル参照位置かどうかの分岐である。位相インデックス $i$ の候補 $n$ はテーブル $T$ の位相情報の中から小さい順に指定するものとするが、全ての位相情報を候補とする必要はない。遷移時の位相 $A_x$ が予測できる場合は、その近傍の位相となるインデックスのみを探索することで、繰り返し演算の量を削減できる。

【0067】

遷移時に参照すべきテーブル値とは、遷移時の位相 $A_x$ より大きいテーブル位相情報のうち、最小のものである。上記でテーブル $T$ の位相情報の中から小さい順に候補 $n$ を指定するものとしたため、初めに遷移時の位相 $A_x$ を超えたテーブルの位相情報 $A_n$ を採用すればよい。2-8ではテーブルの位相情報 $A_n$ が遷移時の位相 $A_x$ を超えているかどうかで分岐している。この2.の処理により(A)の機構が実現できる。

【0068】

3. については(イ)を実現するための処理である。参照位置を合わせていても遷移後の指令電圧レベルLが不適切になる問題(B)を先に述べた。位相インデックス $i$ の候補 $n$ をそのまま採用するだけでは(B)の問題が生じるため対策を施す。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 9 】

位相インデックス  $i$  を採用する場合には1つ小さいテーブル値を採用するよう巻き戻す処理を行う ( $i \times = n - 1$ ) (2 - 9)。この処理を考えるために、遷移後のテーブルインデックス  $i d \times$  が採用された直後のテーブル比較に注目する。

## 【 0 0 7 0 】

遷移時の位相  $A_x$  よりもテーブルの位相情報  $A_n$  が小さくなるよう位相インデックス  $i$  を採用したため、即座にレベル変化が行われる。このレベル変化後の指令電圧レベル  $L$  が新しいパルスパターンにて遷移時に指令すべきレベルであるため、これで (イ) の機構が実現できたことになる。レベル変化後はインクリメントにより、2 . で指定したインデックスに戻るため (ア) の機構を失うこともない。

10

## 【 0 0 7 1 】

4 . は不適切な上書きの防止である。テーブルの位相情報の中から小さい順に候補  $n$  を指定するため、一度インデックスを採用した後、次回以降のループにおける位相インデックス  $i$  の候補  $n$  でも遷移時の位相  $A_x$  よりテーブルの位相情報  $A_n$  が大きくなってしまふ。このとき、対策なしでは参照位置が不適切なものに上書きされてしまふ。これを避けるため、初めの採用時に探索終了フラグ  $f o u n d$  を1にし (2 - 9)、探索終了フラグ  $f o u n d$  が1のときはインデックスを採用できないようにする (2 - 7)。

## 【 0 0 7 2 】

なお、2 . と3 . の処理はテーブル  $T$  の位相情報の中から大きい順に候補  $n$  を指定し、テーブルの位相情報  $A_n$  が遷移時の位相  $A_x$  を下回る初めのインデックスを巻き戻さずに採用することでも実現可能である。

20

## 【 0 0 7 3 】

以下、図8に基づいて、遷移用インデックス探索部5の処理を説明する。2 - 1において、指令変調率  $d$  を入力する。2 - 2において、指令変調率  $d$  と最も近い変調率を出力できる変調率インデックス  $d i$  を探索する。2 - 3において、U相、V相、W相のうち何れか1つをX相として選択する。2 - 4において、探索終了フラグ  $f o u n d$  を0とする。

## 【 0 0 7 4 】

2 - 5において、位相インデックス  $i$  の候補  $n$  を設定する。2 - 6において、その候補  $n$  のテーブルの位相情報を読み出し、 $A_n$  とする ( $A_n = T [ d i , n ]$ )。2 - 7において、探索終了フラグ  $f o u n d$  が0か否かを判定する。探索終了フラグ  $f o u n d$  が0であれば2 - 8へ移行し、探索終了フラグ  $f o u n d$  が1であれば2 - 10へ移行する。

30

## 【 0 0 7 5 】

2 - 8において、候補  $n$  のテーブルの位相情報  $A_n$  がX相の遷移時の位相  $A_x$  より大きいか否かを判定する。候補  $n$  のテーブルの位相情報  $A_n$  がX相の遷移時の位相  $A_x$  がより大きければ2 - 9へ移行し、候補  $n$  のテーブルの位相情報  $A_n$  がX相の遷移時の位相  $A_x$  以下であれば2 - 10へ移行する。

