(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
2024年5月16日(16.05.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/100959 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 27/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/030641

(22) 国際出願日： 2023年8月25日(25.08.2023)

(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 2022-180805 2022年11月11日(11.11.2022) JP

(71) 出願人：日立Ａｓｔｅｍｏ株式会社(**HITACHI ASTEMO, LTD.**) [JP/JP]；〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 Ibaraki (JP).

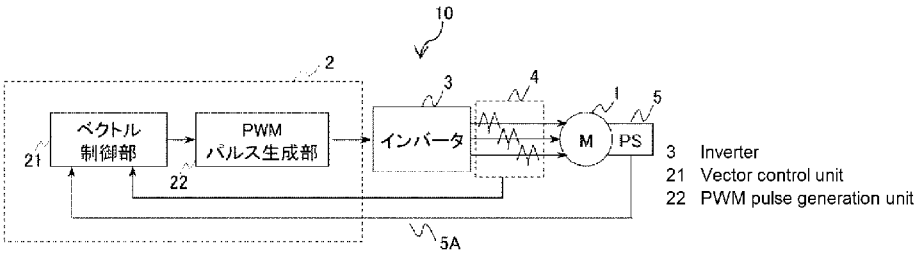
(72) 発明者：初瀬 渉(**HATSUSE Wataru**)；〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 安島 俊幸(**AJIMA Toshiyuki**)；〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 青柳 滋久(**AOYAGI Shigehisa**)；〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立Ａｓｔｅｍｏ株式会社内 Ibaraki (JP). 塚越 貴哉(**TSUKAGOSHI Takaya**)；〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立Ａｓｔｅｍｏ株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人：弁理士法人開知(**KAICHI IP**)；〒1030022 東京都中央区日本橋室町四丁目３番１６号 Tokyo (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) **Title:** AC ELECTRIC MOTOR CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称： 交流電動機制御装置



(57) **Abstract:** Achieved is an AC electric motor control device that is capable of suppressing an electric current harmonic component which flows through an AC electric motor and reducing loss which occurs in the AC electric motor. An AC electric motor control device 10 comprises: a power converter 3 that converts DC power into AC power; and a control unit 2 that performs synchronous PWM control on an AC electric motor 1. The control unit 2 has a carrier wave generation unit 221, 231, 232 which generates carrier waves and a PWM pulse generation unit 22, 23 which generates a PWM pulse on the basis of the carrier wave and a voltage command value 21A. The carrier wave generation unit 221, 231, 232 changes the cycles of the carrier waves such that harmonic components in dq Cartesian coordinates of the AC electric motor 1 included in the PWM pulse are concentrated on one of the d axis side and the q axis side where inductance is greater than the other.

(57) 要約：交流電動機に流れる電流高調波成分を抑制し、交流電動機で発生する損失を低減することが可能な交流電動機制御装置が実現される。交流電動機制御装置１０は、直流電力から交流電力への電力変換を行う電力変換器３と、交流電動機１を同期ＰＷＭ制御する制御部２と、を備える。制御部２は、キャリア波を生成するキャリア波生成部２２１、２３１、２３２と、キャリア波と電圧指令値２１Ａとに基づき、ＰＷＭパルスを生成するＰＷＭパルス生成部２２、２３と、を有する。キャリア波生成部２２１、２３１、２３２は、ＰＷＭパルスに含まれる交流電動機１のｄｑ直交座標における高調波成分が、ｄ軸またはｑ軸のうち、インダクタンスの大きい軸側に集中するようにキャリア波の周期を変更する。

WO 2024/100959 A1

［続葉有］

MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, 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, ME, 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).

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 ： 交流電動機制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、交流電動機を駆動する交流電動機制御装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、省エネルギー化の要求の高まりから、交流電動機を駆動する交流電動機制御装置が、家電、インフラ、車載機器など幅広い用途に適用されている。

[0003] このような、交流電動機を駆動する交流電動機制御装置として、一般的にＰＷＭ制御が用いられている。ＰＷＭ制御では、交流電動機へ印加する電圧指令信号を元に変調信号を作成し、変調信号とＰＷＭキャリアとの比較により電力変換装置のスイッチング素子をオン・オフするＰＷＭパルス信号を作成する。これにより、直流電力を、交流電動機を駆動する交流電力へ変換することを可能としている。

[0004] このように、ＰＷＭ制御を行うことで、直流電力を交流電力へ変換可能となるが、電力変換装置のスイッチング素子を高速にオン・オフする動作を繰り返すため、交流電動機に対して出力電圧はパルス状に印加される。

[0005] このため、交流電動機に流れる電流に高調波成分が含まれ、ノイズや損失の原因となる。

[0006] このような電力変換装置のスイッチング素子のオン・オフに起因するノイズや損失を低減するための技術が、例えば、特許文献１、特許文献２に開示されている。

[0007] 特許文献１に記載の方式では、ＰＷＭキャリアの周期を時間経過により変化させる構成である。また、特許文献２に記載の方式では、電流ゼロクロス付近のＰＷＭキャリアの周期を短縮する構成である。

[0008] このような方式により、交流電動機にパルス状に印加される電圧の高調波成分を分散することで、交流電動機に流れる電流の高調波成分を分散するこ

とができる。これにより、交流電動機に発生するノイズの低減や、直流電圧変動の抑制を行うことが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開２０１０－４１８７７号公報

