

(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
2018年9月13日(13.09.2018)



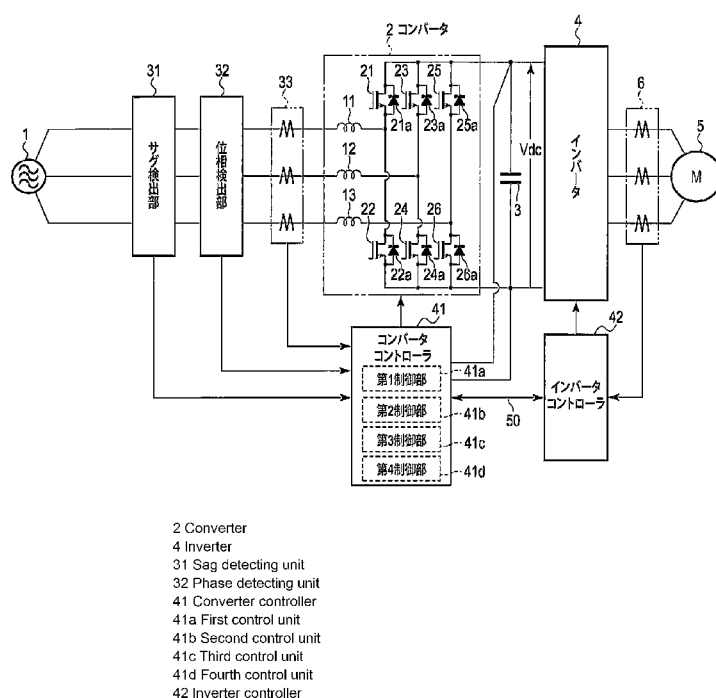
(10) 国際公開番号

WO 2018/164000 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 7/12 (2006.01) H02M 7/48 (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/008079
- (22) 国際出願日: 2018年3月2日(02.03.2018)
- (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 2017-046466 2017年3月10日(10.03.2017) JP
- (71) 出願人: 東芝キャリア株式会社(TOSHIBA CARRIER CORPORATION) [JP/JP]; 〒2128585 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 山下 浩史(YAMASHITA, Hiroshi); 〒4168521 静岡県富士市蓼原336番地 東芝キャリア株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人スズエ国際特許事務所(S & S INTERNATIONAL PPC); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目12番9号 スズエ・アンド・スズエビル 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: MOTOR DRIVING DEVICE

(54) 発明の名称: モータ駆動装置



(57) Abstract: According to the present invention, voltage boosting of a converter is stopped when an abnormality occurs in an input to the converter, and after the abnormality is resolved, the voltage boosting of the converter is started under the conditions that an input current to the converter is no more than a set value and the rotation speed of a motor is no greater than a predetermined value.

(57) 要約: コンバータへの入力に異常が生じた場合にコンバータの昇圧を停止し、その異常の解消後、コンバータへの入力電流が設定値以下かつモータの回転数が所定値以下であることを条件にコンバータの昇圧を開始する。

[続葉有]

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, 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, 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：

- 一 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

技術分野

[0001] 本発明は、昇圧型のコンバータを備えたモータ駆動装置に関する。

背景技術

[0002] 三相交流電源の電圧を昇圧型のコンバータ（いわゆるPWMコンバータ）で直流変換し、その直流電圧をインバータで所定周波数の交流電圧に変換し、その交流電圧をモータの駆動用として出力するモータ駆動装置が知られている。

[0003] 昇圧型のコンバータは、ダイオードおよびスイッチング素子を有し、スイッチング素子のオン、オフを繰り返すスイッチングにより電源電圧を昇圧および直流変換し、スイッチング素子のオフを維持する非スイッチングにより電源電圧をダイオードで全波整流する。

[0004] このコンバータで電源電圧を昇圧することにより、コンバータから交流電源側に流出する高調波電流を抑制できるとともに、モータの高回転時に同モータの逆起電圧が高くなった場合でもその逆起電圧より高いレベルの電圧をインバータから出力させてモータの回転数をさらに上昇させることができる。