## 【 0 0 7 6 】

2 - 9において、位相インデックスを1つ巻き戻し、1つ小さいテーブル値を採用する ( $i \times = n - 1$ )。また、探索終了フラグ  $f o u n d$  を1とする。2 - 10において、位相インデックス  $i$  の全候補を探索したか否かを判定する。全候補探索した場合は2 - 11へ移行し、全候補探索していない場合は2 - 5へ戻る。2 - 11において、全相 (U相、V相、W相) 考慮したか否かを判定し、全相考慮した場合は2 - 12へ移行し、全相考慮していない場合は2 - 3へ戻る。2 - 12において、各相の位相インデックス  $i \times$  と変調率インデックス  $d i$  をまとめた遷移用テーブルインデックス  $i d \times$  ' を出力する。

40

## 【 0 0 7 7 】

図9、図10にそれぞれ図6、図7にて本実施形態1を用いた場合の動作を示す。図9では0 . 3 r a dでテーブルが遷移する例を示している。図9では、遷移時の制御位相0 . 3 r a dを超えるテーブルの位相情報0 . 4 r a dの1つ前である0 . 1 r a dに参照位置が移動している。これにより、図6で失われていた0 . 4 r a d、0 . 5 r a dのレ

50

ベル変化が図9では行われている。

【0078】

図10では遷移時の制御位相 $0.3\text{rad}$ を超えるテーブルの位相情報 $0.7\text{rad}$ の1つ前である $0.2\text{rad}$ に参照位置が移動している。これにより、図7にて遷移後の指令電圧レベルLが新しいパルスパターンと食い違っていたが、図10では遷移後に即座に追従している。

【0079】

以上が、図8のフローチャートの動作の説明である。図8のフローチャートによって、(A)、(B)の問題による電流衝撃を解決できた。したがって、本実施形態1では図1のシステムにおいて図2の制御を行うことでパルスパターン遷移を適切に行うことができる。

10

【0080】

ただし、本実施形態1の重要な点は遷移時の電流衝撃の減少のために以下に再掲する(A)、(イ)の機構を設けたことであり、同じ機構はテーブル構成、テーブル比較方法が異なっても実現可能である。

(ア) 遷移後の適切なテーブル参照位置を探索する機構。

(イ) 遷移後のパルスパターンの指令電圧レベルへと追従する機構。

【0081】

つまり、(ア)、(イ)の機構を設けていれば詳細な演算処理は図3、図8に限らない。

20

【0082】

以上示したように、本実施形態1によれば、図2、図8に基づいて、遷移時の適切なテーブル参照位置を指定し、遷移後のパルスパターンの指令電圧レベルに追従することで電流衝撃のないパルスパターン遷移を達成した制御を行うことができる。

【0083】

また、特許文献1、2に対しては、4レベル以上のマルチレベル電力変換器に適用可能であるという利点がある。

【0084】

[実施形態2]

図11に本実施形態2における固定パルスパターン変調部2の構成図を示す。遷移用インデックス探索部5は指令変調率 $d$ を入力し、遷移用テーブルインデックス $idx'$ を出力する。

30

【0085】

遷移用スイッチSW2は、遷移用テーブルインデックス $idx'$ およびテーブル比較部6の前回出力であるテーブルインデックス前値 $idx\_z$ を入力し、遷移判定結果Selによってどちらか1つをテーブルインデックス $idx$ としてテーブル比較部6に出力する。

【0086】

遷移判定部9は、制御位相およびバッファ8を介して1制御周期遅延させた制御位相前値 $\_z$ に基づいて遷移判定結果Selを出力する。テーブル比較部6は制御位相とテーブルインデックス $idx$ に基づいて、テーブル比較を行い、ゲート信号 $g$ を出力する。テーブル比較部6はバッファ7を介して1制御周期遅延させたテーブルインデックス前値 $idx\_z$ を遷移用スイッチSW2に出力するが、これはテーブル比較部6の処理でインクリメントされる場合があり、入力されたテーブルインデックス $idx$ と同じものとは限らない。

40

【0087】

図11は実施形態1の図2と同様、遷移用テーブルインデックス $idx'$ を必ず採用するのではなく、遷移用テーブルインデックス $idx'$ とテーブルインデックス前値 $idx\_z$ を切り替える機構を持っていれば構成は図11に限らない。