特許文献2：特開２０１９－４７６８８号広報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 前述の通り、ＰＷＭ制御を行うことで、交流電動機に流れる電流に高調波成分が含まれ、ノイズや損失が増加する課題がある。

[0011] しかしながら、特許文献１および特許文献２に記載の方式では、交流電動機にパルス状に印加される電圧の高調波成分を分散することは可能であるが、交流電動機に流れる電流の高調波成分を積極的に抑制する構成は開示されていない。

[0012] 交流電動機に流れる電流の高調波成分を抑制しなければ、高調波成分が原因となるノイズや損失の低減は困難である。

[0013] 本発明の目的は、交流電動機に流れる電流高調波成分を抑制し、交流電動機で発生する損失を低減することが可能な交流電動機制御装置を実現することである。

課題を解決するための手段

[0014] 上記目的を達成するため、本発明は、次のように構成される。

[0015] 交流電動機制御装置において、直流電力から交流電力への電力変換を行う電力変換器と、交流電動機を同期ＰＷＭ制御する制御部と、を備え、前記制御部は、キャリア波を生成するキャリア波生成部と、前記キャリア波と電圧指令値とに基づき、ＰＷＭパルスを生成するＰＷＭパルス生成部と、を有し、前記キャリア波生成部は、前記ＰＷＭパルスに含まれる前記交流電動機のｄｑ直交座標における高調波成分が、ｄ軸またはｑ軸のうち、インダクタン

スの大きい軸側に集中するように前記キャリア波の周期を変更する。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、交流電動機に流れる電流高調波成分を抑制し、交流電動機で発生する損失を低減することが可能な交流電動機制御装置を実現することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の実施例１の交流電動機制御装置の全体構成図を示すブロック図である。

[図2]本発明の実施例１のＰＷＭパルス生成部を示すブロック図である。

[図3]本発明とは異なる比較例における同期ＰＷＭ制御時のキャリア波の周期を一定とした場合の波形例を示す図である。

[図4]本発明の実施例１における同期ＰＷＭ制御時のキャリア波の周期を周期的に変更した場合の波形例を示す図である。

[図5]ベクトル制御における直交ｄｑ軸座標系と電圧・電流の概略関係図である。

[図6A]キャリア波の周期が一定の場合の出力電圧の高調波成分を示す図である。

[図6B]キャリア波の周期を周期的に変更した場合の出力電圧の高調波成分を示す図である。

[図7A]埋め込み型永久磁石同期電動機に図６Ａに示した電圧高調波成分が印加された場合に発生する電流高調波成分を示す図である。

[図7B]埋め込み型永久磁石同期電動機に図６Ｂに示した電圧高調波成分が印加された場合に発生する電流高調波成分を示す図である。

[図8]周期変更量を変化させた場合の電流高調波成分の変化を示すグラフである。

[図9]本発明の実施例２による交流電動機制御装置を電気自動車に適用した例を示す図である。

[図10]実施例２におけるPWMパルス生成部の構成図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。

実施例

[0019] （実施例１）

本発明の実施例１を、図１から図１０を用いて説明する。

[0020] 本実施例１は、交流電動機１を本発明の交流電動機制御装置１０で駆動する例を説明する。

[0021] 図１は、実施例１による交流電動機制御装置１０の概略構成図である。交流電動機制御装置１０は、制御部２と、インバータ（電力変換器）３と、電流検出部４と、を備える。制御部２は、ベクトル制御部２１と、ＰＷＭパルス生成部２２と、を備える。図２は、制御部２が有するＰＷＭパルス生成部２２の説明図であり、ＰＷＭパルス生成部２２は、キャリア波生成部２２１と、キャリア電圧指令比較部２２２と、を備える。

[0022] 制御部２のベクトル制御部２１は、交流電動機１に流れる電流を検出する電流検出部４からの情報と、交流電動機１の回転位置を検出する位置センサ５からの情報５Ａと、を元に変調率指令値（電圧指令値）２１Ａを演算する。

[0023] 演算された変調率指令値２１Ａを元にしてＰＷＭパルス生成部２２によりＰＷＭパルス２２Ａを生成し、生成されたＰＷＭパルス２２Ａを元に、インバータ３が直流電力から交流電力への電力変換を行い、交流電動機１に交流電力を供給する。

[0024] ＰＷＭパルス生成部２２では、図２に示す通り、キャリア波生成部２２１により三角波などのキャリア波が生成され、生成されたキャリア波と変調率指令値２１Ａとが比較部２２２により比較され、ＰＷＭパルス２２Ａが生成される。

[0025] 交流電動機１をＰＷＭパルスにより制御する方式の一つとして同期ＰＷＭ制御方式があげられる。制御部２は、交流電動機１を同期ＰＷＭ制御する。

[0026] 図３は、本発明とは異なる比較例における同期ＰＷＭ制御時のキャリア波

と変調率指令値の概略図を示す。図３に示すように、同期ＰＷＭ制御方式では、交流電動機の回転数に応じてＰＷＭキャリア波の周期を変更することで、１回転に含まれるＰＷＭキャリア波の数を固定する方式となっている。

