

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 12 月 11 日(11.12.2014)



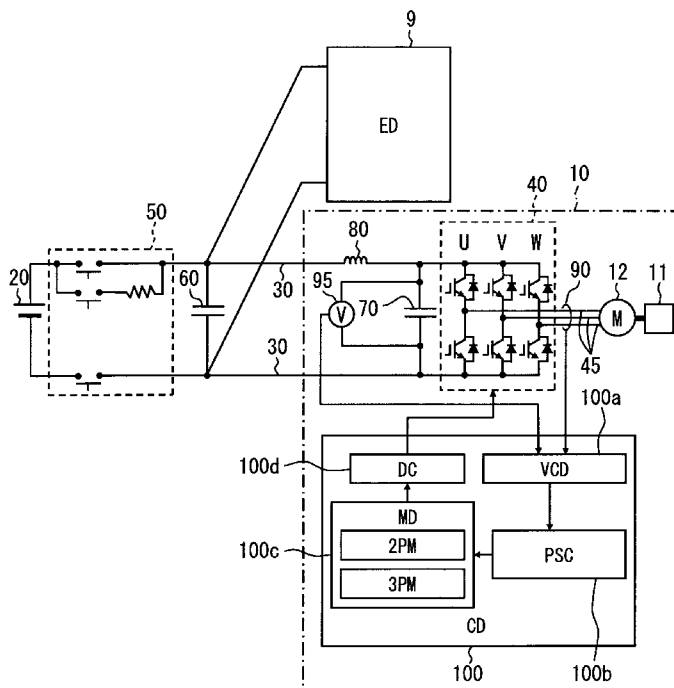
(10) 国際公開番号
WO 2014/196162 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 6/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/002810
- (22) 国際出願日: 2014 年 5 月 28 日(28.05.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-117042 2013 年 6 月 3 日(03.06.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 酒井 剛志(SAKAI, Koji); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 金 順姫(KIN, Junhi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦 2 丁目 1 3 番 1 9 号 瀧定ビル 6 階 Aichi (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: MOTOR DRIVE DEVICE

(54) 発明の名称: モータ駆動装置



(57) Abstract: When increasing the number of rotations under a two-phase modulation scheme, a control device (100) changes the modulation scheme from the two-phase modulation scheme to a three-phase modulation scheme if the number of samplings for a control modulation-factor value per electrical cycle from a target modulation-factor waveform decreases to less than a prescribed number.

(57) 要約: 制御装置(100)は、2相変調方式で回転数を上昇させているときに、目標変調率波形からの電気角1周期あたりの制御用変調率値サンプリング数が所定数未満に低下した場合には、変調方式を2相変調方式から3相変調方式に変更する。

WO 2014/196162 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： モータ駆動装置

関連出願の相互参照

[0001] 本開示は、2013年6月3日に出願された日本出願番号2013-117042号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、インバータ回路を用いてモータを駆動するモータ駆動装置に関する。

背景技術

[0003] 従来から、例えば、インバータ回路のスイッチング素子のスイッチングにより直流電圧をPWM変調して交流に変換して3相のモータコイルに電圧を出力することで、位置センサレスの3相モータを駆動するモータ駆動装置がある。このようなモータ駆動装置では、PWM変調する際の変調方式について、3相変調方式と少なくとも1相のスイッチング素子のオンオフ状態を固定する他の変調方式とを選択的に切り替えるものが知られている。

[0004] 例えば、下記特許文献1に開示されたモータの制御装置では、モータ起動時および低速回転領域では180度の正弦波駆動方式を適用し、高速回転領域では120度通電の矩形波駆動方式を適用している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2005-27395号公報

[0006] しかしながら、上記従来技術のようなモータ駆動装置では、3相変調方式以外の他の変調方式を適用して更なる高速回転制御を行おうとすると、負荷変動が比較的大きい場合等にモータが安定駆動できないという不具合を発生する場合がある。他の変調方式を適用して更なる高速回転制御を行う場合には、他の変調方式の目標変調率波形（理論変調率波形）からのサンプリング周期を縮小しなければ、目標変調率波形に対して制御用の変調率波形が乖離

してしまい、モータ駆動の不安定化に繋がる。

[0007] これに対し、マイクロコンピュータの処理周波数の向上やスイッチング動作の高周波数化等の対応を行えば、上記不具合を解消することが可能であるが、ハードウェア性能を向上しなければならないという事項がある。

発明の概要

[0008] 本開示は、上記点に鑑みてなされたものであり、更なる高速回転駆動を行う際にハードウェア性能を向上することなくモータを安定的に駆動することが可能なモータ駆動装置を提供することを目的とする。

[0009] 本開示の第一の態様において、モータ駆動装置は、PWM変調の方式を、3相変調方式を含む複数の変調方式の中で選択的に切り替え可能な制御装置を有する。制御装置は、3相変調方式以外の他の変調方式を選択しており、モータの目標回転数が上昇しているときに、目標変調率波形の周波数に対する制御用変調率値のサンプリングの周波数の倍率もしくは倍率の関連値に基づいて倍率が所定値未満に低下したと判断した場合には、PWM変調の方式を、他の変調方式から3相変調方式に切り替える。

[0010] これによると、制御装置は、3相変調方式以外の他の変調方式でモータ回転数を上昇させているときに、目標変調率波形周波数に対するサンプリング周波数の倍率が所定値未満に低下した場合には、PWM変調方式を他の変調方式から3相変調方式に切り替える。すなわち、他の変調方式で回転数を上昇させているときに、目標変調率波形からの1周期あたりの制御用変調率値サンプリング数が所定数未満に低下した場合には、変調方式を他の変調方式から3相変調方式に変更する。したがって、1周期あたりの制御用変調率値サンプリング数が減少して、サンプリング値より形成される制御用変調率波形が目標変調率波形から乖離してきた場合には、サンプリング数が少なくても目標変調率波形に近似させ易い3相変調方式を採用できる。これによれば、制御装置の処理周波数の向上等のハードウェア性能の向上を行わなくても、変調方式を他の変調方式から3相変調方式へ切り替えることで、モータを比較的安定して高速回転することができる。このようにして、更なる高速回

転駆動を行う際にハードウェア性能を向上することなくモータを安定的に駆動することができる。

図面の簡単な説明

[0011] 以下、本開示の実施例について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施例相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、図中、同一符号を付してある。

[図1]図1は、本開示を適用した第1の実施形態におけるモータ駆動装置を一部ブロックで示した回路図であり、

[図2]図2は、電動圧縮機の概略構造を示す断面図であり、

[図3]図3は、制御装置の概略制御動作を示すフローチャートであり、

[図4]図4は、2相変調方式を選択している場合の目標変調率波形とサンプリングした波形の一例を示すグラフであり、

[図5]図5は、図4よりも目標回転数が上昇し、3相変調方式に切り替えた場合の目標変調率波形とサンプリングした波形の一例を示すグラフであり、

[図6]図6は、図4と同一の目標回転数において、2相変調方式を選択したままの比較例の目標変調率波形とサンプリングした波形の一例を示すグラフであり、

[図7]図7は、他の実施形態における変調方式の切り替え例を示すグラフであり、

[図8]図8は、他の実施形態における3相変調方式以外の他の変調方式の一例を示すグラフであり、

[図9]図9は、他の実施形態における3相変調方式以外の他の変調方式の他の一例を示すグラフであり、

[図10]図10は、他の実施形態における3相変調方式以外の他の変調方式の他の一例を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0012] 以下に、図面を参照しながら本開示を実施するための複数の形態を説明する。各形態において先行する形態で説明した事項に対応する部分には同一の

参照符号を付して重複する説明を省略する場合がある。各形態において構成の一部のみを説明している場合は、構成の他の部分については先行して説明した形態と同様とする。実施の各形態で具体的に説明している部分の組合せばかりではなく、特に組合せに支障が生じなければ、実施の形態同士を部分的に組み合わせることも可能である。

[0013] (第1の実施形態)