【0088】

50

図12に本実施形態2の遷移判定部9のフローチャートを示す。本実施形態2では、遷移判定について、パルスパターン設計に応じた遷移判定方法を検討する。

【0089】

実施形態1においては、電流衝撃の原因として(A)、(B)を挙げた。本実施形態2ではさらに以下を追加する。

【0090】

(C)遷移前パルスパターンと遷移後パルスパターンで3の倍数次の電圧高調波成分が異なる。

【0091】

(C)は、パルスパターン設計法の問題である。三相のシステムにおいては、出力電圧の3の倍数次高調波成分は電流高調波として表れない。そのため、3の倍数次の電圧高調波を許容してパルスパターンを設計することがある。このときパルスパターンごとに、3の倍数次の電圧高調波成分の大きさが異なるため、それを考慮せず遷移を行うと、電流衝撃を生じやすくなる。

【0092】

図13に  $\pi/2$  で遷移する場合の3次高調波の変動を示す。 $\pi/2$  は3次高調波がピークとなる位相であり、ここで遷移を行ってしまうと、電圧成分の変動が大きく電流衝撃を生じやすくなってしまう。

【0093】

図13を踏まえて、3次高調波が遷移の瞬間に大きく変化しない位相を考える。3次高調波については、振幅値に関わらずゼロクロスする位相は同じである。そのため、3次高調波がゼロクロスする位相で遷移すれば波形の急激な変動が少ないと考えられる。

【0094】

図14に  $2\pi/3$  で遷移する場合の3次高調波の変動を示す。 $2\pi/3$  では遷移前後の3次高調波振幅がともに0であり、3次高調波の急激な変化が生じていない。

【0095】

このように、3次高調波がゼロクロスする位相、つまり、 $0\text{ rad}$ 、 $\pi/3\text{ rad}$ 、 $2\pi/3\text{ rad}$ 、 $\pi\text{ rad}$ 、 $4\pi/3\text{ rad}$ 、 $5\pi/3\text{ rad}$  近傍で遷移用テーブルインデックス  $idx'$  を採用するよう遷移判定を行えば、(C)に起因する電流衝撃を防ぐことができる。

【0096】

(C)では3の倍数次すべてを対象としていたが、3次高調波のゼロクロスする位相は3の倍数次の電圧高調波全てのゼロクロスする位相であるので、3より大きい3の倍数次高調波の問題が生じることはない。

【0097】

以上を実現するための動作を検討する。図11に示すように遷移判定部9に制御位相と制御位相前回値  $z$  が入力される。そして、遷移判定部9では図12のフローチャートに基づく処理が行われ、遷移判定結果  $sel$  が出力される。遷移判定結果  $sel$  は遷移用スイッチ  $SW2$  に入力され、 $sel = 0$  ならばテーブルインデックス前回値  $idx\_z$  を採用し、 $sel = 1$  ならば遷移用テーブルインデックス  $idx'$  を採用する。つまり、 $sel = 1$  のとき遷移処理が行われ、 $sel = 0$  のとき遷移なしとする。

【0098】

次に、図12の動作について説明する。図12は  $0\text{ rad}$ 、 $\pi/3\text{ rad}$ 、 $2\pi/3\text{ rad}$ 、 $\pi\text{ rad}$ 、 $4\pi/3\text{ rad}$ 、 $5\pi/3\text{ rad}$  を越えた周期のみ  $sel = 1$  とするよう動作する。

【0099】

3-1において、制御位相  $\theta$ 、制御位相前回値  $z$  を入力する。制御位相  $\theta$  は  $0 < \theta < 2\pi$  の範囲で変化することを前提にしている。3-2では制御位相  $\theta$  と制御位相前回値  $z$  の差の絶対値が  $\pi/3\text{ rad}$  より大きいか否かを判定する。この判定は、制御位相  $\theta$  が  $0\text{ rad}$  付近から  $2\pi/3\text{ rad}$  付近に、あるいはその逆方向に変化したことを検出する。通

10

20

30

40

50

常 が積分されるときに 1 制御周期に 以上増減することはないため、差が  $\pi$  rad 以上ならば  $0$  rad または  $2\pi$  rad を越えたとみなし、遷移を行う。3 - 2 において  $y_{es}$  の場合は 3 - 7 へ移行して  $Se1 = 1$  とする。

【0100】

3 - 2 で  $n_o$  の場合は 3 - 3 へ移行する。3 - 3 では制御位相  $\theta_c$  が U 相位相の基準であるとして、遷移候補  $A_{Uj}$  を  $0$  rad のみ除いた  $\pi/3$  rad,  $2\pi/3$  rad,  $\pi$  rad,  $4\pi/3$  rad,  $5\pi/3$  rad のうちから選択する。