[0005] このようなモータ駆動装置では、コンバータへの入力電流が異常上昇した場合にそれを過電流異常と判定してコンバータの昇圧（スイッチング）を停止する保護制御、および電源電圧が短期間だけ一時的に低下するサグ（Sag）が発生した場合にそれを電源電圧異常と判定してコンバータの昇圧を停止する保護制御などが採用される。これら保護制御には、異常の判定時にインバータの運転を継続するものもある。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2010-41751号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] サグによる電源電圧異常が解消した後にコンバータが昇圧を再開すると、コンバータへの入力電流のピークが一時的に上昇する。このとき、モータの高負荷運転などによりコンバータへの入力電流がもともと高めの状態にあると、入力電流が異常上昇して過電流異常が判定されてしまい、このためコンバータの昇圧が再び停止してしまう。つまり、コンバータの昇圧の開始（再開）と停止が頻繁に繰り返されてしまう。この頻繁な運転と停止の繰り返しはコンバータのダイオードやスイッチング素子にとってストレスとなり、コンバータの寿命を縮める可能性がある。

[0008] 本実施形態の目的は、コンバータの昇圧の開始と停止の頻繁な繰り返しを未然に防ぐことができるモータ駆動装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 請求項1のモータ駆動装置は、交流電源の電圧を昇圧および直流変換するコンバータと、このコンバータの出力電圧を交流変換しそれをモータの駆動用として出力するインバータと、前記コンバータへの入力電流が設定値以下かつ前記モータの回転数が所定値以下であることを条件に前記コンバータの昇圧を開始するコントローラと、を備える。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]一実施形態の構成を示すブロック図。

[図2]一実施形態の制御を説明するためのフローチャート。

[図3]一実施形態における入力電流の変化とコンバータの運転状態との対応関係の一例を示す図。

[図4]一実施形態における入力電流の変化とコンバータの運転状態との対応関係の他の例を示す図。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の一実施形態について図面を参照して説明する。

図 1 に示すように、三相交流電源 1 に昇圧型のコンバータ（いわゆる PWM コンバータ）2 の入力端が接続され、そのコンバータ 2 の出力端に平滑コンデンサ 3 が接続されている。この平滑コンデンサ 3 にインバータ 4 の入力端が接続され、そのインバータ 4 の出力端に直流モータたとえばブラシレス DC モータ 5 が接続されている。ブラシレス DC モータ 5 は、例えばヒートポンプ式熱源機の圧縮機（負荷）を駆動するもので、複数の相巻線が装着されたステータ（電機子）、および複数の永久磁石が埋設されたロータ（回転子）を含む。

[0012] コンバータ 2 は、リアクタ 1 1, 1 2, 1 3、これらリアクタ 1 1, 1 2, 1 3 を介して三相交流電源 1 に接続されるダイオード 2 1 a ~ 2 6 a のブリッジ回路、これらダイオード 2 1 a ~ 2 6 a にそれぞれ並列接続したスイッチング素子たとえば IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）2 1 ~ 2 6 を含み、IGBT 2 1 ~ 2 6 のオン、オフを繰り返すスイッチングにより三相交流電源 1 の電圧を昇圧および直流変換するとともに、IGBT 2 1 ~ 2 6 をオフしたままの非スイッチングにより三相交流電源 1 の電圧をダイオード 2 1 a ~ 2 6 a で全波整流する。ダイオード 2 1 a ~ 2 6 a は、IGBT 2 1 ~ 2 6 の回生用ダイオードである。

[0013] インバータ 4 は、コンバータ 2 の出力電圧（平滑コンデンサ 3 の電圧）をスイッチングにより所定周波数（出力周波数という）F の三相交流電圧に変換し、その三相交流電圧をブラシレス DC モータ 5 の駆動用として出力する。出力周波数 F に応じてブラシレス DC モータ 5 の回転数 N が変化する。このインバータ 4 の出力端とブラシレス DC モータ 5 との間の通電路に、モータ電流検知用の電流センサ 6 が配置されている。この電流センサ 6 の検知結果はインバータコントローラ 4 2 に通知される。

[0014] インバータコントローラ 4 2 は、ブラシレス DC モータ 5 の運転時、電流センサ 6 の検知結果からブラシレス DC モータ 5 の回転数 N を推定し、この推定回転数 N がブラシレス DC モータ 5 の負荷に応じた目標回転数となるように、インバータ 4 のスイッチングのオン、オフデューティを制御（センサ