本開示を適用した第1の実施形態について、図1～図6を参照して説明する。

[0014] 図1に示すように、本実施形態のモータ駆動装置は、電動圧縮機10の同期モータ12を駆動する。本実施形態によると、同期モータ12はモータに相当する。電動圧縮機10は、例えば二酸化炭素等を冷媒とする車両用空調装置のヒートポンプサイクル中に配設される圧縮機であり、内蔵する同期モータ12により負荷としての圧縮機構11を駆動する。電動圧縮機10は、圧縮機構11において、気相冷媒を圧縮して吐出する電動コンプレッサである。例えば、電動圧縮機10は二酸化炭素冷媒であれば臨界圧力以上まで圧縮して吐出する。本実施形態の同期モータ12は、例えば、磁石を埋設したロータを回転駆動する4極3相コイルを有する同期モータである。

[0015] 図1に示す直流電源20は、例えば288Vの電圧を出力可能な高電圧バッテリーからなる直流電圧の供給源である。直流電源20からインバータ回路40へ延びる一对の母線30には、高電圧リレーシステム50が配設されている。高電圧リレーシステム50は、複数のリレーと抵抗体とにより構成されている。高電圧リレーシステム50は、高電圧を印加するときに、抵抗体を有する経路で電圧印加を開始した後に抵抗体を有しない経路に切り替えを行うことで、母線30に突入電流が流れないようにする機能を有している。

[0016] また、高電圧リレーシステム50は、電動圧縮機10等に異常状態が検知された場合には、給電経路を遮断する。

[0017] 図1に示すように、直流電源20からインバータ回路40への電力供給経路である一对の母線30間には、平滑部としてのコンデンサ60、70が介

設されている。コンデンサ60は、母線30に対してインバータ回路40と並列に接続された電気装置（ED）9の影響により変動する電圧を平滑にするために設けられている。ここで、電気装置9としては、車両走行用モータ駆動装置、充電装置、降圧DC／DC変換装置等が挙げられる。

[0018] 例えば車両に複数のモータ駆動装置が搭載されており、電気装置9が車両走行用モータ駆動装置である場合には、直流電源20から給電されるモータ駆動装置のうち、電気装置9が主たる駆動装置であり、インバータ回路40を含む駆動装置が従たる駆動装置である。ここで、主たる駆動装置とは、例えば、従たる駆動装置よりも、直流電源20から給電される入力電力が大きい装置である。また、主たる駆動装置は、両駆動装置への給電が困難なときに、優先的に給電が行われる装置となる場合がある。

[0019] 電気装置9への入力電力が、インバータ回路40を介する電動圧縮機10への入力電力に対して、例えば10倍以上大きいような場合には、電気装置9の影響により、直流電源20から母線30を介してインバータ回路40へ印加される電圧の変動が大きくなり易い。コンデンサ60は、この電圧変動を抑制するために設けられている。

[0020] コンデンサ70は、インバータ回路40のスイッチング素子のスイッチングに伴って発生するサージやリプルを吸収するために設けられている。

[0021] 一方の母線30のコンデンサ60の接続点とコンデンサ70の接続点との間には、コイル80が配設されている。コイル80は、母線30間に並列に設けた2つのコンデンサ60、70の干渉を抑制するために設けられている。コイル80は、コンデンサ60とコンデンサ70との関係により発生する共振周波数を変更すること等を目的として設けられている。コンデンサ70およびコイル80は、LCフィルタ回路を構成している。

[0022] インバータ回路40は、同期モータ12のステータコイルに対応したU相、V相、W相の3相分のアームからなり、母線30を介して入力された直流電圧をPWM変調により交流に変換して出力するものである。

[0023] U相アームは、スイッチング素子と還流用のダイオードとを逆並列接続し

た上アームと、同じくスイッチング素子とダイオードとを逆並列接続した下アームとを直列接続して構成されている。U相アームは、上アームと下アームとの接続部から延出した出力線45がモータコイルに接続されている。V相アームおよびW相アームも、スイッチング素子とダイオードとにより同様に構成され、上アームと下アームとの接続部から延出した出力線45がモータコイルに接続されている。本実施形態において、上アームは、直流電源20の正極側に接続する回路であり、下アームは、直流電源20の負極側に接続する回路である。

[0024] スwitching素子には、例えば、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（IGBT）等の素子を用いることができる。また、スイッチング素子とダイオードとからなるアームを、例えば、IGBTと逆導通用ダイオードとを1チップに集積したパワー半導体である逆導通型絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（RCIGBT）等のスイッチング素子としてもかまわない。

[0025] 出力線45には、1相もしくは複数相の出力線45を流れる電流を検出する電流検出装置90が設けられている。電流検出装置90には、変流器方式、ホール素子方式、シャント抵抗方式等が採用可能である。電流検出装置90は、検出した電流情報を制御装置（CD）100へ出力する。

[0026] 一对の母線30間には、例えばコンデンサ70の接続部位で母線30間の電圧を検出する電圧検出装置95が設けられている。電圧検出装置95には、抵抗分圧方式等が採用可能である。電圧検出装置95は、検出した電圧情報を制御装置100へ出力する。

[0027] 制御部である制御装置100は、インバータ回路40の各スイッチング素子のスイッチング動作制御を行って同期モータ12の駆動を制御する。制御装置100は、モータコイル電流値情報等を入力し、これに基づいて、スイッチング信号であるPWM波を生成して、インバータ回路40へ出力する。

[0028] 制御装置100は、ハードウェアとしては、例えばマイクロコンピュータもしくは専用IC等により構成される。制御装置100は、電圧／電流検出部（VCD）100a、位置センサレス制御部（PSC）100b、変調方

式判定部（MD）１００ｃおよび駆動回路部（DC）１００ｄを有している。

[0029] 電圧／電流検出部１００ａは、電流検出装置９０からの電流情報信号および電圧検出装置９５からの電圧情報信号を入力し、制御演算に用いる状態量（物理量）に変換する。位置センサレス制御部１００ｂは、上位制御装置（例えば空調制御装置）からの圧縮機回転数指令および電圧／電流検出部１００ａからの状態量等を入力して、モータの回転速度－電流制御を位置センサレスで実現する制御情報を出力する。ここで、圧縮機回転数指令は、モータの目標回転数に相当する。

[0030] 変調方式判定部１００ｃは、位置センサレス制御部１００ｂからの制御情報を入力して、モータの回転数や変調率サンプリング数に応じて複数の変調方式の中から採用する変調方式を判定する。複数の変調方式は、本例では、２相変調方式（２PM）および３相変調方式（３PM）である。本例の２相変調方式は、３相のアームのスイッチング素子のオンオフ状態を順次固定するとともに、各相アームの固定では上アーム側と下アーム側とに交互に電気角で６０度ずつ固定する上下固定の２相変調である。

[0031] 変調方式判定部１００ｃは、判定した変調方式で変調信号を算出し、駆動回路部１００ｄへ出力する。駆動回路部１００ｄは、インバータ回路４０を動作させる駆動信号を発生する部品からなる。駆動回路部１００ｄは、変調方式判定部１００ｃから変調信号を入力して、パルス状の駆動信号（PWM波信号）をインバータ回路４０へ出力する。

[0032] 電動圧縮機１０は、例えば、自動車のエンジンルーム内に配置されている。電動圧縮機１０は、放熱器、減圧器、および蒸発器とともに、車両空調装置用の冷凍サイクル装置を構成している。

[0033] 図２に示すように、電動圧縮機１０はハウジング１を備えている。ハウジング１は、伝熱性の高いアルミニウム材もしくはアルミニウム合金材等の金属からなるもので、略円筒状に形成されている。ハウジング１には、冷媒吸入口１ａおよび冷媒吐出口１ｂが設けられている。