[0027] 例えば、図３に示した例では、交流変調率指令１回転の半周期（０°～１８０°）で、キャリア波の上り（山）と下り（谷）がそれぞれ４．５周期分含まれており、交流変調率指令１回転（０°～３６０°）ではキャリア波の上り（山）と下り（谷）がそれぞれ９周期分、計１８周期分含まれる構成を示している。

[0028] また、一般的にＰＷＭキャリア波の周期は一定間隔に設定されており、図３に示した例の構成では同期９パルス制御と呼ばれている。

[0029] このように、同期ＰＷＭ制御方式とすることで、波形の対称性が保たれ、偶数次の高調波が発生しないなどの利点があげられる。一方、ＰＷＭキャリア波の数を固定するため、キャリア波の１次成分の側帯波（図３に示した例の構成では６次・１２次成分）や２次成分（図３に示した例の構成では１８次成分）の電圧高調波成分が大きく発生する構成となる。

[0030] また、このような高調波成分が含まれる電圧が交流電動機に印加されることで、電流にもこれらの高調波成分の影響で電流高調波成分が発生する。

[0031] 本願の実施例１では、図３に示した例のような同期ＰＷＭ制御時に、交流電動機に発生する電流の高調波成分を抑制するため、同期ＰＷＭ制御時のキャリア波の周期を周期的に変更する。

[0032] 図４は、本発明の実施例１の構成である同期ＰＷＭ制御のキャリア波の周期を周期的に変更した同期９パル時の概略図を示す図である。図４に示すように、キャリア波の周期を、短い周期Ｓと長い周期Ｌとを２回分を繰り返す構成としている。

具体的には、同期ＰＷＭの山谷の数をＰ（図４の場合はＰ＝９）、キャリア波の周期の順序をｎとして、キャリア波の周期を下記の式（１）に示すような６次周期で変化するように設定する。

[0033]

[数1]

$$\Delta\theta_{PWM}(n)=\frac{2\cdot\pi}{2\cdot P}+C\cdot\sin\left(6\cdot\frac{2\cdot\pi}{2\cdot P}\cdot(n-1)-\frac{\pi}{2}\right)\quad\cdots(1)$$

[0034] 上記式（１）において、正弦波関数に積算されているＣは、周期変更量に相当する値である。また、ｎは次数である。

[0035] 例えば、同期９パルスでＣ＝０として各周期間の変化を０とすると、図３に示した比較例のように、キャリア波の周期は（２π／１８）＝２０［ｄｅｇ］固定となる。また、同期９パルスでＣ＞０とすると、下記の式（２）、（３）、（４）の通りとなり、図４に示す本発明のように、ｎ＝１、２、３の繰返しとなる。

[0036] [数2]

$$\Delta\theta_{PWM}(1)=\frac{2\cdot\pi}{18}+C\cdot\sin\left(6\cdot\frac{2\cdot\pi}{18}\cdot 0-\frac{\pi}{2}\right)$$
$$=\frac{2\cdot\pi}{18}+C\cdot\sin\left(\frac{2\cdot\pi}{3}\cdot 0-\frac{\pi}{2}\right)\quad\cdots(2)$$

[0037] [数3]

$$\Delta\theta_{PWM}(2)=\frac{2\cdot\pi}{18}+C\cdot\sin\left(6\cdot\frac{2\cdot\pi}{18}\cdot 1-\frac{\pi}{2}\right)$$
$$=\frac{2\cdot\pi}{18}+C\cdot\sin\left(\frac{2\cdot\pi}{3}\cdot 1-\frac{\pi}{2}\right)\quad\cdots(3)$$

[0038] [数4]

$$\Delta\theta_{PWM}(3)=\frac{2\cdot\pi}{18}+C\cdot\sin\left(6\cdot\frac{2\cdot\pi}{18}\cdot 2-\frac{\pi}{2}\right)$$
$$=\frac{2\cdot\pi}{18}+C\cdot\sin\left(\frac{2\cdot\pi}{3}\cdot 2-\frac{\pi}{2}\right)\quad\cdots(4)$$

[0039] 上記式（１）を用いて、同期ＰＷＭの山谷の数Ｐを変更することで、例えば同期１５パルス時の周期変化も同様に設定することが可能である。

[0040] 図５は、ベクトル制御時のｄｑ直交座標と電圧・電流の概略を示す図であ

る。

[0041] 図５において、交流電動機では、ｄｑ直交座標はｄ軸を磁石軸方向、ｑ軸を磁石軸方向に直交する座標として設定する。ベクトル制御では、このようなｄｑ直交座標を用いて電圧・電流の制御を行っている。

[0042] 図６Ａおよび図６Ｂは、キャリア波の周期が一定の場合と、本願の周期を周期的に変更した場合の出力電圧の高調波成分を示す図である。図６Ａが周期一定の場合の図であり、図６Ｂが一実施例のキャリア波の周期を周期的に変更した場合の図である。

[0043] 図６Ａ及び図６Ｂの横軸は次数、縦軸は振幅である。図６Ａおよび図６Ｂの実線の成分が前述したｄ軸（磁石軸方向）成分であり、点線が前述したｑ軸（磁石軸直交方向）成分を示している。