レス・ベクトル制御)する。具体的には、インバータコントローラ42は、低回転域ではインバータ4のスイッチングのオン、オフデューティを小さくしてインバータ4からブラシレスDCモータ5への供給電力を低下させ、中回転域から高回転域ではインバータ4のスイッチングのオン、オフデューティを大きくしてインバータ4からブラシレスDCモータ5への供給電力を高める制御を行う。また、インバータコントローラ42は、ブラシレスDCモータ5が運転中であるか停止中であるかを推定回転数Nと共に通信線50によりコンバータコントローラ41に通知する。

[0015] 三相交流電源1とコンバータ2との間の通電路に、サグ検出部31、位相検出部32、および電流検出部33が順次に配置されている。サグ検出部31は、三相交流電源1の電圧(電源電圧)が短時間だけ一時的に低下するサグ(Sag)を検出する。位相検出部32は、三相交流電源1の各相電圧の位相、およびその各相電圧の位相の互いの差(位相差という)を検出する。電流検出部33は、コンバータ2に入力する各相電流の瞬時値 i を常に検出するとともに、その瞬時値 i に基づき、コンバータ2に入力する各相電流の実効値 i_{rms} を算出する。コンバータ2に入力する各相電流のことを、以下、入力電流と略称する。これらサグ検出部31の検出結果、位相検出部32の検出結果、電流検出部33の検出結果と算出結果が、コンバータコントローラ41に通知される。

[0016] コンバータコントローラ41は、コンバータ2から三相交流電源1側に流出する高調波電流の増加時やブラシレスDCモータ5の高回転時など、コンバータ2の昇圧が必要な場合に、位相検出部32で検出される各相電圧の位相および電流検出部33で検出される入力電流の瞬時値 i に基づき、コンバータ2に対する駆動用のPWM信号パターンを算出し、算出したPWM信号パターンに基づいてコンバータ2のIGBT21~26をオン、オフ駆動(PWMスイッチング)する。このオン、オフ駆動により、電源電圧がコンバータ2で昇圧および直流変換される。そして、このオン、オフ駆動に伴い、コンバータコントローラ41は、コンバータ2の出力電圧 V_{dc} が昇圧目標値

となるように、かつコンバータ 2 から三相交流電源 1 側に流出する高調波電流が少なくなるように、I G B T 2 1 ~ 2 6 のオン, オフデューティを制御する。

[0017] また、コンバータコントローラ 4 1 は、例えばコンバータ 2 から三相交流電源 1 側に流出する高調波電流が少ない場合やブラシレス D C モータ 5 の低回転時など、コンバータ 2 の昇圧が不要な場合に、コンバータ 2 の I G B T 2 1 ~ 2 6 のオフを維持する非スイッチングにより電源電圧をコンバータ 2 で全波整流させる。

[0018] コンバータコントローラ 4 1 とインバータコントローラ 4 2 は、相互に必要なデータや指示を通信線 5 0 によりやり取りする。

[0019] コンバータコントローラ 4 1 は、コンバータ 2 から三相交流電源 1 側に流出する高調波電流の増加に対処するため、電流検出部 3 3 で検出される入力電流の瞬時値 I の変化をフーリエ展開することにより抑制すべき次数の高調波電流の値を算出し、その算出値が予め定めた制限値に達した場合にコンバータ 2 の昇圧（スイッチング）を開始する。この昇圧により、高調波電流が抑制される。

[0020] 高調波電流の値が上記制限値に達していない状況下で、ブラシレス D C モータ 5 の高回転によってブラシレス D C モータ 5 の逆起電圧が高くなった場合には、その逆起電圧より高いレベルの電圧をインバータ 4 から出力させてブラシレス D C モータ 5 の回転数 N をさらに上昇させる必要がある。この場合、インバータコントローラ 4 2 は、逆起電圧より高いレベルの電圧をインバータ 4 から出力させるべく、インバータ 4 のスイッチングのオン, オフデューティを増大する。ただし、インバータ 4 のスイッチングのオン, オフデューティには、コンバータ 2 の昇圧がない状態において設定される制御上の上限値がある。この上限値を超えてのオン, オフデューティはできない。インバータ 4 のスイッチングのオン, オフデューティが上限値に達した段階で、インバータコントローラ 4 2 は、その旨をコンバータコントローラ 4 1 に通知する。この通知を受けたコンバータコントローラ 4 1 は、コンバータ 2

