

(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2020-184846  
(P2020-184846A)

(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)
<b>HO2M 7/493 (2007.01)</b>		HO2M 7/493		5H770
<b>HO2M 7/48 (2007.01)</b>		HO2M 7/48	F	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2019-88745 (P2019-88745)  
(22) 出願日 令和1年5月9日 (2019.5.9)

(71) 出願人 000004260  
株式会社デンソー  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
(74) 代理人 110000028  
特許業務法人明成国際特許事務所  
(72) 発明者 久保 祐輝  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内  
Fターム(参考) 5H770 AA05 DA03 DA22 DA30 EA02  
EA21 GA02 HA02W HA14W

(54) 【発明の名称】 電力供給装置

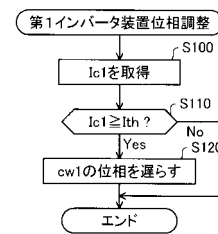
(57) 【要約】

【課題】複数のインバータ装置の駆動に用いられる搬送波の位相を適切に調整する。

【解決手段】電力供給装置10は、直流電源200と、前記直流電源にそれぞれ平滑コンデンサを介して接続される2つのインバータ装置211、212と、前記平滑コンデンサの電流をそれぞれ取得する2つの電流センサ281、282と、を備え、前記2つのインバータ装置のうちの第1インバータ装置211は、第1平滑コンデンサC1に流れる第1平滑コンデンサ電流Ic1が判定値Ithを超えた場合に前記第1インバータ装置を駆動する第1搬送波cw1の位相を遅らせ、前記2つのインバータ装置のうちの前記第1インバータ装置と異なる第2インバータ装置211は、第2平滑コンデンサC2に流れる第2平滑コンデンサ電流Ic2が判定値Ithを超えた場合に前記第2インバータ装置を駆動する第2搬送波cw2の位相を進ませる。

【選択図】 図5A

Fig.5A



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

直流電源（200）と、

前記直流電源にそれぞれ平滑コンデンサを介して接続される2つのインバータ装置（211、212）と、

前記平滑コンデンサの電流をそれぞれ取得する2つの電流センサ（281、282）と

を備え、

前記2つのインバータ装置のうちの第1インバータ装置（211）は、第1平滑コンデンサ（C1）に流れる第1平滑コンデンサ電流（ $I_{c1}$ ）が判定値（ $I_{th}$ ）を超えた場合に前記第1インバータ装置の駆動に用いられる第1搬送波（ $cw1$ ）の位相を遅らせ、

10

前記2つのインバータ装置のうちの前記第1インバータ装置と異なる第2インバータ装置（211）は、第2平滑コンデンサ（C2）に流れる第2平滑コンデンサ電流（ $I_{c2}$ ）が判定値（ $I_{th}$ ）を超えた場合に前記第2インバータ装置の駆動に用いられる第2搬送波（ $cw2$ ）の位相を進ませる、

電力供給装置。

**【請求項 2】**

請求項1に記載の電力供給装置であって、

前記第1搬送波の周波数と前記第2搬送波の周波数の比は、整数である、電力供給装置

20

**【請求項 3】**

請求項2に記載の電力供給装置であって、

前記第1インバータ装置及び前記第2インバータ装置は、いずれも三相変調インバータ装置であり、

前記第1搬送波の周波数と前記第2搬送波の周波数は同一周波数である、電力供給装置

**【請求項 4】**

請求項3に記載の電力供給装置であって、

前記第1平滑コンデンサ電流における前記第1搬送波の第2次高調波成分を前記判定値と比較し、

30

前記第2平滑コンデンサ電流における前記第2搬送波の第2次高調波成分を前記判定値と比較する、電力供給装置。

**【請求項 5】**

請求項2に記載の電力供給装置であって、

前記第1インバータ装置及び前記第2インバータ装置は、いずれも二相変調インバータ装置であり、

前記第1搬送波の周波数と前記第2搬送波の周波数は同一周波数である、電力供給装置

**【請求項 6】**

請求項5に記載の電力供給装置であって、

40

前記第1平滑コンデンサ電流における前記第1搬送波の周波数成分を前記判定値と比較し、用い、

前記第2平滑コンデンサ電流における前記第2搬送波の周波数成分を前記判定値と比較する、電力供給装置。

**【請求項 7】**

請求項2に記載の電力供給装置であって、

前記第1インバータ装置と前記第2インバータ装置のうちの一方は二相変調インバータ装置であり、

前記第1インバータ装置と前記第2インバータ装置のうちの他方は三相変調インバータ装置であり、

50

前記二相変調インバータ装置の搬送波の周波数は、前記前記三相変調インバータ装置の搬送波の周波数の2倍である、電力供給装置。

【請求項8】

請求項1から請求項7のいずれか一項に記載の電力供給装置であって、

前記直流電源には2の2倍以上のインバータ装置が接続され、

それぞれ接続される前記第1平滑コンデンサと前記第2平滑コンデンサとの距離が最も近い組み合わせとなる2つのインバータ装置を前記第1インバータ装置と前記第2インバータ装置として前記第1搬送波と前記第2搬送波が制御される、電力供給装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本開示は、電力供給装置に関し、特に複数のインバータ装置を有する電力供給装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、負荷を駆動する複数のインバータ装置を備える装置において、2つのインバータ装置のスイッチングの位相をずらすことで、騒音や出力の乱れを改善させることが知られている（例えば特許文献1、特許文献2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0003】