【0101】

その後、3 - 4 にて遷移候補  $A_{Uj}$  と制御位相  $\theta_c$  の大小関係が制御位相前回数  $\theta_{cz}$  から変化したかどうかで分岐している。3 - 4 では、 $(\theta_c - A_{Uj}) * (\theta_{cz} - A_{Uj})$  が 0 よりも小さいか否かを判定し、0 よりも小さい場合は 3 - 7 へ移行し、0 以上の場合は 3 - 5 へ移行する。すなわち、演算結果が負ならば今回の制御位相  $\theta_c$  と制御位相前回数  $\theta_{cz}$  で遷移候補  $A_{Uj}$  をまたいだことになるため  $y_{es}$  として 3 - 7 へ移行し、 $Se1 = 1$  とする。

【0102】

3 - 5 は全ての遷移候補について演算を行ったか否かを判断する。全ての候補で 3 - 4 が  $n_o$  であれば遷移は行わないとして 3 - 6 へ移行し  $Se1 = 0$  とする。3 - 6, 3 - 7 において、遷移判定結果  $Se1$  を確定した後はそれを出力とし、図 11 の遷移用スイッチ  $SW2$  に入力する。以上が、図 12 のフローチャートの動作である。

【0103】

図 8 の遷移用インデックス探索部 5 のフローチャートには変更はないが、遷移判定の位相から必然的に遷移時の位相  $A_{xj}$  は  $0$  rad,  $\pi/3$  rad,  $2\pi/3$  rad,  $\pi$  rad,  $4\pi/3$  rad,  $5\pi/3$  rad のいずれかに限定されることになる。以上が本実施形態 2 の動作方法である。

【0104】

ここまで、単相の動作のみを検討していたが、3 相のシステムにおいて 3 次高調波のゼロクロスする位相は他の相においても 3 次高調波がゼロクロスする位相である。他の相を考慮したとしても遷移できる位相が増えること、あるいは減ることはない。

【0105】

したがって、本実施形態 2 では図 11 の制御を行い、かつ、遷移判定を  $0$  rad,  $\pi/3$  rad,  $2\pi/3$  rad,  $\pi$  rad,  $4\pi/3$  rad,  $5\pi/3$  rad とすることで、3 の倍数次の電圧高調波がパルスパターンごとに変動する場合の適切なパルスパターン遷移を行うことができる。

【0106】

以上示したように、本実施形態 2 によれば、図 8, 図 11, 図 12 に基づいて、遷移時の適切なテーブル参照位置を指定し、遷移後のパルスパターンの指令電圧レベルに追従させ、かつ、遷移タイミングを  $0$  rad,  $\pi/3$  rad,  $2\pi/3$  rad,  $\pi$  rad,  $4\pi/3$  rad,  $5\pi/3$  rad 近傍に限定することで、電流衝撃のないパルスパターン遷移、3 の倍数次の電圧高調波がパルスパターンごとに変動するパルスパターン設計への対応を達成した制御を行うことができる。

【0107】

また、特許文献 1, 2 に対しては、4 レベル以上のマルチレベル電力変換器に適用可能である、3 の倍数次の電圧高調波がパルスパターンごとに変動することを考慮しているという利点がある。

【0108】

以上、本発明において、記載された具体例に対してのみ詳細に説明したが、本発明の技術思想の範囲で多彩な変形および修正が可能であることは、当業者にとって明白なことであり、このような変形および修正が特許請求の範囲に属することは当然のことである。

【符号の説明】

【0109】

10

20

30

40

50

- 1 ... 上位制御部
- 2 ... 固定パルスパターン変調部
- 3 ... 電力変換器 (インバータ)
- 4 ... 負荷
- SW1, SW2 ... 遷移用スイッチ
- 5 ... 遷移用インデックス探索部
- 6 ... テーブル比較部
- 7, 8 ... バッファ
- 9 ... 遷移用判定部