の昇圧を開始する。

[0021] つまり、コンバータコントローラ41は、高調波電流の値が制限値に達した場合にコンバータ2の昇圧を開始するとともに、ブラシレスDCモータ5の逆起電圧が高くなってインバータ4のスイッチングのオン、オフデューティが上限値に達した場合にもコンバータ2の昇圧を開始する。なお、ブラシレスDCモータ5の逆起電圧はブラシレスDCモータ5の回転数 N に比例するので、インバータコンバータ42の推定回転数 N が予め定めた所定値 N_a を超えた場合、またはインバータ4の出力周波数 F が上記所定値 N_a に対応する値を越えた場合に、コンバータ2の昇圧を開始してもよい。所定値 N_a は、実際にブラシレスDCモータ5の回転数 N をそれ以上に上げることができない限度値よりも、余裕を持って低い値であり、例えば60(rps)に設定される。ブラシレスDCモータ5には、誘導電動機のような“滑り”がないため、インバータ4の出力周波数 F とブラシレスDCモータ5の回転数 N は完全に比例関係にある。

[0022] さらに、コンバータコントローラ41は、コンバータ2への入力に異常が生じた場合にコンバータ2の昇圧を停止し、その異常の解消後、コンバータ2への入力電流の実効値 I_{rms} が設定値 I_{rms1} 以下でかつブラシレスDCモータ5の回転数 N が所定値 N_s ($\geq N_a$) 以下であることを条件にコンバータ2の昇圧を開始する。インバータコントローラ42は、コンバータ2への入力に異常が生じた際にコンバータコントローラ41によってコンバータ2の昇圧が停止された場合でも、ヒートポンプ式熱源機の熱利用側の状態に基づいてインバータ4の運転（スイッチング）を継続する。熱利用側の負荷が重い状況下では、インバータ4の出力周波数 F が高められて、ブラシレスDCモータ5の回転数 N が高くなる。この場合、当然、コンバータ2への入力電流の実効値 I_{rms} も大きくなる。

[0023] コンバータコントローラ41は、異常に対する保護制御手段として第1～第3制御部41a～41cを含むとともに、異常が解消した際の起動制御手段として第4制御部41dを含む。

[0024] 第1制御部41aは、コンバータ2への入力電流の瞬時値 I が過電流検出用の設定値 I_s 以上に異常上昇した場合、具体的には電流検出部33で検出される各相電流の瞬時値 I のうち少なくとも1つの瞬時値 I が過電流検出用の設定値 I_s 以上に異常上昇した場合に、それをコンバータ2への入力の異常いわゆる過電流異常と判定してコンバータ2の昇圧を停止する。この停止後、第1制御部41aは、コンバータ2への入力電流の瞬時値 I が設定値 I_s 未満に下降した場合、具体的には電流検出部33で検出される各相電流の瞬時値 I のすべてが設定値 I_s 未満に下降した場合に、過電流異常が解消したと判定する。設定値 I_s は例えば80 (A) である。

[0025] 第2制御部41bは、位相検出部32で検出される各相電圧の位相差が、正規の三相交流正弦波電圧の各相電圧の位相差 (120°) に対して所定値以上ずれている場合に、それをコンバータ2への入力の異常いわゆる位相異常と判定してコンバータ2の昇圧を停止する。この停止後、第2制御部41bは、位相検出部32で検出される各相電圧の位相差が、正規の三相交流正弦波電圧の各相電圧の位相差に対して所定値未満のずれに収まった場合に、位相異常が解消したと判定する。

[0026] 第3制御部41cは、三相交流電源1の電圧が短時間だけ一時的に低下するサグをサグ検出部31が検出した場合に、それをコンバータ2への入力の異常いわゆる電源電圧異常と判定してコンバータ2の昇圧を停止する。この停止後、第3制御部41cは、上記サグをサグ検出部31が検出しなくなった場合に、電源電圧異常が解消したと判定する。

[0027] なお、第1～第3制御部41a～41cがそれぞれ異常を判定してコンバータ2の昇圧を停止した場合でも、インバータコントローラ42はインバータ4の運転（スイッチング）を継続する。

[0028] 第4制御部41dは、三相交流電源1側に流出する高調波電流の増加またはブラシレスDCモータ5の高回転（ブラシレスDCモータ5の逆起電圧の上昇）に対処するべくコンバータ2の昇圧が必要な条件下において、第1～第3制御部41a～41cのいずれかが異常を判定してコンバータ2の昇圧