[0044] 図６Ａの周期一定の同期ＰＷＭ制御の場合では、振幅が最大の成分はｑ軸成分（点線）の２次成分である。また、ｄ軸成分（実線）成分が１次成分・３次成分の側帯波成分として２次成分の左右に発生している。

[0045] ここで、図６Ｂに示すように、周期を周期的に変更することで、高調波成分が変化する結果を得られる。図６Ｂでは、ｄ軸成分（実線）成分の１次成分・３次成分の側帯波成分が減少していることが確認できる。また、ｑ軸成分（点線）の２次成の前後の成分が増加していることが確認できる。言い換えると、キャリア波の周期を周期的に変更することで、ｄ軸高調波成分をｑ軸高調波成分へシフトする電圧高調波成分構成となる。

[0046] ここで、交流電動機では図６Ａまたは図６Ｂに示した高調波成分を含む電圧が印加され、電圧高調波成分に起因した電流高調波成分が発生する。高調波成分に関する電圧と電流は、ｄ軸成分（磁石軸方向）とｑ軸（磁石軸直交成分）について下記式（５）および式（６）のような関係となる。

[0047] 式（５）において、ｉｄｈ（ｎ）はｄ軸電流、ｖｄｈ（ｎ）はｄ軸電圧、Ｌｄｈはｄ軸インダクタンスである。また、式（６）において、ｉｑｈ（ｎ）はｑ軸電流、ｖｑｈ（ｎ）はｑ軸電圧、Ｌｑｈはｑ軸インダクタンスである。

[0048] [数5]

$$i_{dh}(n) = \frac{v_{dh}(n)}{n \cdot \omega \cdot L_{dh}} \quad \cdots(5)$$

[0049] [数6]

$$i_{qh}(n) = \frac{v_{qh}(n)}{n \cdot \omega \cdot L_{qh}} \quad \cdots(6)$$

[0050] 上記式（５）および（６）は、電動機に発生する高調波電流は、高調波電圧の次数に対応した周波数とインダクタンスで割った値となることを示している。

[0051] ここで、車載機器の動力源となる主機モータでは、埋め込み型永久磁石同期電動機が使用されることが多い。このような埋め込み型永久磁石同期電動機では、上記式（５）に示したｄ軸インダクタンスより、上記式（６）に示したｑ軸インダクタンスが大きい突極比が大きいモータとなる（Ｌｄｈ＜Ｌｑｈ）。言い換えると、同一の振幅の電圧高調波が印可された場合、ｑ軸電流高調波成分の方がｄ軸電流高調波成分よりも小さくなる特性の電動機となっている。

[0052] ここで、図７Ａおよび図７Ｂに、このような埋め込み型永久磁石同期電動機に図６Ａおよび図６Ｂに示した電圧高調波成分が印加された場合に発生する電流高調波成分を示す。

[0053] 図７Ａが周期一定の場合、図７Ｂが一実施例のキャリア波の周期を周期的に変更した場合の図である。図７Ａおよび図７Ｂにおいて、横軸は次数、縦軸は振幅である。実線の成分がｄ軸（磁石軸方向）成分であり、点線がｑ軸（磁石軸直交方向）成分を示している。

[0054] 周期一定の図７Ａの場合、図６Ａの電圧高調波成分ではｑ軸成分の２次成分が最大の電圧振幅となっているが、埋め込み型永久磁石同期電動機ではｑ軸インダクタンスが大きいため、図７Ａの電流高調波成分ではｑ軸２次成分の電流振幅は小さな値となっており、ｄ軸の１次成分の側帯波の電流高調波

振幅が最大値となっている。

[0055] ここで、実施例１の構成であるキャリア波の周期を周期的に変更する構成では、図６Ｂに示す通り、電圧高調波成分をｄ軸成分からｑ軸成分へシフトする構成となっている。このため、埋め込み型永久磁石同期電動機に一実施例による電圧が印加されると、図７Ｂに示す電流高調波成分のように、ｄ軸電流高調波成分が減少する。

[0056] また、ｑ軸電流高調波成分については、ｑ軸インダクタンスが大きいため、増加幅は小さく、電流高調波成分としては微増する結果となる。言い換えると、ｄｑ軸を総合すると、全体の電流高調波成分を抑制することが可能となる。

[0057] 以上のように、ＰＷＭパルスに含まれる交流電動機のｄｑ直交座標における高調波成分をインダクタンスの大きい軸側に集中するようにＰＷＭキャリア波を周期的に変更することで、交流電動機に流れる電流高調波成分を抑制することが可能となる。

[0058] また、電流高調波成分が抑制されることで、交流電動機で発生する損失を低減することが可能となる。

[0059] ここで、図８に、横軸に上記式（１）の周期変更量Ｃ、縦軸に電流高調波成分の二乗平均平方根（ＲＭＳ値）をプロットした概略図を示す。

[0060] 上記式（１）の周期変更量Ｃを大きくすることで、前述の通りｄ軸電圧高調波成分をｑ軸電圧高調波成分へシフトすることができ、埋め込み型永久磁石同期電動機では電流高調波成分を抑制することが可能となる。