【特許文献1】特開平06-165307号公報

【特許文献2】特開2003-134885号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、こうした複数のインバータ装置を備える装置では、複数のインバータ装置に設けられている平滑コンデンサに流れる電流を適正に制御することは、考慮されていなかった。平滑コンデンサに流れる電流は、インバータ装置の配置により変化するため、一律の調整も困難であった。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示の一形態によれば、電力供給装置(10)が提供される。この電力供給装置は、直流電源(200)と、前記直流電源にそれぞれ平滑コンデンサを介して接続される2つのインバータ装置(211、212)と、前記平滑コンデンサの電流をそれぞれ取得する2つの電流センサ(281、282)と、を備え、前記2つのインバータ装置のうちの第1インバータ装置(211)は、第1平滑コンデンサ(C1)に流れる第1平滑コンデンサ電流(Ic1)が判定値(Ith)を超えた場合に前記第1インバータ装置の駆動に用いられる第1搬送波(cw1)の位相を遅らせ、前記2つのインバータ装置のうちの前記第1インバータ装置と異なる第2インバータ装置(211)は、第2平滑コンデンサ(C2)に流れる第2平滑コンデンサ電流(Ic2)が判定値(Ith)を超えた場合に前記第2インバータ装置の駆動に用いられる第2搬送波(cw2)に位相を進ませる。この形態によれば、2つの搬送波の位相差を適切に調整し、平滑コンデンサ電流を低減できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】第1実施形態の駆動システムの概略構成図である。

【図2】2つの搬送波を示す説明図である。

【図3】インバータ装置のブロック図である。

【図4】平滑コンデンサ電流が判定値を超えたときの2つの搬送波の遷移を示す説明図である。

50

- 【図 5 A】第 1 搬送波の位相調整フローチャートである。  
 【図 5 B】第 2 搬送波の位相調整フローチャートである。  
 【図 6 A】2 つの搬送波の位相差と平滑コンデンサ電流を示すグラフである。  
 【図 6 B】図 6 A の各状態における 2 つの搬送波の波形と位相を示すグラフである。  
 【図 7】2 つの搬送波の位相差と平滑コンデンサ電流を示すグラフである。  
 【図 8】第 2 実施形態の駆動システムの概略構成図である。  
 【図 9】第 3 実施形態の駆動システムの概略構成図である。  
 【発明を実施するための形態】

【0007】

・第 1 実施形態：

10

図 1 に示す電力供給装置は、システム 10 は、直流電源 200 と、2 つのインバータ装置 211、212 と、2 個の平滑コンデンサ C1、C2 と、電流センサ 281、282 と、を備える。2 つのインバータ装置 211、212 は、いずれも三相変調インバータ装置である。また、2 つの電動モータ 301、302 は、いずれも三相モータである。

【0008】

第 1 インバータ装置 211 は、第 1 平滑コンデンサ C1 を介して直流電源 200 に接続され、第 2 インバータ装置 212 は、第 2 平滑コンデンサ C2 を介して直流電源 200 に接続されている。図 1 の La は、直流電源 200 から 2 つのインバータ装置 211、212 の分岐点 N1 までの配線インダクタであり、L1 は、分岐点 N1 から第 1 平滑コンデンサ C1 までの配線インダクタであり、L2 は、分岐点 N1 から第 2 平滑コンデンサ C2 までの配線インダクタである。配線インダクタ La、L1、L2 の大きさは、主に各配線の長さに依存する。

20

【0009】

図示しない制御部は、第 1 電動モータ 301 に要求される駆動力に応じて、第 1 インバータ装置 211 を駆動するための指令信号 Cs1u、Cs1v、Cs1w を生成し、第 2 電動モータ 302 に要求される駆動力に応じて、第 2 インバータ装置 212 を駆動するための指令信号 Cs2u、Cs2v、Cs2w を生成する。第 1 インバータ装置 211 は、指令信号 Cs1u、Cs1v、Cs1w を用いて第 1 電動モータ 301 に供給する駆動電圧 V1u、V1v、V1w を生成し、第 2 インバータ装置 212 は、指令信号 Cs2u、Cs2v、Cs2w を用いて第 2 電動モータ 302 に供給する駆動電圧 V2u、V2v、V2w を生成する。

30

【0010】

本実施形態において、第 1 平滑コンデンサ C1 に流れる電流を「第 1 平滑コンデンサ電流 Ic1」と呼び、第 2 平滑コンデンサ C2 に流れる電流を「第 2 平滑コンデンサ電流 Ic2」と呼ぶ。第 1 平滑コンデンサ電流 Ic1 は、第 1 電流センサ 281 により取得され、第 2 平滑コンデンサ電流 Ic2 は、第 2 電流センサ 282 により取得される。第 1 平滑コンデンサ電流 Ic1 と第 2 平滑コンデンサ電流 Ic2 は、インバータ装置 211、212 と電源との間の配線インダクタ La、L1、L2 と、及び 2 つのインバータ装置 211、212 の搬送波の位相により変動する。配線インダクタ La、L1、L2 は、インバータ装置 211、212 を設置した段階で固定される。本実施形態では、インバータ装置 211、212 は、インバータ装置 211、212 が設置された後において、第 1 平滑コンデンサ電流 Ic1 と第 2 平滑コンデンサ電流 Ic2 における電流、特に搬送波の周波数の 2 倍の周波数の高調波成分を少なくするように、2 つのインバータ装置 211、212 の駆動に用いられる搬送波の位相を調整する。