が停止されその停止後に第1～第3制御部41a～41cのいずれかが異常の解消を判定した際に、昇圧開始条件が成立していればコンバータ2の昇圧を開始し、昇圧開始条件が成立していない場合はリリース制御の実行をインバータコントローラ42に指示する。昇圧開始条件とは、コンバータ2に inputs する各相電流のすべての実効値 I_{rms} が設定値 I_{rms1} 以下 ($I_{rms} \leq I_{rms1}$) で、しかもブラシレスDCモータ5の推定回転数 N が所定値 N_s 以下 ($N \leq N_s$) である条件のことである。昇圧開始条件が成立しない場合とは、コンバータ2に inputs する各相電流のいずれかの実効値 I_{rms} が設定値 I_{rms1} より大きい場合 ($I_{rms} > I_{rms1}$)、またはブラシレスDCモータ5の推定回転数 N が所定値 N_s より大きい場合 ($N > N_s$) のことである。リリース制御とは、インバータ4の出力周波数 F を所定値 ΔF だけ低減する制御のことである。

[0029] また、第4制御部41dは、リリース制御の実行を指示した後に昇圧開始条件が成立した場合、コンバータ2の昇圧を開始（再開）するとともに、リリース制御の解除をインバータコントローラ42に指示する。なお、設定値 I_{rms1} は例えば30(A)であり、所定値 N_s は例えば70(rps)である。

[0030] つぎに、コンバータコントローラ41が実行する制御を図2のフローチャートを参照しながら説明する。図2のフローチャート中の符号S1～S11は処理ステップを示す。

[0031] ブラシレスDCモータ5が運転中でない場合（S1のNO）、コンバータコントローラ41は、コンバータ2の昇圧を停止（オフ）して昇圧フラグ f を“0”にリセットし（S2）、最初のS1に戻ってブラシレスDCモータ5の運転を待つ。昇圧フラグ f は、コンバータ2が昇圧中（スイッチング中）であるか非昇圧中であるかを確認するためのもので、“1”は昇圧中を示し、“0”は非昇圧中を示す。

[0032] ブラシレスDCモータ5が運転中である場合（S1のYES）、コンバータコントローラ41は、コンバータ2から三相交流電源1側に流出する高調波電流の大きさ、ブラシレスDCモータ5の推定回転数 N の大きさ、ブラシ

レスDCモータ5の逆起電圧の高さなどに基づき、コンバータ2の昇圧が必要であるか否かを判定する（S3）。コンバータ2の昇圧が必要な場合（S3のYES）、コンバータコントローラ41は、コンバータ2が昇圧中であるか否かを昇圧フラグfにより確認する（S4）。

[0033] 昇圧フラグfが“0”の場合（S4のYES）、コンバータコントローラ41は、コンバータ2が非昇圧中であるとの判断の下に、コンバータ2への入力電流の実効値 I_{rms} が設定値 I_{rms1} 以下（ $I_{rms} \leq I_{rms1}$ ）でかつブラシレスDCモータ5の推定回転数Nが所定値 N_s 以下（ $N \leq N_s$ ）という昇圧開始条件が成立するか否かを判定する（S5）。

[0034] ブラシレスDCモータ5の運転状態が例えば高負荷運転状態でなければ、コンバータ2への入力電流が低くてブラシレスDCモータ5の回転数Nも低い状態にあるので、昇圧開始条件は必ず成立する。昇圧開始条件が成立する場合（S5のYES）、コンバータコントローラ41は、コンバータ2の昇圧を開始するとともに昇圧フラグfを“1”にセットする（S7）。続いて、コンバータコントローラ41は、インバータコントローラ42に対しリリース制御の解除を指示し（S8）、最初のS1の処理に戻る。ただし、S8においてリリース制御の解除指示を発した時点では、インバータコントローラ42がリリース制御を実行中ではないので、リリース制御の解除指示はインバータコントローラ42において無視される。

[0035] コンバータ2が昇圧を開始したとき、コンバータ2へ入力する各相電流の瞬時値Iのピーク I_p が一時的に上昇するが、もともとコンバータ2への入力電流の実効値 I_{rms} が設定値 I_{rms1} 以下の低い状態にあってしかもブラシレスDCモータ5の推定回転数Nが所定値 N_s 以下の状態にあるので（昇圧開始条件が成立している）、コンバータ2への入力電流の瞬時値Iのピーク I_p が異常検出用の設定値 I_s に達することはない。すなわち、コンバータ2への入力電流の瞬時値Iが設定値 I_s 以上に異常上昇する過電流異常は生じない。過電流異常が生じないので、コンバータ2の昇圧の開始と停止の頻繁な繰り返しを未然に防ぐことができる。コンバータ2の昇圧を円滑に開