- [0034] 冷媒吸入口 1 a は、ハウジング 1 において軸線方向の第 1 側に配置されている。冷媒吸入口 1 a は、ハウジング 1 の円筒部を径方向に貫通するように形成されている。冷媒吸入口 1 a には、蒸発器の冷媒出口からの冷媒が流入する。冷媒吐出口 1 b はハウジング 1 において軸線方向の第 2 側に配置されている。冷媒吐出口 1 b は、放熱器の冷媒入口に向けて冷媒を吐出する。
- [0035] 電動圧縮機 1 0 は、圧縮機構 1 1、同期モータ 1 2、インバータ回路 4 0、およびインバータカバー 2 等から構成されている。同期モータ 1 2 は、回転軸 1 3、ロータ 1 4、ステータコア 1 5、およびステータコイル 1 6（モータコイルに相当）等から構成されている。
- [0036] 回転軸 1 3 は、ハウジング 1 内に配置されている。回転軸 1 3 はその軸線方向がハウジング 1 の軸線方向に一致している。回転軸 1 3 は、2 つの軸受けにより回転自在に支持されている。回転軸 1 3 は、ロータ 1 4 から受ける回転駆動力を圧縮機構 1 1 に伝える。軸受けは、ハウジング 1 により支持されている。
- [0037] ロータ 1 4 は、例えば永久磁石が埋め込まれたもので、筒状に形成されているものであって、回転軸 1 3 に対して固定されている。ロータ 1 4 は、ステータコア 1 5 から発生される回転磁界に基づいて、回転軸 1 3 とともに回転する。
- [0038] ステータコア 1 5 は、ハウジング 1 内においてロータ 1 4 に対して径方向外周側に配置されている。ステータコア 1 5 は、その軸線方向が回転軸 1 3 の軸線方向に一致する筒状に形成されている。ステータコア 1 5 は、ロータ 1 4 との間に隙間を形成している。この隙間は、回転軸 1 3 の軸線方向に冷媒を流通させる冷媒流路 1 7 を構成している。
- [0039] ステータコア 1 5 は、磁性体からなるもので、ハウジング 1 の内周面に支持されている。ステータコイル 1 6 は、ステータコア 1 5 に対して巻回されている。ステータコイル 1 6 は回転磁界を発生する。
- [0040] 圧縮機構 1 1 は、同期モータ 1 2 に対して軸線方向の第 2 側に配置されている。圧縮機構 1 1 は、例えば固定スクロールと可動スクロールとから構成

されるスクロール型コンプレッサであって、同期モータ 12 の回転軸 13 からの回転駆動力によって可動スクロールを旋回させて冷媒を吸入、圧縮、吐出する。圧縮機構 11 は、スクロール式に限定されるものではなく、例えば、ベーンを有するロータリ式であってもかまわない。

[0041] インバータ回路 40 は、ハウジング 1 の取付面 1c に装着されている。具体的には、インバータ回路 40 は、複数のスイッチング素子を含むパッケージユニットが例えば電気絶縁放熱シートを介して取付面 1c に圧接するように配置されている。取付面 1c は、ハウジング 1 の軸線方向の第 1 側に配置する壁部 1n の外面に形成されている。

[0042] インバータ回路 40 は、同期モータ 12 を駆動する三相電圧を発生する駆動回路を構成している。インバータカバー 2 は、例えば金属製もしくは樹脂製であり、インバータ回路 40 を覆うように形成されている。インバータカバー 2 は、ハウジング 1 にネジ（図示省略）により締結されている。

[0043] なお、図 2 に示す電動圧縮機 10 は、図 1 に示す一点鎖線で囲んだ構成を含んでおり、図 2 に示すインバータ回路 40 の搭載室には、制御装置 100 等も配設されている。

[0044] 図 2 に示す同期モータ 12 のステータコイル 16 に三相の駆動電流が流れると、ステータコア 15 から回転磁界が発生するため、ロータ 14 に対して回転駆動力が発生する。すると、ロータ 14 が回転軸 13 とともに回転する。圧縮機構 11 は、回転軸 13 からの回転駆動力によって旋回して冷媒を吸入する。

[0045] このとき、蒸発器側からの低温低圧の吸入冷媒は、冷媒吸入口 1a からハウジング 1 内へ流入する。そして、この吸入冷媒は、肉部 1n に沿って流れた後、冷媒流路 17 を通過して圧縮機構 11 側に流れる。ハウジング 1 内を流れる冷媒は、ロータ 14 の回転により軸線回りに旋回するように流れる。吸入冷媒は、圧縮機構 11 で圧縮され、冷媒吐出口 1b から放熱器側へ吐出される。電動圧縮機 10 は、同期モータ 12 の回転数が上昇するにしたがって、圧縮機構 11 が吸入して圧縮吐出する冷媒量を増大させる。

- [0046] インバータ回路40は、その作動に伴って熱を発生する。インバータ回路40が発する熱は、ハウジング1の肉部1nを通して、肉部1nに沿って流れる吸入冷媒に伝わる。
- [0047] このとき、ステータコイル16は、三相の駆動電流の通電に伴って熱を発生する。ステータコイル16から発生した熱は、ステータコア15を通して冷媒流路17内の吸入冷媒に伝わる。これにより、ステータコア15およびステータコイル16を吸入冷媒により冷却することができる。ステータコア15およびステータコイル16を冷却するために、ハウジング1とステータコア15との間の一部に冷媒流路を形成してもかまわない。
- [0048] 次に、図3を参照して、制御装置100の変調方式選択制御動作について説明する。制御装置100は、電動圧縮機10に給電されて回転駆動しているときには、まず、110で、同期モータ12の目標回転数に相当する上位制御装置からの電動圧縮機10の回転数指令を取得する。次に、120で、制御装置100は、取得した回転数指令に基づいて同期モータ12を駆動する際の電気角周波数を算出する。具体的に、120では、制御装置100は、回転数指令値等に基づいて定まる目標変調率波形の周波数を算出する。
- [0049] 130で、制御装置100は、電気角1周期における目標変調率波形からの制御用の変調率値のサンプリング数を算出する。すなわち、130では、制御装置100は、電気角周波数に対するサンプリング周波数の倍率を算出することになる。本実施形態では、サンプリング周波数は20kHzである。140で、制御装置100は、130で算出したサンプリング数が所定値未満であるか否か判断する。本実施形態では、所定値は18点である。
- [0050] 140において、制御装置100は、サンプリング数が所定値以上であると判断した場合には、150に進み、インバータ回路40でPWM変調を行う際の変調方式として2相変調方式を選択する。140において、制御装置100は、サンプリング数が所定値未満であると判断した場合には、160に進み、インバータ回路40でPWM変調を行う際の変調方式として3相変調方式を選択する。制御装置100は、150もしくは160を実行して、

PWM変調を行う際の変調方式を選択したら、110へリターンする。

[0051] 図3に示した制御フローは、定期的に繰り返して実行される。制御動作が繰り返し実行される周期としては、上位制御装置からの回転数指令が入力される周期、制御装置100の内部的な速度制御周期、電流制御周期等とすることができる。繰り返し実行の周期は、電気角1周期におけるサンプリング数に影響を与える（サンプリング数の変化がありうる）制御周期とすることが好ましい。

[0052] なお、図3では図示を省略しているが、制御装置100は、同期モータ12起動直後等の比較的回転数指令値が小さい低速回転時には、PWM変調方式に3相変調方式を選択する。回転数指令値が増大して、中速回転から比較的高速回転が求められると、制御装置100は、電圧飽和を緩和したりスイッチング損失を低減したりすることが可能な2相変調方式を選択する。そして、回転数指令値が更に増大して、更なる高速回転である超高速回転が求められると、制御装置100は、電気角1周期におけるサンプリング数に基づいて3相変調方式を選択する。

[0053] 上述の構成および作動によれば、制御装置100は、インバータ回路40におけるPWM変調の方式を、2相変調方式および3相変調方式の中で選択的に切り替え可能である。制御装置100は、2相変調方式を選択しているときに上位制御装置からの回転数指令値が上昇し、電気角周波数に対するサンプリング周波数の倍率が所定値未満に低下したと判断した場合には、PWM変調の方式を2相変調方式から3相変調方式に切り替える。

[0054] これによると、制御装置100は、2相変調方式でモータ回転数を上昇させているときに、目標変調率波形周波数に対するサンプリング周波数の倍率が所定値未満に低下した場合には、PWM変調方式を2相変調方式から3相変調方式に切り替える。すなわち、2相変調方式で回転数を上昇させているときに、目標変調率波形からの1周期あたりの制御用変調率値サンプリング数が所定数未満に低下した場合には、変調方式を2相変調方式から3相変調方式に変更する。