40

【0011】

第 1 インバータ装置 211 の駆動に用いられる搬送波を「第 1 搬送波 cw1」、第 2 インバータ装置 212 の駆動に用いられる搬送波を「第 2 搬送波 cw2」と呼ぶ。第 1 実施形態では、図 2 に示すように、第 1 搬送波 cw1 と第 2 搬送波 cw2 の周波数は、同一周波数である。ただし、搬送波 cw1 の周波数と、cw2 の周波数は異なる周波数であっても良い。この場合、搬送波 cw1 の周波数 f1 と、cw2 の周波数 f2 の比は、整数比

50

であることが好ましい。整数比とは、例えば、 $f_1 > f_2$  のとき、 $f_1 / f_2$  が整数になることを意味する。第1搬送波  $cw_1$  の周波数  $f_1$  と、第2搬送波  $cw_2$  の周波数  $f_2$  の比が整数比であれば、第1平滑コンデンサ電流  $I_{c1}$  と第2平滑コンデンサ電流  $I_{c2}$  における搬送波の高次高調波成分が同一周波数となる。このような場合、2つの搬送波  $cw_1$ 、 $cw_2$  の位相を調整することで、第1平滑コンデンサ電流  $I_{c1}$  と第2平滑コンデンサ電流  $I_{c2}$  の高次高調波成分をキャンセル、あるいは、小さくできる。なお、搬送波  $cw_1$ 、 $cw_2$  の周波数が同じであれば、第1平滑コンデンサ電流  $I_{c1}$  と第2平滑コンデンサ電流  $I_{c2}$  における搬送波の主要高調波成分をキャンセル、あるいは、小さくできる。

#### 【0012】

10

図2に示すように、搬送波  $cw_1$ 、 $cw_2$  は、三角波である。但し、搬送波  $cw_1$ 、 $cw_2$  は、正弦波、矩形波、ノコギリ波、台形波など、三角波以外の波形であってもよい。第1搬送波  $cw_1$  がマイナスからプラスに遷移するゼロクロス点の位相を  $\theta_1$ 、代2搬送波  $cw_2$  がマイナスからプラスに遷移するゼロクロス点の位相を  $\theta_2$  とする。第1平滑コンデンサ電流  $I_{c1}$  と第2平滑コンデンサ電流  $I_{c2}$  を適切な値とする  $\theta_1$  と  $\theta_2$  の値は、直流電源200と、2つのインバータ装置211、212の配置位置により異なる。

#### 【0013】

20

図3に示すように、第1インバータ装置211は、第1三角波発生回路221と、複数の第1遅延回路231と、第1電流比較回路241と、第1搬送波選択回路251と、第1駆動信号生成回路261と、第1H型ブリッジ回路271と、を備える。第1三角波発生回路221は、基準となる三角波  $cw_a$  を発生する。第1遅延回路231は、入力された三角波を予め定められた位相だけ遅延させる。三角波の1周期を  $T$ 、第1遅延回路231の数を  $n$  個とすると、1つの第1遅延回路231は、三角波の位相を  $T/n$  だけ遅延させるように設計されている。第1電流比較回路241は、第1平滑コンデンサ電流  $I_{c1}$  と判定値  $I_{th}$  とを比較し、 $I_{c1} > I_{th}$  のとき、第1搬送波  $cw_1$  の位相を遅らせる指示をする信号  $S_1$  を第1搬送波選択回路251に送る。第1搬送波選択回路251は、選択された搬送波を、第1搬送波  $cw_1$  として出力する。

#### 【0014】

30

図4に示すように、第1搬送波  $cw_1$  は、信号  $S_1$  が入力されるたびに、 $cw_a$ 、 $cw_b$ 、 $\dots$ 、 $cw_h$  /  $cw_a$  /  $cw_b$ 、 $\dots$  /  $cw_h$ 、 $cw_a$  のように、循環的に位相が遅れる。なお、搬送波  $cw_1$  は、搬送波  $cw_a$  と位相が  $T/n$  だけずれている信号であり、搬送波  $cw_a$  を図示しないインバータ回路で反転させることで容易に生成できる。また、第1遅延回路231の数を増やして  $cw_a \sim cw_h$  を第1遅延回路231から生成しても良い。他の搬送波  $cw_2$  から  $cw_h$  についても同じである。