[0061] これにより、図８に示すように、電流高調波成分を抑制することが可能である。しかしながら、図８に示すように、周期変更量を大きくしていくとパルス波形のひずみが大きくなり、電流高調波が増加する傾向が確認できる。言い換えると、周期変更量に対して電流高調波のＲＭＳ値は最小点（図８の丸印で示す）を持った下に凸な関数となる。

[0062] このため、キャリア波の周期を周期的に変更する場合は、キャリア波生成部２２１が、６次周期で変化させる周期変更量Ｃを電流高調波のＲＭＳ値が

最小となる点に設定することで、電流高調波成分を抑制した状態で交流電動機を駆動することが可能となる。

[0063] また、図８の縦軸を電流高調波成分により発生する交流電動機の損失とすることで、損失が最小となる周期変更量Ｃを設定することが可能となる。つまり、キャリア波生成部２２１が、６次周期で変化させる周期変更量を電流高調波成分により発生する交流電動機の損失が最小となる周期変更量に設定する。

[0064] これにより、電流高調波成分により交流電動機に発生する損失を抑制した状態で駆動することが可能となる。

同期ＰＷＭ制御では、キャリア波の周期以下ではパルスを変化させることが出来ないため、キャリア波の周期を制御周期として設定することが一般的に行われている。

[0065] ここで、周期変更量Ｃを大きく設定すると、キャリア波の周期の変化量が大きくなり、周期が長い区間が発生する。言い換えると、制御周期が長い領域が発生するため、制御応答を低くする必要が発生する。

このため、高速な制御応答が要求される場合などは、キャリア波生成部２２１は、電流高調波成分や交流電動機１の損失を最小化する周期変更量Ｃより小さい値を設定して駆動することで、周期間の変化・制御応答の低下の抑制と電流高調波成分や損失の抑制をバランスさせて駆動することが可能となる。

[0066] 以上のように、本発明の実施例１によれば、ＰＷＭパルスに含まれる交流電動機のｄｑ直交座標における高調波成分がインダクタンスの大きい軸側に集中するようにキャリア波の周期を所定の間隔で変更するように構成したので、交流電動機で発生する損失を低減することが可能な交流電動機制御装置１０を実現することができる。

[0067] （実施例２）

次に、本発明の実施例２について説明する。

[0068] 実施例２は、本発明を電気自動車の交流電動機を制御する交流電動機制御

装置に適用した場合の例である。

実施例２に説明においては、実施例１と共通する部分は、図示および説明を省略する。

[0069] 図９に示すように、電気自動車１００に前述した制御部２を適用した交流電動機１を車載電動機主機１０１として適用することで、電流高調波成分および交流電動機を低減した高効率な電気自動車１００を提供することが可能となる。

[0070] 電気自動車向けに適用した車載電動機主機１０１では、極低温で起動すると電動機の回転部などが凍結するため暖機運転等を行う場合がある。このような暖機運転時は電動機から発生する損失は大きい方が望ましい。

[0071] このため、図１０に示すように、ＰＷＭパルス生成部２３（ＰＷＭパルス生成部２の変形例）において、キャリア波生成部２３１（一定周期のキャリア波を生成する）と、キャリア波生成部２３２（キャリア波の周期を変更する）と、から生成されるキャリア波をキャリア波切り替え部２３３により、交流電動機温度情報１Ａを元に切り替える構成とする。交流電動機温度情報１Ａは、交流電動機１の温度を検出する温度センサ（図示せず）からキャリア波切り替え部２３３に出力することができる。

[0072] このような構成とすることで、交流電動機温度情報１Ａが一定以下の場合は一定周期のキャリア波生成部２３１側のキャリア波を選択し、交流電動機温度情報１Ａが一定以上の場合は、周期的変更の２３３側のキャリア波を選択することができ、暖機運転時に交流電動機１から発生する損失を大きくすることが可能となる。キャリア波生成部２３１は、周期一定キャリア波生成部と定義することができる。

[0073] 交流電動機１の温度を上昇させるためのヒータが別個設けられている場合にも、ＰＷＭパルス生成部２３を上記のような構成とすることにより、暖機運転をより早期に開始することができる。

[0074] 実施例２によれば、実施例１と同様な効果を得ることができる他、上述したように、暖機運転をより早期に開始することができるという効果がある。

[0075] なお、上述した例は、ｄ軸インダクタンスよりｑ軸インダクタンスの方が大きい例について説明したが、ｑ軸インダクタンスよりｄ軸インダクタンスの方が大きい例にも適用可能である。この場合は、高調波成分をインダクアンスの大きいｄ軸側に集中するように、ＰＷＭキャリア波の周期を所定の間隔で変更するように構成する。

符号の説明

[0076] １・・・交流電動機、２・・・制御部、３・・・インバータ、４・・・電流検出部、５・・・位置センサ、１０・・・交流電動機制御装置、２１・・・ベクトル制御部、２１Ａ・・・変調率指令値（電圧指令値）、２２・・・ＰＷＭパルス生成部、２３・・・ＰＷＭパルス生成部の変形例、１００・・・電気自動車、１０１・・・車載電動機主機、２２１・・・キャリア波生成部、２２２・・・キャリア・電圧指令比較部、２３１・・・キャリア波生成部（周期一定キャリア波生成部）、２３２・・・キャリア波生成部（周期）、２３３・・・キャリア波切り替え部