[0055] したがって、1周期あたりの制御用変調率値サンプリング数が減少して、サンプリング値より形成される制御用変調率波形が目標変調率波形から乖離してきた場合には、サンプリング数が少なくても目標変調率波形に近似させ易い3相変調方式を採用できる。これによれば、制御装置100の処理周波数の向上等のハードウェア性能の向上を行わなくても、変調方式を2相変調方式から3相変調方式へ切り替えることで、モータを比較的安定して更に高速回転することができる。このようにして、更なる高速回転駆動を行う際にハードウェア性能を向上することなく同期モータ12を安定的に駆動することができる。

[0056] 図4に示すように、電気角周波数が1kHzであり、サンプリング周波数が20kHzである場合には、電気角1周期あたりのサンプリング数は20である。本実施形態では、機械角周波数は500Hzである。図4に示すように、実線で示す2相変調の理論波形（理論的な変調率波形、目標変調率波形）と破線で示すサンプリング波形とは、比較的一致している。

[0057] 図5に示すように、電気角周波数が1.5kHzであり、サンプリング周波数が20kHzである場合には、電気角1周期あたりのサンプリング数は13.3である。図5に示すように、実線で示す3相変調の理論波形（理論的な変調率波形、目標変調率波形）と破線で示すサンプリング波形とは、極めて一致している。

[0058] 電気角1周期あたりのサンプリング数が18点以上あれば、サンプリング波形の理論波形再現率は66%以上となる。理論波形再現率が66%以上であれば、理論波形からの乖離度は小さく、安定して同期モータ12を超高速回転駆動することができる。本実施形態では、超高速回転駆動は図4に示した場合よりも更なる高速回転駆動である。

[0059] 図6に示すように、電気角周波数が1.5kHzであり、サンプリング周波数が20kHzである場合には、図5と同様に電気角1周期あたりのサンプリング数は13.3である。図6に示すように、実線で示す2相変調の理論波形（理論的な変調率波形、目標変調率波形）と破線で示すサンプリング

波形とは大きく乖離し、サンプリング波形の理論波形再現率は例えば50%以下となってしまいます。図6に示す比較例では、2相変調を採用しているにも係わらず、スイッチング素子の固定状態が、電気角で60度よりも極めて短くなってしまう場合がある。サンプリング波形の理論波形からの乖離度が大きくなると、理論波形と電流検出装置90の検出情報とに基づいて、精度よく同期モータ12を回転駆動制御することが困難となる。

[0060] 制御装置100のハード性能を向上して、電気角1周期あたりのサンプリング数を上昇させれば、超高速回転域においてもサンプリング波形の理論波形再現率を向上させることは可能である。しかしながら、サンプリング周波数の高周波化は、コストアップを招き易く、スイッチング損失の増大等も招いてしまう。そのため、電圧飽和の緩和やスイッチング損失の低減を目的の一つとする2相変調を用いる効果が失われてしまう。

[0061] 本実施形態では、起動直後の低速回転域では3相変調方式を用い、中速回転域から高速回転域では2相変調方式を選択する。そして、更なる高速回転が求められる超高速回転域では、3相変調方式を選択し、電圧飽和の緩和よりも理論波形再現率を向上することを優先する。

[0062] これにより、位置センサレスで負荷変動が比較的大きい電動圧縮機10を駆動する場合において、超高速回転を安定して行うことができる。電気角で1.11kHzを超える例えば1.5kHzの超高速回転を、ハード性能を向上することなく、サンプリング周波数20kHzのPWM制御で達成することが可能である。したがって、比較的小型の電動圧縮機10であっても、インバータ回路40や制御装置100の大型化や高コスト化を抑止しつつ超高速回転に対応することで、高い冷媒圧縮吐出性能を得ることが可能となる。

[0063] 本例では、電気角1周期あたりのサンプリング数が18点未満となった場合に、PWM変調の方式を2相変調方式から3相変調方式に切り替えていたが、判定基準のサンプリング数は18点に限定されるものではない。例えば、判定基準のサンプリング数を20としてもかまわない。電気角で1kHz

を超える超高速回転を、ハード性能を向上することなく、サンプリング周波数 20 kHz の PWM 制御で達成することが可能である。電気角周波数 1 kHz をを超える回転を、更なる高速回転である超高速回転とすることができる。

[0064] 起動直後の低速回転域から上記した超高速回転域まで、すべて 3 相変調方式を用いても超高速回転対応は可能である。しかしながら、本実施形態によれば、低速回転域と超高速回転域との間の中速回転域および高速回転域において 2 相変調方式を用い、スイッチング損失を低減することが可能である。

[0065] また、同期モータ 12 が駆動する負荷は、冷凍サイクルの冷媒を吸入して圧縮する圧縮機構 11 である。そして、インバータ回路 40 は、圧縮機構 11 が吸入する吸入冷媒により冷却される構成となっている。

[0066] 同期モータ 12 を安定的に高速回転駆動させるために PWM 変調方式を 2 相変調方式から 3 相変調方式に切り替えと、スイッチング素子のスイッチング損失が増大してインバータ回路 40 からの発熱量が増大する。これに対し、インバータ回路 40 は圧縮機構 11 の吸入冷媒により冷却される。モータ回転数が上昇するほど吸入冷媒の流量も増大するので、吸入冷媒によるインバータ回路 40 を冷却する能力が向上する。したがって、同期モータ 12 を更なる高速回転駆動させるための変調方式の切り替えにより発熱量が増大したとしても、モータ回転数の上昇に伴う吸入冷媒による冷却能力向上により、インバータ回路 40 を確実に冷却することができる。

[0067] (他の実施形態)

以上、本開示の好ましい実施形態について説明したが、本開示は上述した実施形態に何ら制限されることなく、本開示の主旨を逸脱しない範囲において種々変形して実施することが可能である。

[0068] 上記実施形態では、制御装置 100 は、目標回転数が上昇して、電気角 1 周期あたりのサンプリング数が所定値未満に低下したと判断した場合に、PWM 変調の方式を 2 相変調方式から 3 相変調方式に切り替えていた。この PWM 変調の方式の切り替えは、電気角 1 周期あたりのサンプリング数、すな

わち、目標変調率波形周波数に対するサンプリング周波数の倍率に基づくものに限定されるものではない。目標変調率波形周波数に対するサンプリング周波数の倍率の関連値に基づくものであってもよい。

[0069] 目標変調率波形周波数に対するサンプリング周波数の倍率の関連値の一例として、2相変調における休止期間（各相アームの固定期間）を用いることができる。上下固定の2相変調において目標回転数から算出される休止期間を T_s とすると、 T_s は下記数式1で表される。

（数式1）

$$T_s = 1 / (N \times P_n \times 6)$$

ここで、 N はモータ目標回転数（Hz）、 P_n はロータの極対数である。本実施形態では、極対数 P_n は2である。

[0070] 数式1で算出される休止期間 T_s に対し、実際の出力の休止期間が T_r である場合には、 T_r / T_s が所定値未満に低下したときに2相変調方式から3相変調方式に切り替えることができる。前述した電気角1周期あたりのサンプリング数に基づきサンプリング波形の理論波形再現率が決まることから、理論波形再現率に関連する T_r / T_s が66%未満となった場合に、2相変調方式から3相変調方式に切り替えることが好ましい。また、余裕度を考慮して、 T_r / T_s が70%未満となった場合に、2相変調方式から3相変調方式に切り替えるものであってもよい。

[0071] 目標変調率波形周波数に対するサンプリング周波数の倍率の関連値の他の一例として、波形形状の生成率、すなわち、理論波形の再現率を用いることができる。例えば、理論波形を V_i とし、実際の波形（例えばインバータ回路への指令値）を V_r とすると、波形形状の生成率の評価関数 J は下記数式2で表される。