#### 【0015】

40

図3の第1駆動信号生成回路261は、指令信号  $Cs_{1u}$ 、 $Cs_{1v}$ 、 $Cs_{1w}$  と搬送波  $cw_1$  とを比較し、第1Hブリッジ回路271を駆動する駆動信号  $Dr_{1u}$ 、 $Dr_{1v}$ 、 $Dr_{1w}$  を生成する。例えば、第1駆動信号生成回路261は、 $Cs_{1u} > cw_1$  のとき、 $u$  相の駆動信号  $Dr_{1u}$  を  $H$  とし、 $Cs_{1u} < cw_1$  のとき、 $u$  相の駆動信号  $Dr_{1u}$  を  $L$  とする。第1駆動信号生成回路261は、他の  $v$  相、 $w$  相の駆動信号  $Dr_{1v}$ 、 $Dr_{1w}$  についても同様に駆動信号  $Dr_{1v}$ 、 $Dr_{1w}$  を生成する。指令信号  $Cs_{1u}$ 、 $Cs_{1v}$ 、 $Cs_{1w}$  は、PWM駆動におけるデューティの決定に用いられる。第1Hブリッジ回路271は、駆動信号  $Dr_{1u}$ 、 $Dr_{1v}$ 、 $Dr_{1w}$  により、 $u$  相、 $v$  相、 $w$  相の駆動電圧  $V_{1u}$ 、 $V_{1v}$ 、 $V_{1w}$  を生成する。

#### 【0016】

50

第2インバータ装置212の構成は、第1インバータ装置211とほぼ同じである。ただし、第2電流比較回路は、第2平滑コンデンサ電流  $I_{c2}$  と判定値  $I_{th}$  とを比較し、 $I_{c2} > I_{th}$  のとき、第2搬送波  $cw_2$  の位相を進ませる指示をする信号を第2搬送波選択回路に送る。第2搬送波選択回路は、選択された搬送波を、第2搬送波  $cw_2$  として出力する。したがって、図4に示すように、第2搬送波  $cw_2$  は、信号  $S_2$  が入力される

たびに、 $cwh \quad cwg \quad \dots \quad cwa \quad / \quad cwh \quad / \quad cwg \quad \dots \quad / \quad cwa \quad cwh$ のように、第1搬送波 $cw1$ と逆方向に循環的に位相が進む。

【0017】

図3に示す例では、第1遅延回路231の数は7個であるが、1つの遅延回路231による遅延量を少なくし、遅延回路231の数を増加させても良い。位相を遅らせる大きさを細かくできるのでより高精度に位相を制御できる。第2インバータ装置212においても同様である。

【0018】

図5Aは、第1インバータ装置221における第1搬送波 $cw1$ の位相調整フローチャートである。第1インバータ装置221は、予め定められた期間毎に、この処理を実行する。ステップS100では、第1インバータ装置221は、第1平滑コンデンサ電流 $Ic1$ を取得する。ステップS110では、第1インバータ装置221の第1電流比較回路241は、第1平滑コンデンサ電流 $Ic1$ と、判定値 $Ith$ とを比較し、 $Ic1 > Ith$ の場合には、信号 $S1$ を発信し、ステップS120に移行する。 $Ic1 \leq Ith$ の場合には、処理を終了する。

10

【0019】

ステップS120において、第1インバータ装置211の第1搬送波選択回路251は、信号 $S1$ を発信すると、第1搬送波 $cw1$ の位相を $\pi/8$ だけ遅らせ、その後、処理を終了する。

【0020】

図5Bは、第2インバータ装置222における第2搬送波 $cw2$ の位相調整フローチャートである。第2インバータ装置222は、予め定められた期間毎に、この処理を実行する。ステップS200では、第2インバータ装置222は、第2平滑コンデンサ電流 $Ic2$ を取得する。ステップS210では、第2インバータ装置222の第2電流比較回路242は、第2平滑コンデンサ電流 $Ic2$ と、判定値 $Ith$ とを比較し、 $Ic2 > Ith$ の場合には、信号 $S2$ を発信し、ステップS220に移行する。 $Ic2 \leq Ith$ の場合には、処理を終了する。

20

【0021】

ステップS220において、第2インバータ装置212の第2搬送波選択回路252は、信号 $S2$ を発信すると、第2搬送波 $cw2$ の位相を $\pi/8$ だけ進ませ、その後、処理を終了する。

30

【0022】

次に、図6A、6Bを用いて、第1搬送波 $cw1$ と第2搬送波 $cw2$ の位相の調整により第1平滑コンデンサ電流 $Ic1$ 、第2平滑コンデンサ電流 $Ic2$ がどのように変化するか、を説明する。図6Aの横軸は、第1搬送波 $cw1$ の位相 $\theta_1$ と第2搬送波 $cw2$ の位相 $\theta_2$ との位相差 $|\theta_1 - \theta_2|$ であり、縦軸は、第1平滑コンデンサ電流 $Ic1$ と、第2平滑コンデンサ電流 $Ic2$ における搬送波 $cw1$ 、 $cw2$ の周波数の2倍の周波数成分である。図6Bは、図6Aの各状態における搬送波 $cw1$ 、 $cw2$ を示す。