請求の範囲

[請求項1] 直流電力から交流電力への電力変換を行う電力変換器と、

交流電動機を同期ＰＷＭ制御する制御部と、

を備え、

前記制御部は、

キャリア波を生成するキャリア波生成部と、前記キャリア波と電圧指令値とに基づき、ＰＷＭパルスを生成するＰＷＭパルス生成部と、を有し、

前記キャリア波生成部は、前記ＰＷＭパルスに含まれる前記交流電動機のｄｑ直交座標における高調波成分が、ｄ軸またはｑ軸のうち、インダクタンスの大きい軸側に集中するように前記キャリア波の周期を変更することを特徴とする交流電動機制御装置。

[請求項2] 請求項１に記載の交流電動機制御装置において、

前記キャリア波生成部は、前記キャリア波の周期を、６次周期で変化させることを特徴とする交流電動機制御装置。

[請求項3] 請求項２に記載の交流電動機制御装置において、

前記キャリア波生成部は、前記キャリア波の周期を６次周期で変化させる周期変更量を、電流高調波成分が最小となる周期変更量に設定することを特徴とする交流電動機制御装置。

[請求項4] 請求項２に記載の交流電動機制御装置において、

前記キャリア波生成部は、前記キャリア波の周期を６次周期で変化させる周期変更量を電流高調波成分により発生する前記交流電動機の損失が最小となる周期変更量に設定することを特徴とする交流電動機制御装置。

[請求項5] 請求項３に記載の交流電動機制御装置において、

前記キャリア波生成部は、高速な制御応答が要求される場合は、前記キャリア波の周期を６次周期で変化させる周期変更量を前記電流高調波成分または前記交流電動機の損失が最小となる周期変更量より小さ

な変更量に設定し、制御応答の低下を抑制することを特徴とする交流電動機制御装置。

[請求項6] 請求項１に記載の交流電動機制御装置において、

前記キャリア波生成部は、前記ＰＷＭパルスに含まれる前記交流電動機のｄｑ直交座標における高調波成分が、ｄ軸側のインダクタンスよりインダクタンスが大きいｑ軸側に集中するように前記キャリア波の周期を変更することを特徴とする交流電動機制御装置。

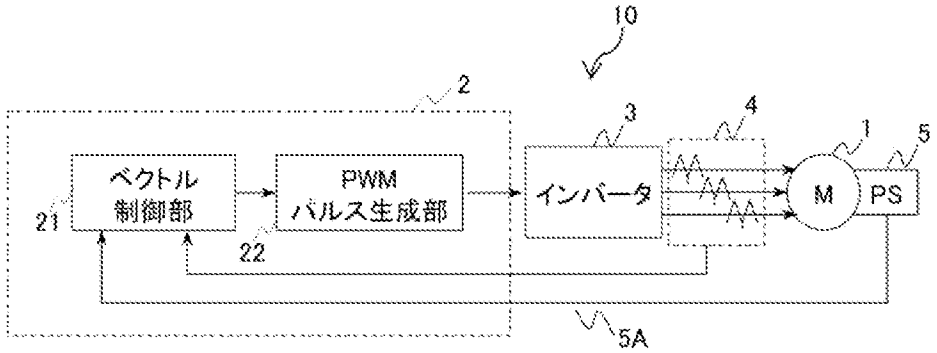
[請求項7] 請求項１から請求項６のうちのいずれか一項に記載の交流電動機制御装置において、

電気自動車の交流電動機を制御する制御装置であることを特徴とする交流電動機制御装置。

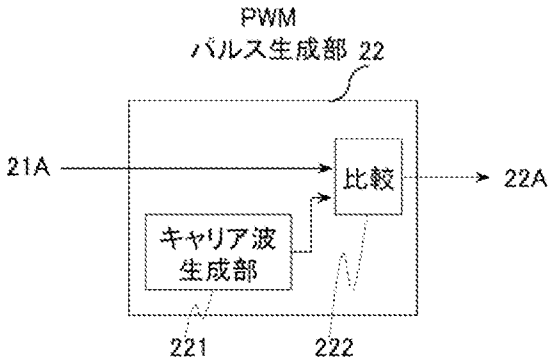
[請求項8] 請求項７に記載の交流電動機制御装置において、

前記ＰＷＭパルス生成部は、一定周期のキャリア波を生成するキャリア波生成部と周期的に変更するキャリア波を生成する周期一定キャリア波生成部と、前記周期一定キャリア波生成部と前記キャリア波生成部とを切り替えるキャリア波切り替え部と、をさらに備えることを特徴とする交流電動機制御装置。

[図1]

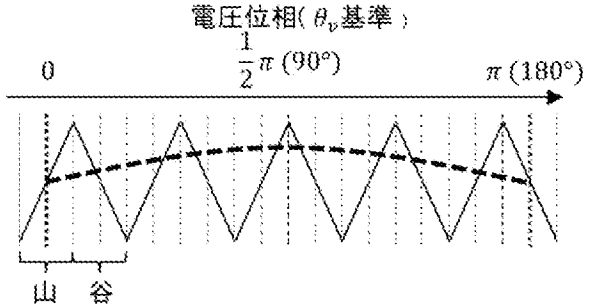


[図2]