（数式2）

$$J = \sum_{k=1}^n |V_i(k) - V_r(k)|^2$$

評価関数 J の値が所定値を超えたら、波形形状の生成率が低下し理論波形からの乖離度が大きくなっているので、2 相変調方式から 3 相変調方式に切り替えることができる。評価関数 J の閾値は、波形形状の生成率 66 % に対応した値とすることができる。また、余裕度を考慮して、評価関数 J の閾値を、波形形状の生成率 70 % に対応した値とするものであってもよい。

[0072] また、目標変調率波形周波数に対するサンプリング周波数の倍率の関連値の他の例として、モータの回転数（すなわち回転数指令値）や変調率を用いてもかまわない。これらによれば、演算を簡素化することが可能である。変調率の値に応じて変調方式を切り替える場合には、図 7 にマップを例示するように、回転数とトルクとに応じて変調方式が切り替わることになる。変調率は、回転数やサンプリング数以外にトルクの影響も受ける変数であるため、図 7 に示すような変調方式の切り替えとなる。また、モータ回転数の値に応じて変調方式を切り替える場合には、例えば図 7 に示す N_j を閾値として 2 相変調と 3 相変調とを切り替えることができる。

[0073] また、上記実施形態では、制御装置 100 は、PWM 変調の方式を、上下固定の 2 相変調方式と 3 相変調方式とで選択的に切り替えるものであったが、これに限定されるものではない。PWM 変調の方式を 3 相変調方式を含む複数の変調方式の中で選択的に切り替えるものであればよい。

[0074] 制御装置は、3 相変調方式以外の他の変調方式を選択しており目標回転数が上昇しているときに、目標変調率波形の周波数に対するサンプリングの周波数の倍率が所定値未満に低下したと判断した場合には、PWM 変調の方式を他の変調方式から 3 相変調方式に切り替えるものであればよい。

[0075] 他の変調方式は、例えば図 8 に示すように、3 相のアームのスイッチング素子のオンオフ状態を順次下アーム側に電気角で 120 度ずつ固定する下固定の 2 相変調方式であってもよい。また、他の変調方式は、例えば図 9 に示すように、3 相のアームのスイッチング素子のオンオフ状態を順次上アーム側に電気角で 120 度ずつ固定する上固定の 2 相変調方式であってもよい。また、他の変調方式は、第 1 の実施形態と異なる例えば図 10 に示す上下固

定の２相変調方式であってもよい。図１０に示す変調方式は、電流位相同期の上下固定の２相変調方式である。電圧波形に対して電流波形は位相差があるため、電流位相に同期して各相アームを固定すると図１０に示す変調率波形となる。また、他の変調方式は、例えば矩形波変調方式であってもかまわない。

[0076] また、上記実施形態では、インバータ回路４０を、内部を吸入冷媒が流通するハウジング１の端壁部の外面に取り付けていたが、これに限定されるものではない。例えば、インバータ回路をハウジング１の筒状部外面に取り付けるものであってもよい。また、例えば、インバータ回路をハウジング１内の吸入冷媒が流通する位置に設けるものであってもよい。

[0077] また、上記実施形態では、インバータ回路４０を圧縮機構１１の吸入冷媒で冷却するものであったが、これに限定されるものではない。例えば、インバータ回路は、発する熱を大気中に放熱するものであってもよい。

[0078] また、上記実施形態では、モータ駆動装置が、車両用空調装置のヒートポンプサイクル中に配設される圧縮機の圧縮機構を負荷とするモータを駆動するものであったが、これに限定されるものではない。モータが駆動する負荷は、例えば定置式の圧縮機構であってもよいし、圧縮機構以外の負荷であってもかまわない。

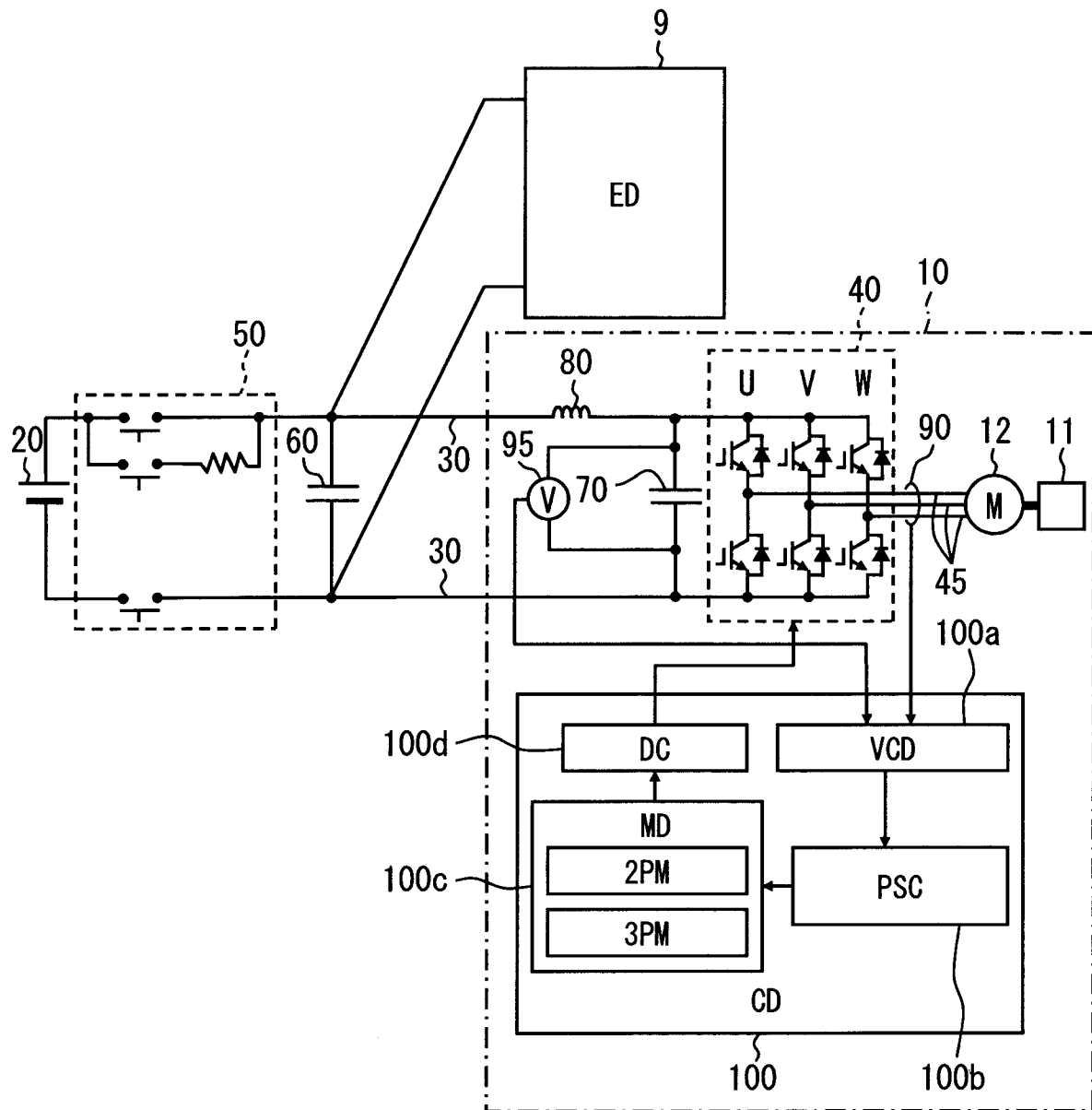
[0079] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