【要約】

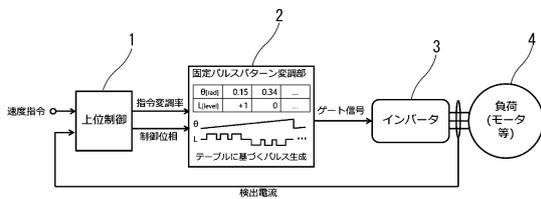
10

【課題】電流衝撃のないパルスパターン遷移を行うことができ、かつ、4レベル以上のマルチレベル電力変換器にも適用可能な電力変換システムを提供する。

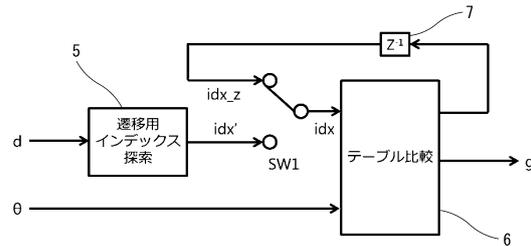
【解決手段】各変調率毎に位相情報に応じて指令電圧レベルを定めたパルスパターンが格納されたテーブルを参照し、指令変調率  $d$  および制御位相に基づいてゲート信号  $g$  を生成する固定パルスパターン変調部 2 を備え、ゲート信号  $g$  に基づいて電力変換器 3 を駆動する電力変換システムにおいて、固定パルスパターン変調部 2 は、パルスパターン遷移時に、遷移後の適切なテーブル参照位置を探索し、遷移後のパルスパターンの指令電圧レベル  $L$  へ追従させる。