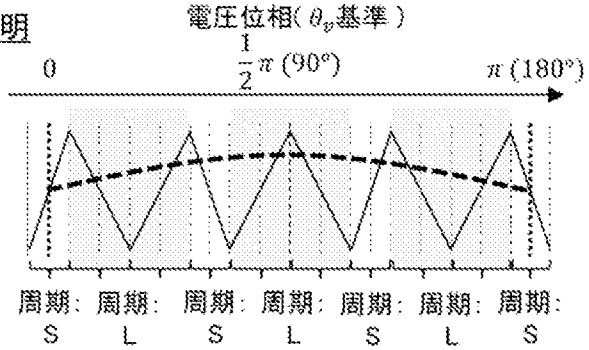
[図3]

比較例

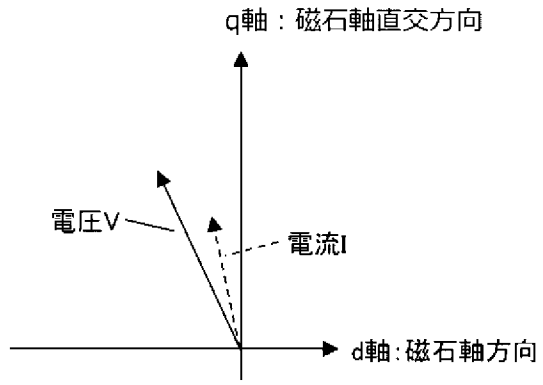


[図4]

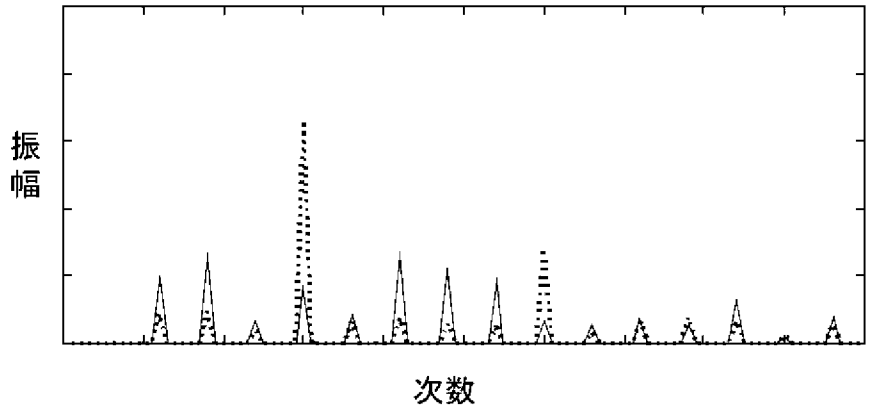
本発明



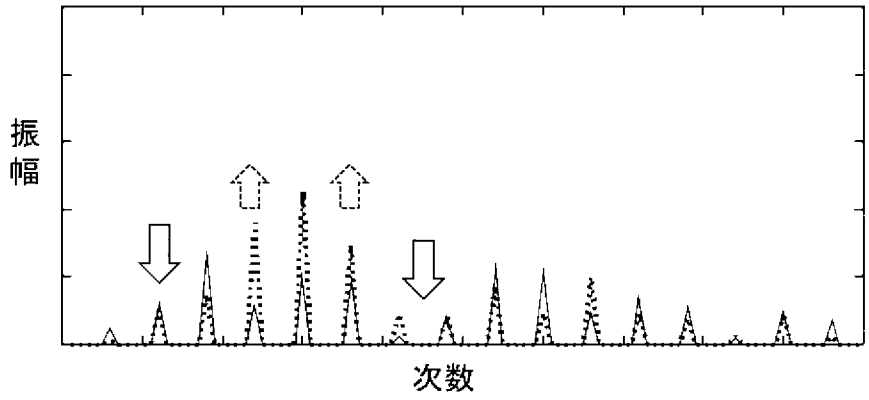
[図5]



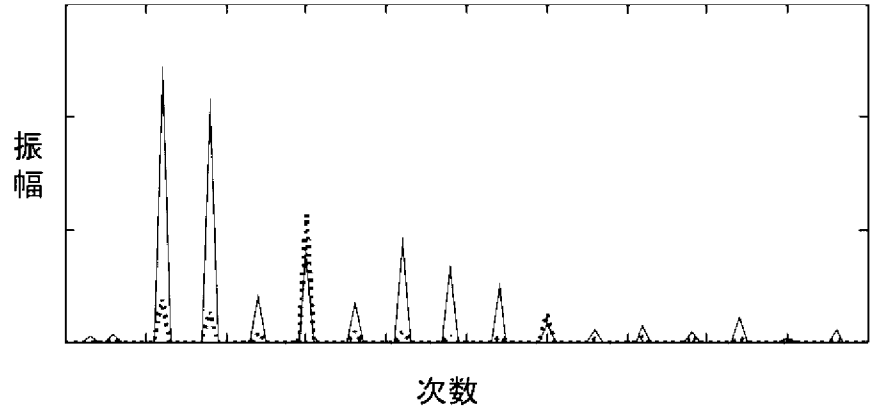
[図6A]