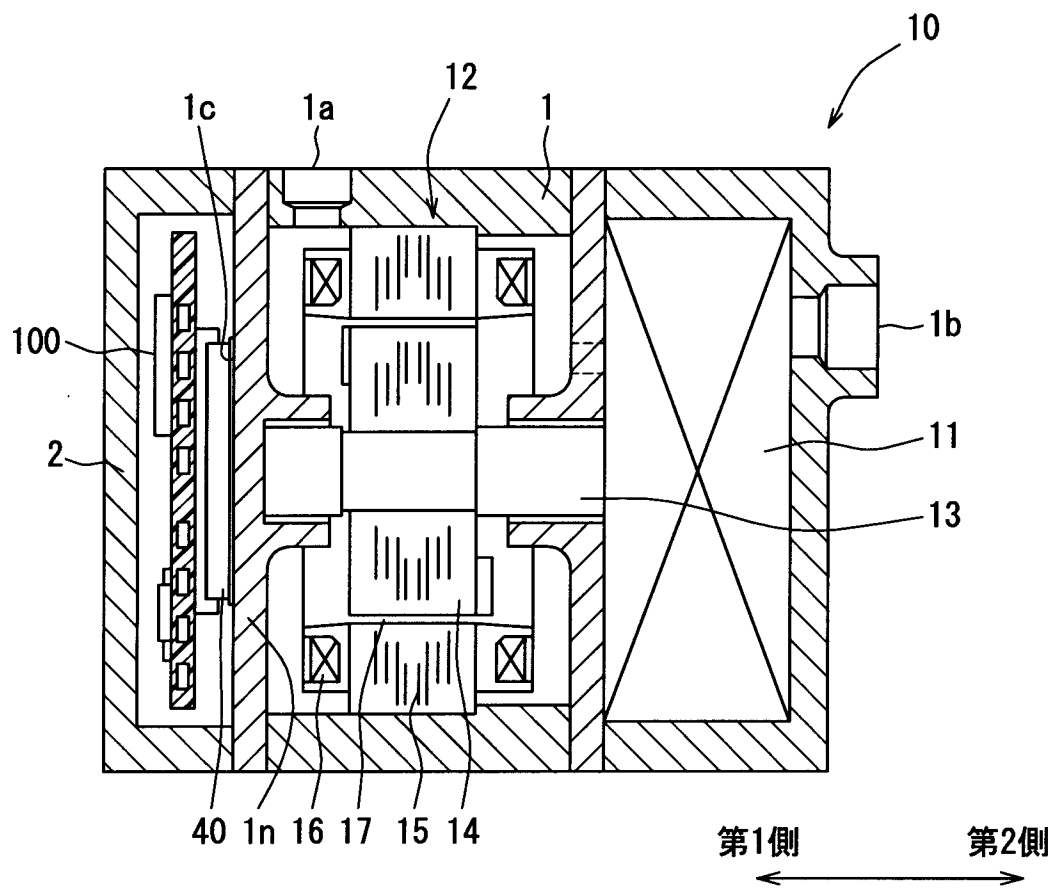
- [請求項1] 3相のモータコイル（16）を有するモータ（12）の各相に対応して設けられたスイッチング素子を有し、前記スイッチング素子のスイッチング動作に伴うPWM変調により直流電圧を交流電圧に変換して前記各相のモータコイルへ出力するインバータ回路（40）と、
- 前記モータの目標回転数に応じて定まる目標変調率波形から所定周期でサンプリングした制御用変調率値に基づいて、前記インバータ回路の前記PWM変調を制御し、前記PWM変調の方式を、3相変調方式を含む複数の変調方式の中で選択的に切り替え可能な制御装置（100）と、を備え、
- 前記制御装置は、前記3相変調方式以外の他の変調方式を選択しており、前記目標回転数が上昇しているときに、前記目標変調率波形の1周期あたりの前記サンプリング数もしくは前記サンプリング数の関連値に基づいて、前記サンプリング数が所定値未満に低下したと判断した場合には、前記PWM変調の方式を、前記他の変調方式から前記3相変調方式に切り替えるモータ駆動装置。
- [請求項2] 前記モータが駆動する負荷は、冷凍サイクルの冷媒を吸入して圧縮する圧縮機構（11）であり、
- 前記インバータ回路は、前記圧縮機構が吸入する吸入冷媒により冷却される請求項1に記載のモータ駆動装置。
- [請求項3] 前記サンプリング数の前記関連値は、各相アームの固定周期である休止期間に対応する値である請求項1又は請求項2に記載のモータ駆動装置。
- [請求項4] 前記サンプリング数の前記関連値は、波形形状の生成率に対応する値である請求項1又は請求項2に記載のモータ駆動装置。
- [請求項5] 前記サンプリング数の前記関連値は、モータの回転数と変調率に対応する値である請求項1又は請求項2に記載のモータ駆動装置。
- [請求項6] 前記所定値は18点である請求項1乃至請求項5のいずれかに記載

のモータ駆動装置。

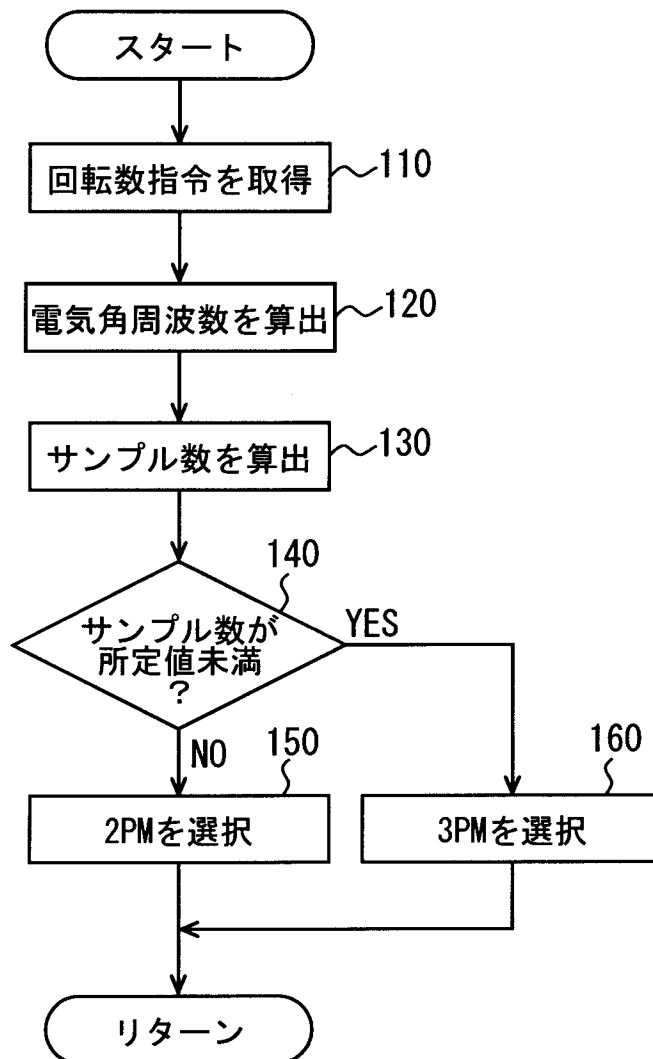
[図1]



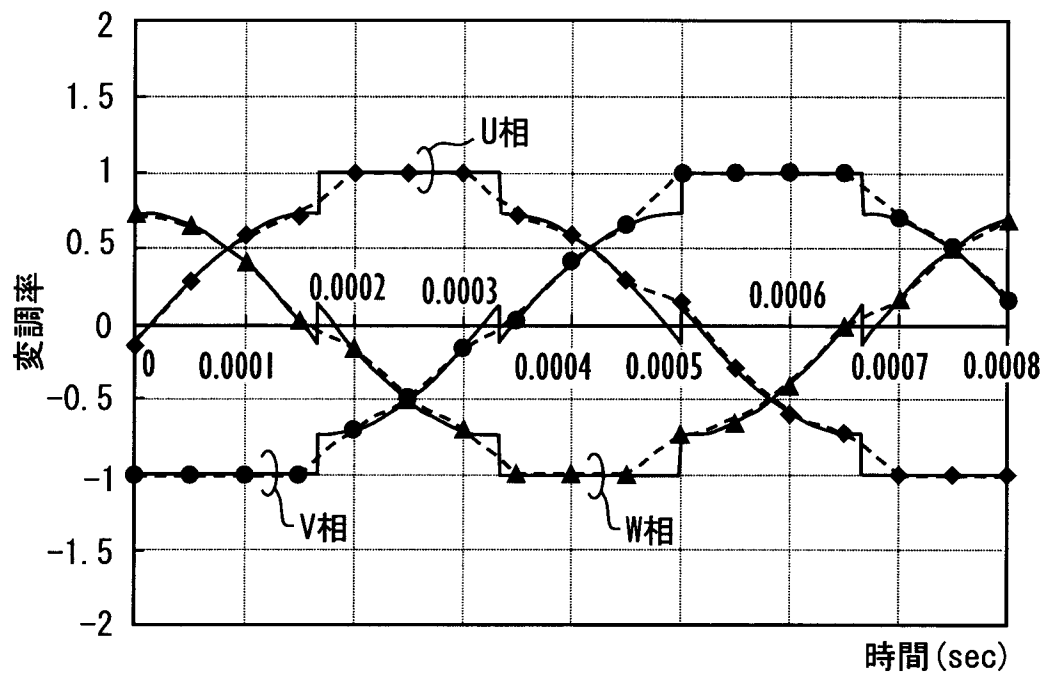
[図2]