【0023】

初期の状態(1)では、第1搬送波 $cw1$ の位相は $\theta_{11}$ であり、第2搬送波 $cw2$ の位相は $\theta_{21}$ であり、位相差 $\theta_1$ は、 $|\theta_{11} - \theta_{21}|$ である。状態(1)では、 $Ic1 > Ith$ であるので、第1インバータ装置211は、第1搬送波 $cw1$ の位相を $\theta_{11}$ から $\theta_{12}$ に遅らせる(図5AのステップS120)。状態(1)では、 $Ic2 \leq Ith$ であるので、第2インバータ装置212は、第2搬送波 $cw2$ の位相を進ませない。この処理の結果の状態を状態(2)とする。状態(2)における第1搬送波 $cw1$ と第2搬送波 $cw2$ の位相差 $\theta_2$ ( $= |\theta_{12} - \theta_{21}|$ )は、状態(1)よりも $\pi/8$ だけ大きくなっている。したがって、状態(2)における動作点は、状態(1)における動作点よりも右に存在する。状態(2)では、状態(1)と位相差が異なるので、第1平滑コンデンサ電流 $Ic1$ 、第2平滑コンデンサ電流 $Ic2$ が変わる。状態(2)でも同様に、図5A、図5Bに示すフローチャートが実行される。

40

50

## 【0024】

状態(2)では、 $Ic1 > Ith$ であるので、第1インバータ装置211は、第1搬送波 $cw1$ の位相を12から13に遅らせる(図5AのステップS120)。また、 $Ic2 > Ith$ であるので、第2インバータ装置212は、第2搬送波 $cw2$ の位相を22から23に進ませる(図5BのステップS220)。この処理の結果の状態を状態(3)とする。状態(3)では、第1搬送波 $cw1$ と第2搬送波 $cw2$ の位相差3( $= |13 - 23|$ )は、状態(2)よりも大きくなる。なお、状態(1)から状態(2)へは、第1搬送波 $cw1$ の位相のみが遅れるのに対し、状態(2)から状態(3)へは、第1搬送波 $cw1$ の位相が遅れ、第2搬送波 $cw2$ の位相が進む。そのため、状態(3)における第1搬送波 $cw1$ と第2搬送波 $cw2$ の位相差は、状態(2)よりも2/8

10

## 【0025】

状態(3)では、 $Ic1 < Ith$ であるので、第1インバータ装置211は、第1搬送波 $cw1$ の位相を遅らせない。 $Ic2 > Ith$ であるので、第2インバータ装置212は、第2搬送波 $cw2$ の位相を23から24に進ませる(図5BのステップS220)。この処理の結果の状態を状態(4)とする。状態(4)における第1搬送波 $cw1$ と第2搬送波 $cw2$ の位相差4( $= |14 - 24|$ )は、状態(3)よりも1/8だけ大きくなっている。

## 【0026】

状態(4)では、 $Ic1 < Ith$ であるので、第1インバータ装置211は、第1搬送波 $cw1$ の位相を遅らせない。 $Ic2 > Ith$ であるので、第2インバータ装置212は、第2搬送波 $cw2$ の位相を24から25に進ませる(図5BのステップS220)。この処理の結果の状態を状態(5)とする。状態(5)における第1搬送波 $cw1$ と第2搬送波 $cw2$ の位相差5( $= |15 - 25|$ )は、状態(4)よりも1/8だけ大きくなる。

20

## 【0027】

状態(5)では、 $Ic1 < Ith$ であるので、第1インバータ装置211は、第1搬送波 $cw1$ の位相を遅らせない。 $Ic2 < Ith$ であるので、第2インバータ装置212は、第2搬送波 $cw2$ の位相を遅らせない。したがって、状態(5)で位相の調整処理が終了する。

30

## 【0028】

図6Aでは、状態(1)で、第1搬送波 $cw1$ の位相が第2搬送波 $cw2$ の位相よりも遅れている場合を例にとって説明したが、図7に示すように、第1搬送波 $cw1$ の位相が第2搬送波 $cw2$ の位相よりも進んでいる場合も同様である。

## 【0029】

状態(1)では、第1搬送波 $cw1$ の位相は11であり、第2搬送波 $cw2$ の位相は21であり、位相差1は、 $|11 - 21|$ である。状態(1)では、 $Ic1 > Ith$ であるので、第1インバータ装置211は、第1搬送波 $cw1$ の位相を11から12に遅らせる(図5AのステップS120)。状態(1)では、 $Ic2 < Ith$ であるので、第2インバータ装置212は、第2搬送波 $cw2$ の位相を進ませない。この処理の結果の状態を状態(2)とする。状態(2)における第1搬送波 $cw1$ と第2搬送波 $cw2$ の位相差2( $= |12 - 22|$ )は、状態(1)よりも1/8だけ小さくなっている。したがって、状態(2)における動作点は、状態(1)における動作点よりも左に存在する。

40

## 【0030】

以下、説明を省略するが、第1インバータ装置211と第2インバータ装置212は、同様の処理を繰り返すことにより、第8状態(8)となる。第8状態(8)では、 $Ic1 < Ith$ となるので、第1インバータ装置211は、第1搬送波 $cw1$ の位相を遅らせない。また、 $Ic2 < Ith$ となるので、第2インバータ装置212は、第2搬送波 $cw2$ の位相を進ませない。このように、第1搬送波 $cw1$ と第2搬送波 $cw2$ の位相の初期位