始することができる。

- [0036] コンバータ 2 の昇圧開始後、コンバータコントローラ 4 1 は、ブラシレス DC モータ 5 がまだ運転中で (S 1 の Y E S)、かつコンバータ 2 の昇圧がまだ必要な状態にあれば (S 3 の Y E S)、昇圧フラグ f を確認する (S 4)。この時点では昇圧フラグ f が “1” なので (S 4 の N O)、コンバータコントローラ 4 1 は、過電流異常、位相異常、電源電圧異常の有無をそれぞれ判定する (S 9)。過電流異常、位相異常、電源電圧異常のいずれも無い場合 (S 9 の N O)、コンバータコントローラ 4 1 は、最初の S 1 の処理に戻る。
- [0037] ここで、例えばサグによる電源電圧異常が有る場合 (S 9 の Y E S)、コンバータコントローラ 4 1 は、直ちにコンバータ 2 の昇圧を停止するとともに昇圧フラグ f を “0” にリセットし (S 1 0)、電源電圧異常の解消を監視する (S 1 1)。
- [0038] 電源電圧異常が解消したとき (S 1 1 の Y E S)、コンバータコントローラ 4 1 は、最初の S 1 の処理に戻る。この時点で、ブラシレス DC モータ 5 がまだ運転中で (S 1 の Y E S)、かつコンバータ 2 の昇圧が必要な状態にあれば (S 3 の Y E S)、コンバータコントローラ 4 1 は、昇圧フラグ f を確認する (S 4)。この時点では昇圧フラグ f が “0” なので (S 4 の Y E S)、コンバータコントローラ 4 1 は、昇圧開始条件が成立するか否かを判定する (S 5)。
- [0039] 電源電圧異常が解消したときのブラシレス DC モータ 5 の運転状態が例えば高負荷運転状態でなければ、昇圧開始条件が直ちに成立する (S 5 の Y E S)。したがって、コンバータ 2 への入力電流の瞬時値が設定値 I_s 以上に異常上昇する過電流異常を生じることなく、コンバータ 2 の昇圧を円滑に開始することができる。
- [0040] ただし、電源電圧異常が解消したときのブラシレス DC モータ 5 の運転状態が例えば高負荷運転状態にあって、コンバータ 2 への入力電流が高いかあるいはブラシレス DC モータ 5 の回転数 N が高い状態にある場合、昇圧開始

条件が成立しない。昇圧開始条件が成立しない場合（S 5 の NO）、コンバータコントローラ 4 1 は、インバータ 4 の出力周波数 F を所定値 ΔF だけ低減するリリース制御の実行をインバータコントローラ 4 2 に指示し（S 6）、昇圧開始条件の成立を監視する（S 5）。

[0041] レリース制御の実行の指示を受けたインバータコントローラ 4 2 は、リリース制御を実行する。この実行によってインバータ 4 の出力周波数 F が低減すると、ブラシレス DC モータ 5 の回転数 N が低下し、それに伴いコンバータ 2 への入力電流の実効値 I_{rms} も低下する。インバータ 4 の出力周波数 F が低減したにもかかわらず昇圧開始条件が成立しない場合（S 5 の NO）、コンバータコントローラ 4 1 は、インバータ 4 の出力周波数 F をさらに所定値 ΔF だけ低減するリリース制御の実行をインバータコントローラ 4 2 に再び指示する（S 6）。このリリース制御の実行の再指示は、昇圧開始条件が成立しない限り（S 5 の NO）、繰り返される。リリース制御の実行の再指示ごとに、インバータ 4 の出力周波数 F が所定時間ごとに所定値 ΔF ずつ低減していく。

[0042] 昇圧開始条件が成立したとき（S 5 の YES）、コンバータコントローラ 4 1 は、コンバータ 2 の昇圧を開始するとともに昇圧フラグ f を“1”にセットする（S 7）。そして、コンバータコントローラ 4 1 は、インバータコントローラ 4 2 に対しリリース制御の解除を指示し（S 8）、最初の S 1 の処理に戻る。