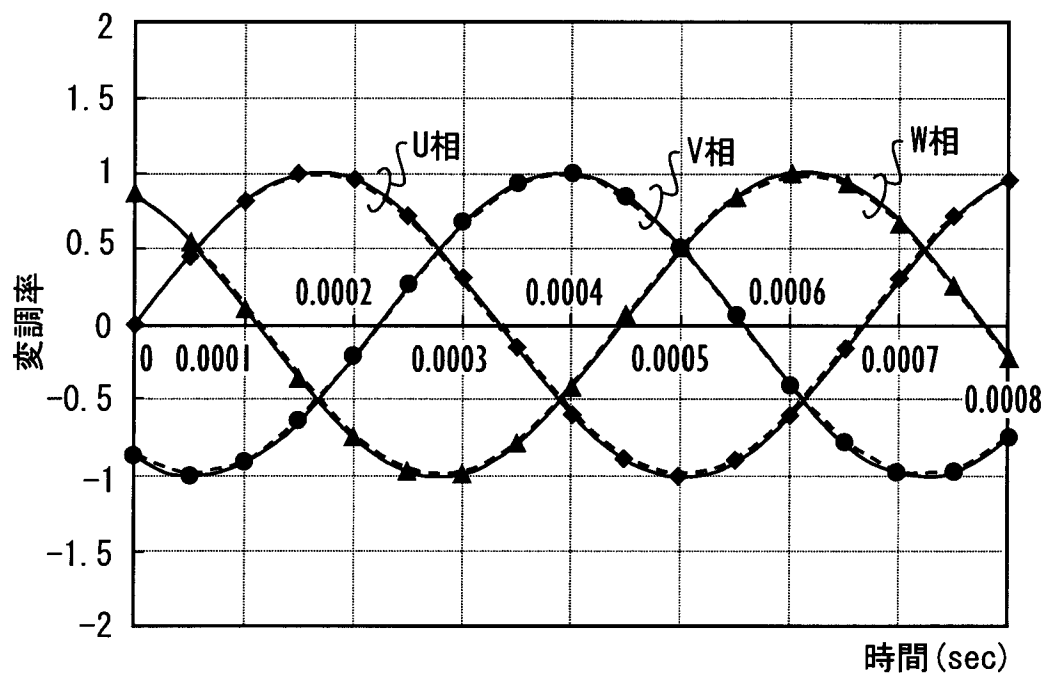
[図3]



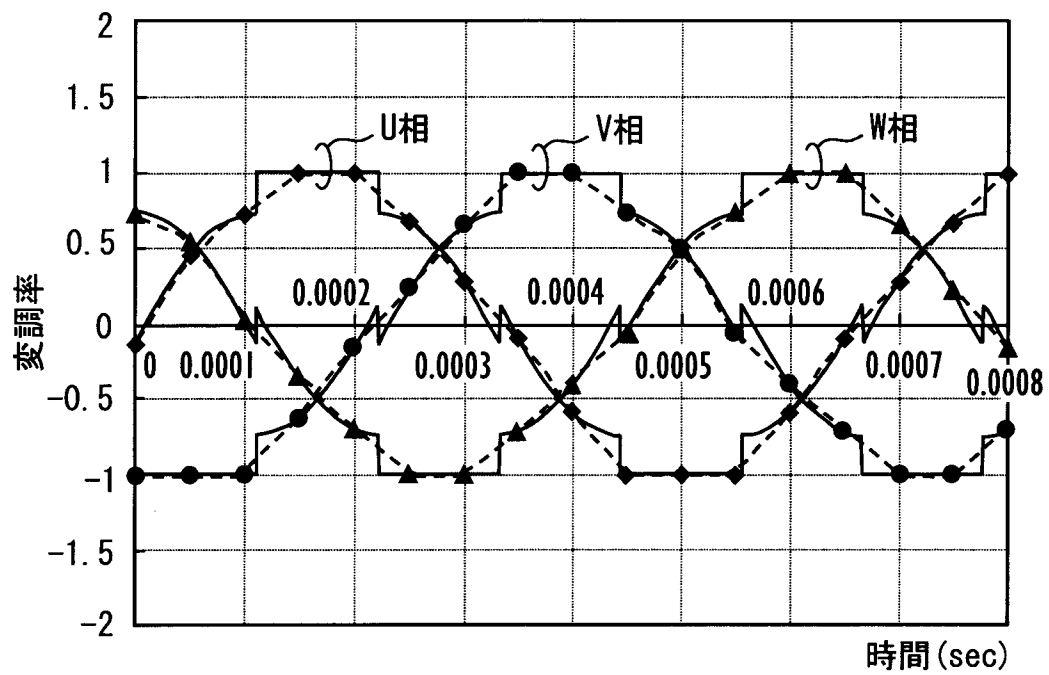
[図4]



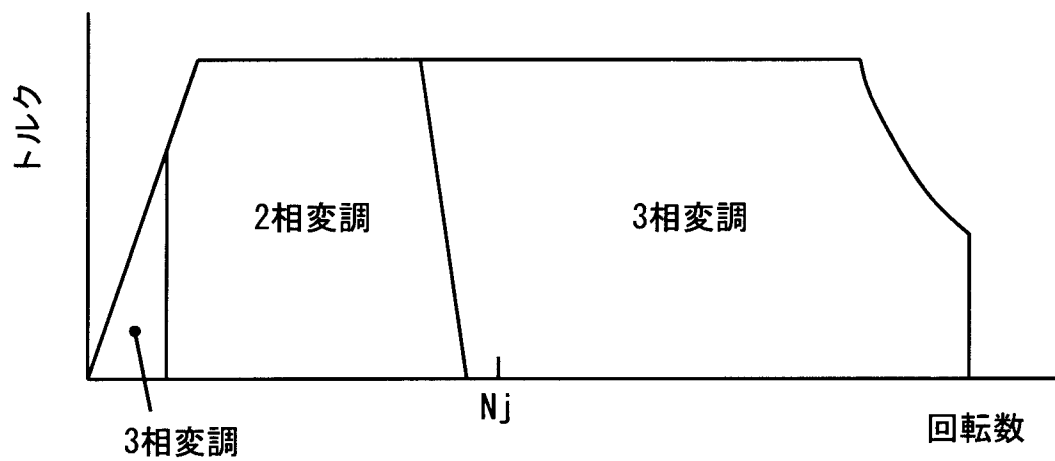
[図5]