50

置にかかわらず、位相の調整が可能である。

【0031】

以上、本実施形態によれば、第1インバータ装置211は、第1インバータ装置211に接続される第1平滑コンデンサC1に流れる第1平滑コンデンサ電流 $I_{c1}$ が判定値 $I_{th}$ を超えた場合には、第1インバータ装置211に供給される第1搬送波 $cw1$ の位相遅らせる(図5AのステップS120)。また、第2インバータ装置212は、第2インバータ装置212に接続される第2平滑コンデンサC2に流れる第2平滑コンデンサ電流 $I_{c2}$ が判定値 $I_{th}$ を超えた場合には、第2搬送波 $cw2$ の位相を進ませる(図5BのステップS220)。その結果、インバータ装置211、212の配置位置によらず、第1搬送波 $cw1$ と第2搬送波 $cw2$ の位相差を適切に調整し、平滑コンデンサ電流 $I_{c1}$ 、 $I_{c2}$ を低減することができる。

10

【0032】

上記実施形態では、各インバータ装置211、212は、自己に接続される平滑コンデンサの電流のみに基づいて、それぞれ搬送波 $cw1$ 、 $cw2$ の位相を遅らせ、進ませる。したがって、第1インバータ装置211と、第1インバータ装置212との間の通信が不要である。また、通信の遅れによる影響も発生しない。

【0033】

上記実施形態では、2つのインバータ装置211、212は、いずれも三相変調インバータ装置であるとしたが、2つのインバータ装置211、212が二相変調インバータ装置であってもよい。なお、判定値 $I_{th}$ と比較する平滑コンデンサ電流 $I_{c1}$ 、 $I_{c2}$ は、2つのインバータ装置211、212が三相変調インバータ装置の場合には、搬送波 $cw1$ 、 $cw2$ の周波数の2倍の第2次高調波成分であることが好ましく、2つのインバータ装置211、212が二相変調インバータ装置の場合には、搬送波 $cw1$ 、 $cw2$ の周波数成分であることが好ましい。

20

【0034】

・第2実施形態：

図8に示す第2実施形態では、2つのインバータ装置のうち一方の第1インバータ装置211は、三相変調インバータ装置であるが、他方の第2インバータ装置215は、二相変調インバータ装置である。この場合であっても、同様に、第1平滑コンデンサ電流 $I_{c1}$ が判定値 $I_{th}$ を超えた場合には、第1インバータ装置211は、第1搬送波 $cw1$ の位相を遅らせ(図5AのステップS120)、第2平滑コンデンサ電流 $I_{c5}$ が判定値 $I_{th}$ を超えた場合には、第2インバータ装置215は、第2搬送波 $cw5$ の位相を進ませる(図5BのステップS220)。したがって、第1実施形態と同様に、インバータ装置211、212の配置位置によらず、第1搬送波 $cw1$ と第2搬送波 $cw2$ の位相差を適切に調整し、平滑コンデンサ電流 $I_{c1}$ 、 $I_{c2}$ を低減することができる。なお、第2実施形態では、二相変調インバータ装置である第2インバータ装置215の第2搬送波 $cw5$ の周波数 $f5$ は、三相変調インバータ装置である第1インバータ装置211の第1搬送波 $cw1$ の周波数 $f1$ の2倍であることが好ましい。第1平滑コンデンサ電流 $I_{c1}$ 、第2平滑コンデンサ電流の主要な高調波成分をキャンセルできる。

30

【0035】

・第3実施形態：

図9に示す第3実施形態では、4つのインバータ装置211~214と、4つの電動モータ301~304を備える。第3インバータ装置213には、第3平滑コンデンサC3が接続され、第4インバータ装置214には、第4平滑コンデンサC4が接続されている。図9のLbは、直流電源200から、2つのインバータ装置213、214の分岐点N2までの配線インダクタであり、L3は、分岐点N2から第3インバータ装置213までの配線インダクタであり、L4は、分岐点N2から第4インバータ装置214までの配線インダクタである。

40

【0036】

第3実施形態では、2つのインバータ装置をペアとして、ペアにおける2つの搬送波の

50

位相を調整する。以下、どのような2つのインバータ装置をペアとするかについて説明する。具体的には、2つの平滑コンデンサの距離が近い2つのインバータ装置をペアとする。このペアは、2つの平滑コンデンサの間の配線インダクタを求めることで決定できる。例えば、第1平滑コンデンサC1と第2平滑コンデンサC2との間の配線インダクタの大きさは、 $L_1 + L_2$ である。第1平滑コンデンサC1と第3平滑コンデンサC3との間の配線インダクタの大きさは、 $L_1 + L_a + L_b + L_3$ であり、第1平滑コンデンサC1と第4平滑コンデンサC4との間の配線インダクタの大きさは、 $L_1 + L_a + L_b + L_4$ である。 $L_1 + L_2 < L_1 + L_a + L_b + L_3$ 、 $L_1 + L_2 < L_1 + L_a + L_b + L_4$ である。したがって、第1平滑コンデンサC1にとって、第2平滑コンデンサC2までにインダクタの大きさが最も小さく、距離が最も近い。したがって、第1インバータ装置211と、第2インバータ装置212とがペアとなる。同様に、第3インバータ装置213と、第4インバータ装置214とがペアとなる。一般に、2つの平滑コンデンサの距離が最も近いペアとなる2つのインバータ装置は、相互の影響が強い。その2つのインバータ装置をペアとして、その搬送波の位相を調整すれば、平滑コンデンサ電流を低減できる。