[0043] レリース制御の解除の指示を受けたインバータコントローラ 4 2 は、リリース制御を解除する。この解除により、インバータ 4 の出力周波数 F が、熱利用側の負荷に基づいて設定される本来の目標周波数に向けて所定の増加速度で徐々に上昇する。これに伴い、ブラシレス DC モータ 5 の回転数 N がブラシレス DC モータ 5 の負荷に対応する値へと上昇する。

[0044] コンバータ 2 が昇圧を再開した時点でコンバータ 2 への入力電流の瞬時値 I のピーク I_p が一時的に上昇するが、もともとコンバータ 2 へ入力する各相電流の実効値 I_{rms} が設定値 I_{rms1} 以下の低い状態にあってかつブラシレス

ＤＣモータ５の推定回転数 N が所定値 N_s 以下の状態にあるので（昇圧開始条件が成立している）、入力電流の瞬時値 I のピーク I_p が異常検出用の設定値 I_s に達することはない。すなわち、コンバータ２への入力電流の瞬時値 I が設定値 I_s 以上に異常上昇する過電流異常は生じない。過電流異常が生じないので、コンバータ２の昇圧の開始と停止の頻繁な繰り返しを未然に防ぐことができる。コンバータ２の昇圧を円滑に開始することができる。

[0045] 昇圧を再開したコンバータ２への入力電流は、リリース制御の解除によるインバータ４の出力周波数 F の上昇に伴って上昇する。ただし、このとき入力電流は出力周波数 F の上昇に合わせて徐々に上昇するだけであり、入力電流の瞬時値 I のピーク値 I_p が一時的に急上昇することはない、そのピーク値 I_p が異常検出用の設定値 I_s に達することもない。

[0046] 上記Ｓ９～Ｓ１１において、サグによる電源電圧異常に対処する例を説明したが、過電流異常および位相異常についても同様に対処することができる。

[0047] なお、異常の解消後にコンバータ２の昇圧が必要な状況において（Ｓ１１のＹＥＳ、Ｓ１のＹＥＳ、Ｓ３のＹＥＳ、Ｓ４のＹＥＳ）、ブラシレスＤＣモータ５の運転状態が例えば高負荷運転状態であるがために昇圧開始条件が成立しない場合に（Ｓ５のＮＯ）、仮にリリース制御の実行がないとすると、コンバータ２の昇圧がないままインバータ４の運転が継続することになる。コンバータ２の昇圧がないままインバータ４の運転が継続すると、コンバータ２から三相交流電源１側に高レベルの高調波電流が流れ続けたり、ブラシレスＤＣモータ５を高回転まで駆動することができなくなってしまう等の支障を生じる。このような支障が生じないよう、本実施形態では、昇圧開始条件が成立しない場合（Ｓ５のＮＯ）、Ｓ６の指示によりリリース制御を実行し、これによりできるだけ早い段階で昇圧開始条件を成立させてコンバータ２の昇圧を再開するようにしている。

[0048] コンバータ２の昇圧開始時に同コンバータ２に入力する各相電流のうち１

つの相電流の瞬時値 I の変化の一例を図 3 に示す。この例は、コンバータ 2 への入力電流の実効値 I_{rms} が設定値 I_{rms1} と同じ 30(A) で、ブラシレス DC モータ 5 の回転数 N が所定値 N_s より低い 40(rps) の状態でコンバータ 2 が昇圧を開始（オン）した場合に、上記 1 つの相電流の瞬時値 I がどのように変化するかを実験により確かめたものである。コンバータ 2 の昇圧開始に伴い入力電流の瞬時値 I のピーク値 I_p が一時的に上昇するが、そのピーク値 I_p は過電流検出用のそのピーク値 I_p は過電流検出用の設定値 I_s である 80(A) より低い 70(A) に抑制される。よって、入力電流の瞬時値 I の上昇が過電流異常として判定されない。過電流異常が判定されないので、コンバータ 2 の昇圧の開始と停止の頻繁な繰り返しを未然に防ぐことができる。昇圧が一旦開始されるとその昇圧が途切れずに継続するので、図 3 から分かるように、昇圧開始後の入力電流の波形が正弦波波形に近づいて力率が向上するとともに、高調波電流が低減している。