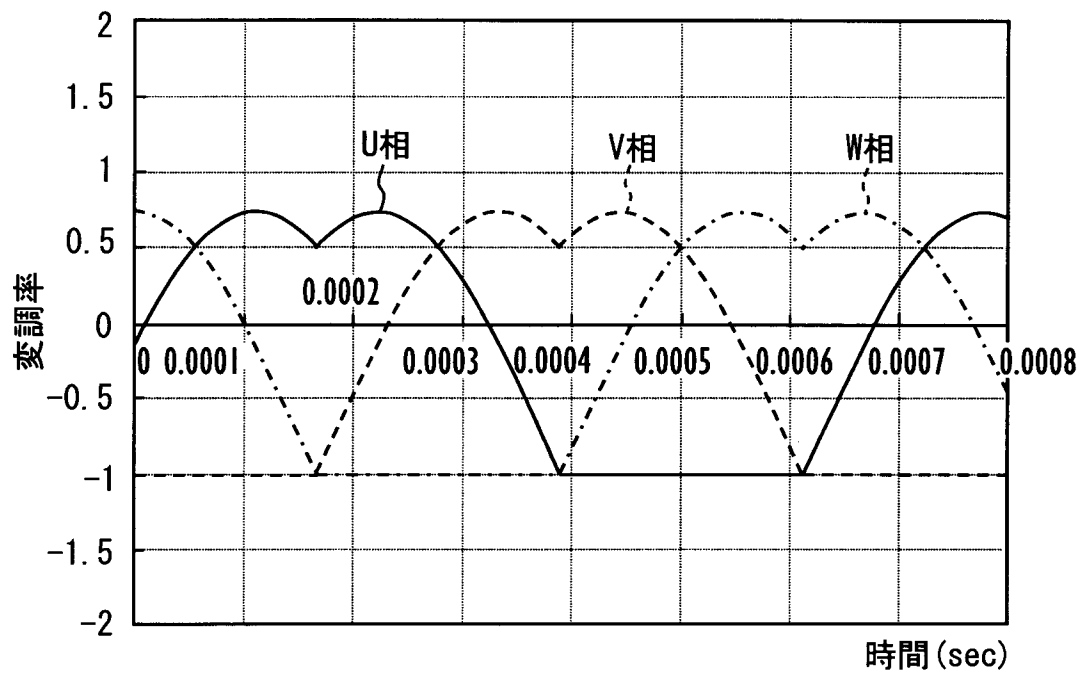
[図6]



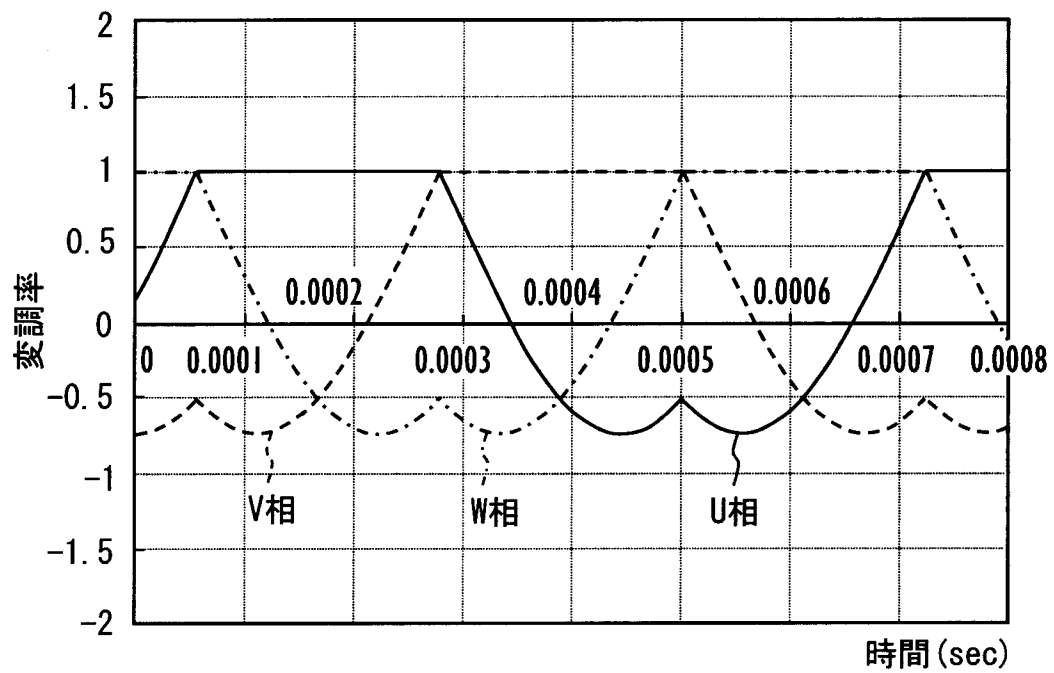
[図7]



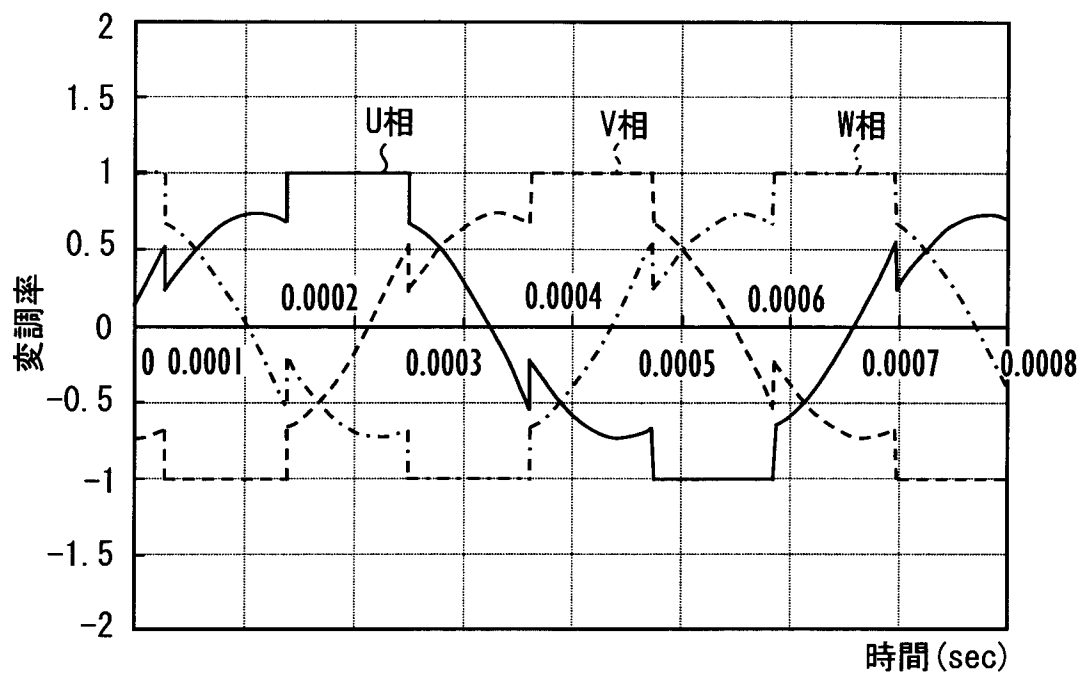
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/002810

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02P6/18(2006.01) i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02P6/18		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2014 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-110171 A (Hitachi Appliances, Inc.), 07 June 2012 (07.06.2012), entire text; all drawings & CN 102480259 A & KR 10-2012-0054508 A	1-6
A	WO 2011/002015 A1 (Yaskawa Electric Corp.), 06 January 2011 (06.01.2011), paragraphs [0014] to [0020]; fig. 8 to 10 & JP 5338909 B2 & US 2012/0187894 A1 & CN 102474218 A	1-6
A	JP 2004-289985 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 14 October 2004 (14.10.2004), entire text; all drawings & US 2004/0207360 A1 & CN 1543047 A	1-6
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 22 July, 2014 (22.07.14)		Date of mailing of the international search report 29 July, 2014 (29.07.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/002810

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-217673 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 17 August 2006 (17.08.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H02P6/18(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H02P6/18			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
A	JP 2012-110171 A（日立アプライアンス株式会社）2012.06.07, 全文、全図 & CN 102480259 A & KR 10-2012-0054508 A	1-6	
A	WO 2011/002015 A1（株式会社安川電機）2011.01.06, 段落 [0014]-[0020]、図8-10 & JP 5338909 B2 & US 2012/0187894 A1 & CN 102474218 A	1-6	
A	JP 2004-289985 A（松下電器産業株式会社）2004.10.14, 全文、全図 & US 2004/0207360 A1 & CN 1543047 A	1-6	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 22.07.2014		国際調査報告の発送日 29.07.2014	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） マキロイ 寛済 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	3V 4031

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-217673 A (松下電器産業株式会社) 2006.08.17, 全文、全 図 (ファミリーなし)	1-6