10

## 【0037】

上記、各実施形態において、インバータ装置211、212がそれぞれ三角波発生回路221、222を備えているが、搬送波 $cw_1$ 、 $cw_2$ の周波数が同一周波数の場合には、三角波発生回路をインバータ装置211、212と別に設け、搬送波 $cw_a$ を各インバータ装置211、212に入力するように構成しても良い。

20

## 【0038】

上記実施形態において、遅延回路231、232をそれぞれ7個設け、1回分の搬送波 $cw_1$ の位相を遅らせる大きさと、1回分の搬送波 $cw_2$ の位相を進ませる大きさとを、いずれも $2/8$ として、同じ大きさとしているが、インバータ装置211、212とで、遅延回路の231、232の数を変えて、1回分の搬送波 $cw_1$ の位相を遅らせる大きさ $1$ と、1回分の搬送波 $cw_2$ の位相を進ませる大きさ $2$ とを異なる大きさとしても良い。

## 【0039】

上記実施形態において、搬送波 $cw_2$ の波形は、2ごとに同じ波形となるため、第2インバータ装置212は、位相を $2$ 進ませる代わりに、位相を $(2 - 2)$ 遅らせてもよい。第1インバータ装置211が位相 $2$ を遅らせる場合も同様に、位相を $(2 - 1)$ 進めても良い。

30

## 【0040】

本開示は、上述の実施形態に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の構成で実現することができる。例えば、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する実施形態の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するために、あるいは、上述の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

## 【符号の説明】

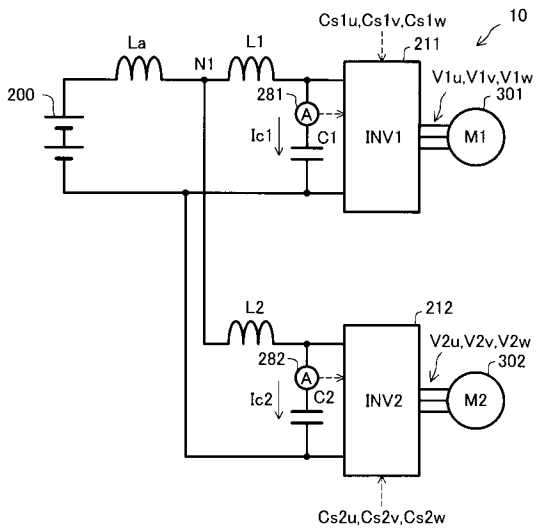
## 【0041】

200 直流電源 211、212 インバータ装置 281、282 電流センサ C1、C2 平滑コンデンサ  $cw_1$ 、 $cw_2$  搬送波  $Ic_1$ 、 $Ic_2$  平滑コンデンサ電流  $Ith$  電流の判定値