【選択図】図 1

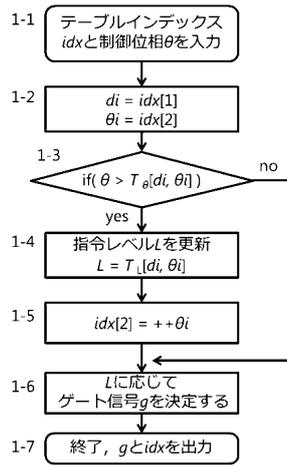
【図 1】



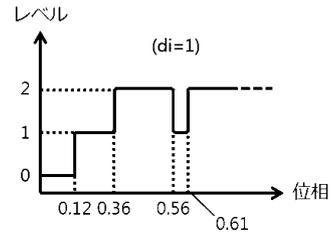
【図 2】



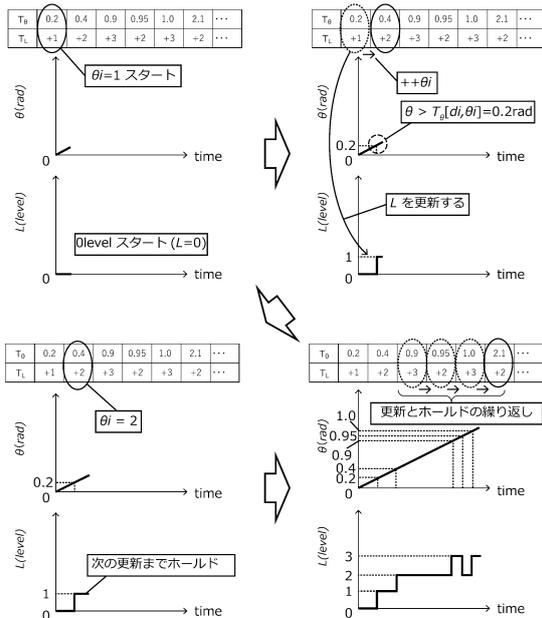
【 図 3 】



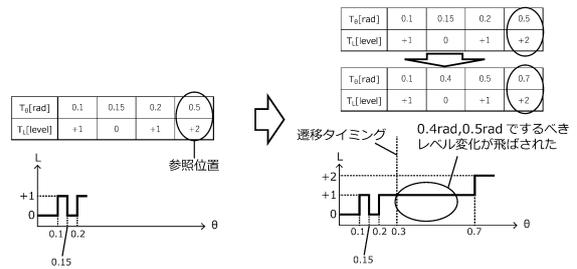
【 図 4 】



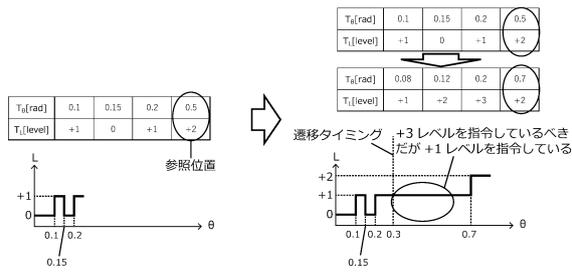
【 図 5 】



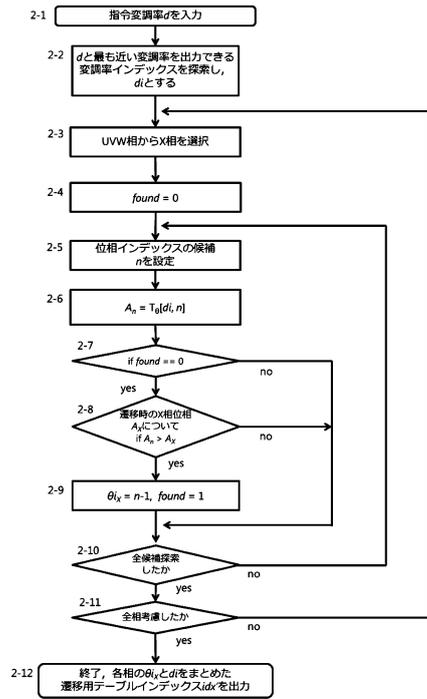
【 図 6 】



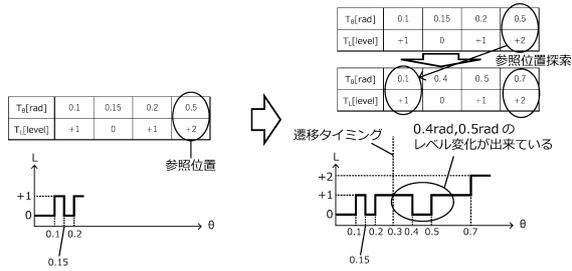
【図7】



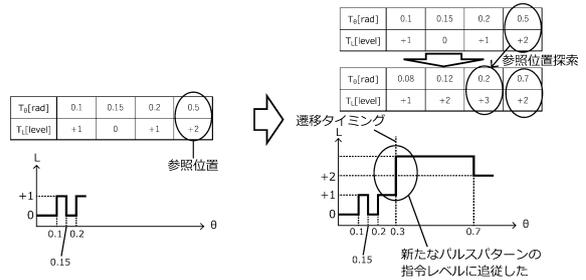
【図8】



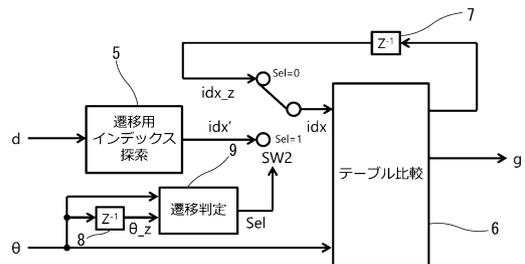
【図9】



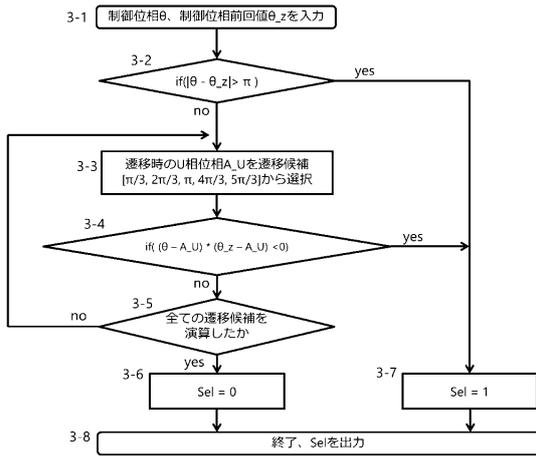
【図10】



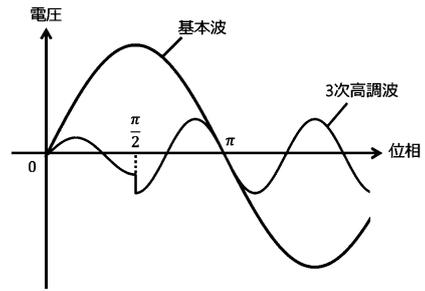
【図11】



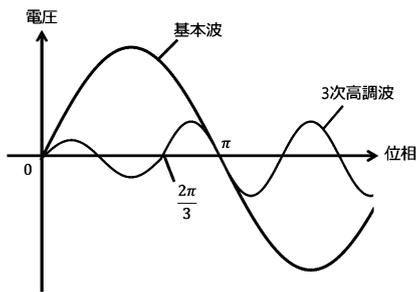
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 滝口 昌司  
東京都品川区大崎2丁目1番1号 株式会社明電舎内

審査官 山崎 雄司

(56)参考文献 特開2019-180181(JP,A)  
国際公開第2016/059684(WO,A1)  
特開2017-204918(JP,A)  
特開2012-210066(JP,A)  
特開2014-143831(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 1/00 - 1/44  
H02M 7/00 - 7/98  
H02P 21/00 - 25/03  
H02P 25/04  
H02P 25/10 - 27/18