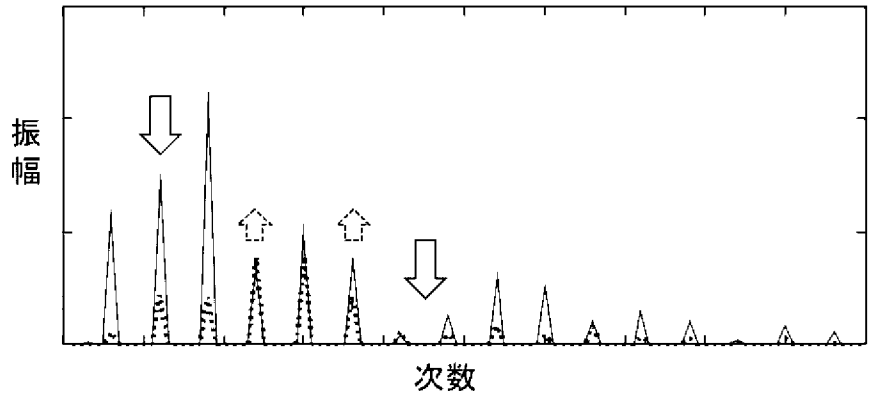
[図6B]



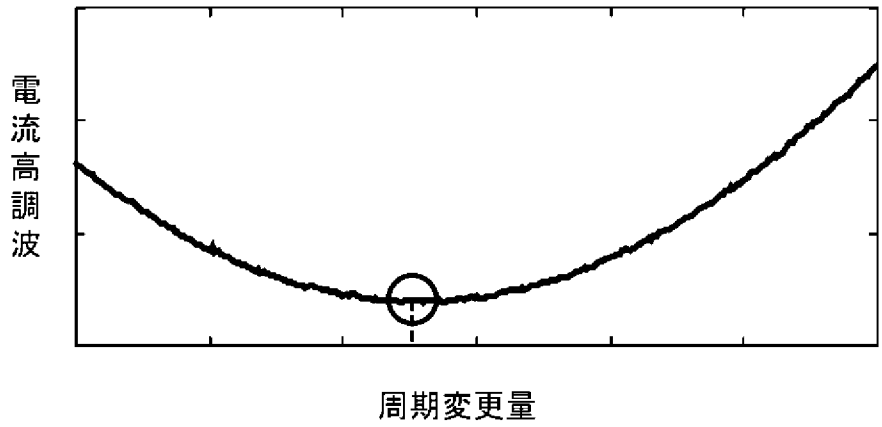
[図7A]



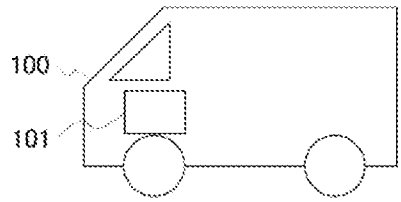
[図7B]


振幅
次数

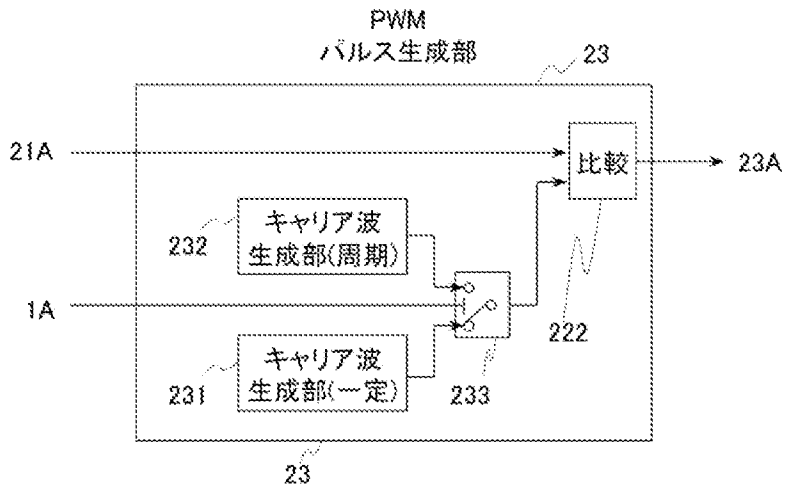
[図8]


電流高調波
周期変更量

[図9]


100
101

[図10]


PWM
パルス生成部
23
21A
比較
23A
232
キャリア波
生成部(周期)
1A
222
231
キャリア波
生成部(一定)
233
23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/030641

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P 27/08(2006.01)i
FI: H02P27/08

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)

H02P27/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2009-11028 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 15 January 2009 (2009-01-15) entire text, all drawings	1-8

☐ 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	Date of mailing of the international search report
02 November 2023	**14 November 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/030641

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2009-11028 A	15 January 2009	US 2010/0164416 A1 entire text, all drawings EP 2161828 A1 CN 101689828 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/030641

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H02P 27/08(2006.01)i
FI: H02P27/08

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（ＩＰＣ））

H02P27/08

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	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３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 2009-11028 A (トヨタ自動車株式会社) 15.01.2009 (2009-01-15) 全文，全図	1-8

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
02.11.2023	14.11.2023

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
谿花　正由輝 3V 3120

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/030641

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2009-11028 A	15.01.2009	US 2010/0164416 A1 全文，全図 EP 2161828 A1 CN 101689828 A	