40

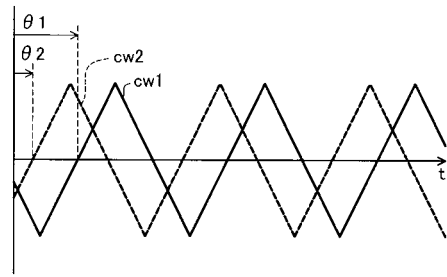
【 図 1 】

Fig.1



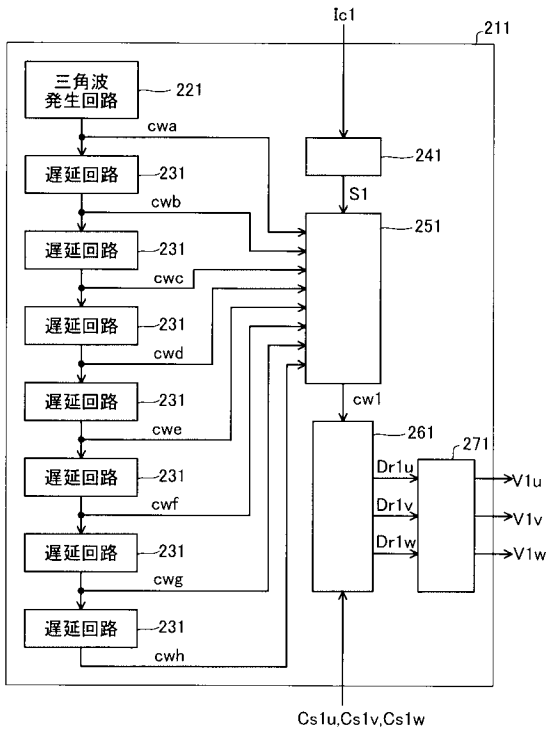
【 図 2 】

Fig.2



【 図 3 】

Fig.3



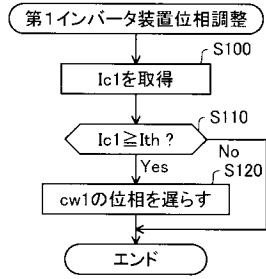
【 図 4 】

Fig.4

cw1		cw2	
選択波形	遅れる大きさ	選択波形	進む大きさ
cwa	0(2π)	cwh	0(2π)
cwb	π/8	cwg	π/8
cwc	2π/8	cfw	2π/8
cwd	3π/8	cwe	3π/8
cwe	4π/8	cwd	4π/8
cfw	5π/8	cwc	5π/8
cwg	6π/8	cwb	6π/8
cwh	7π/8	cwa	7π/8
/cwa	8π/8	/cwh	8π/8
/cwb	9π/8	/cwg	9π/8
/cwc	10π/8	/cfw	10π/8
/cwd	11π/8	/cwe	11π/8
/cwe	12π/8	/cwd	12π/8
/cfw	13π/8	/cwc	13π/8
/cwg	14π/8	/cwb	14π/8
/cwh	15π/8	/cwa	15π/8

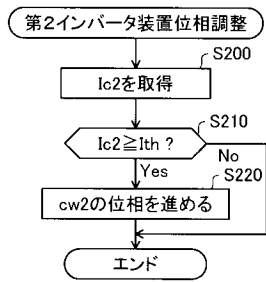
【図5A】

Fig.5A



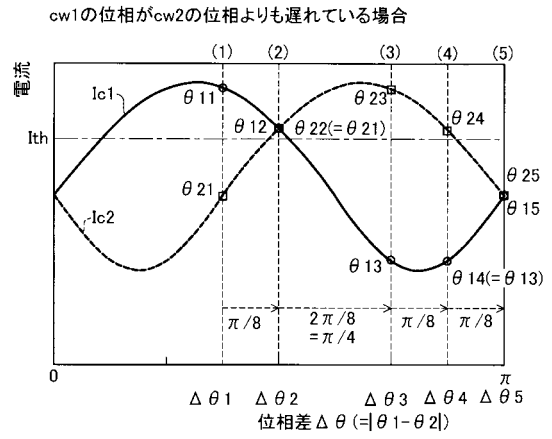
【図5B】

Fig.5B



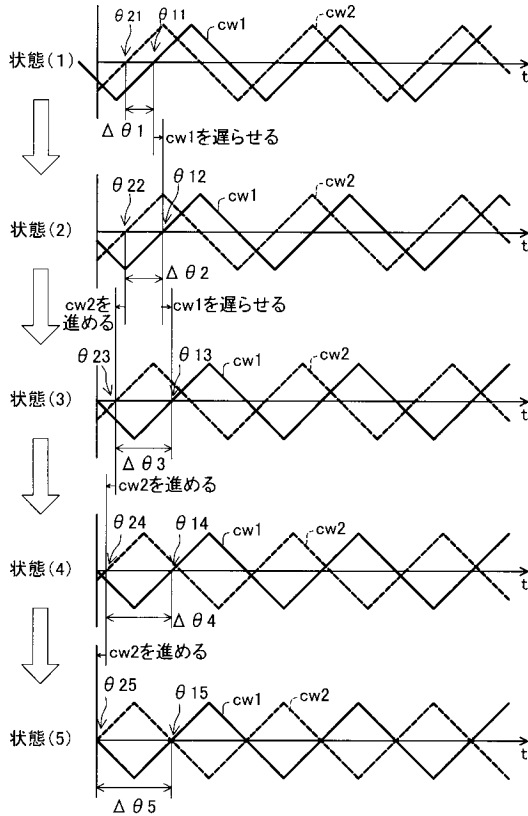
【図6A】

Fig.6A



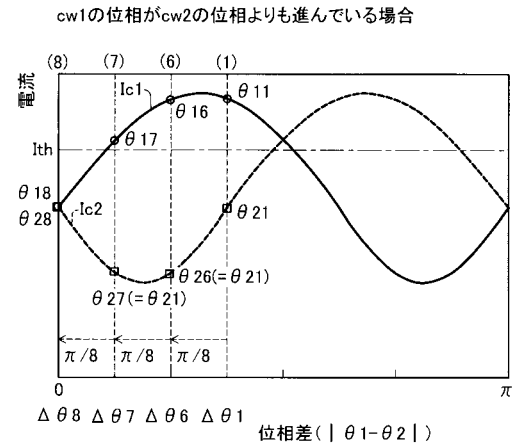
【図6B】

Fig.6B



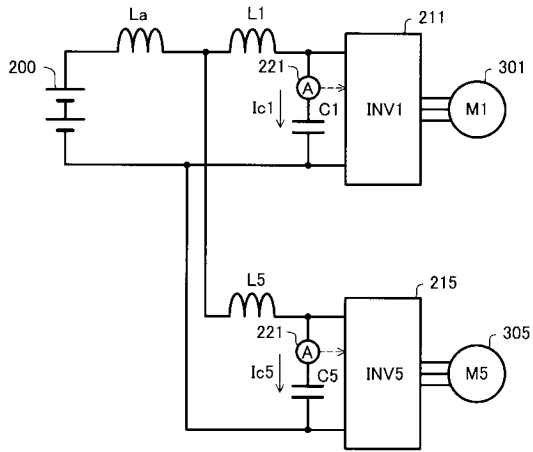
【図7】

Fig.7



【 図 8 】

Fig.8



【 図 9 】

Fig.9