[0049] これに対し、図 4 の例は、コンバータ 2 への入力電流の実効値 I_{rms} が設定値 I_{rms1} と同じ 30(A) ではあるが、ブラシレス DC モータ 5 の回転数 N が所定値 N_s より高い 85(rps) の状態でコンバータ 2 が昇圧を開始した場合に、上記 1 つの相電流の瞬時値 I がどのように変化するかを実験により確かめたものである。コンバータ 2 の昇圧開始に伴い、コンバータ 2 への入力電流の瞬時値 I のピーク値 I_p が一時的に異常上昇して過電流検出用の設定値 I_s を超えた 100(A) に達する。このとき、入力電流の瞬時値 I の上昇が過電流異常と判定され、コンバータ 2 の昇圧が停止される。こうなると、コンバータ 2 の昇圧の開始と停止が頻繁に繰り返されてしまう。本実施形態では、このような不具合を未然に防ぐことができる。

[0050] なお、本実施形態では、コンバータ 2 に入力する各相電流のすべての実効値 I_{rms} が設定値 I_{rms1} 以下かつブラシレス DC モータ 5 の推定回転数 N が所定値 N_s 以下であることを昇圧開始条件として定めたが、この昇圧開始条件の設定値および所定値についてはコンバータ 2 の容量、インバータ 4 の容量、ブラシレス DC モータ 5 の容量などに応じて適宜に選定可能である。また

、コンバータ 2 に入力する各相電流のすべての実効値 I_{rms} が設定値 I_{rms1} 以下という条件は、3 つの相電流のそれぞれ実効値のうち最も高い実効値が、設定値 I_{rms1} 以下ということと同値である。

[0051] さらに、本実施形態においては、過電流異常、位相異常、電源電圧異常を例にとって説明したが、これ以外の三相交流電源 1 側からの入力の異常を判定してもよい。要は、コンバータ 2 を停止する必要はあるがインバータ 4 は運転を継続し得る様々な異常に適応することができる。

[0052] その他、上記実施形態および変形例は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。この新規な実施形態および変形例は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、書き換え、変更を行うことができる。これら実施形態や変形は、発明の範囲は要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

符号の説明

[0053] 1 …三相交流電源、2 …コンバータ、3 …平滑コンデンサ、4 …インバータ、5 …ブラシレス DC モータ、3 1 …サグ検出部、3 2 …位相検出部、3 3 …電流検出部、4 1 …コンバータコントローラ、4 1 a …第 1 制御部、4 1 b …第 2 制御部、4 1 c …第 3 制御部、4 1 d …第 4 制御部、4 2 …インバータ制御部

請求の範囲

- [請求項1] 交流電源の電圧を昇圧および直流変換するコンバータと、
 前記コンバータの出力電圧を交流変換しそれをモータの駆動用として出力するインバータと、
 前記コンバータへの入力電流が設定値以下かつ前記モータの回転数が所定値以下であることを条件に前記コンバータの昇圧を開始するコントローラと、
 を備えることを特徴とするモータ駆動装置。
- [請求項2] 前記コントローラは、前記コンバータへの入力に異常が生じた場合に前記コンバータの昇圧を停止し、その異常の解消後、前記コンバータへの入力電流が前記設定値以下かつ前記モータの回転数が前記所定値以下であることを条件に前記コンバータの昇圧を開始する、
 ことを特徴とする請求項1に記載のモータ駆動装置。
- [請求項3] 前記コントローラは、前記異常の解消後、前記コンバータへの入力電流が前記設定値以下かつ前記モータの回転数が前記所定値以下の条件を満たさない場合に前記インバータの出力を低減し、この低減後、前記コンバータへの入力電流が前記設定値以下かつ前記モータの回転数が前記所定値以下となった場合に前記コンバータの昇圧を開始する、
 ことを特徴とする請求項2に記載のモータ駆動装置。
- [請求項4] 前記コントローラは、前記低減後、前記コンバータへの入力電流が前記設定値以下かつ前記モータの回転数が前記所定値以下となった場合に前記コンバータの昇圧を開始するとともに、前記インバータの出力の低減を解除する、
 ことを特徴とする請求項3に記載のモータ駆動装置。
- [請求項5] 前記コントローラは、
 前記交流電源の電圧にサグが発生した場合にそれを前記異常と判定して前記コンバータの昇圧を停止する第1制御部と、

前記異常の解消後、前記コンバータへの入力電流の実効値 I_{rms} が前記設定値 I_{rms1} ($< I_{rms2}$) 以下かつ前記モータの回転数 N が前記所定値 N_s 以下という昇圧開始条件が成立する場合に前記コンバータの昇圧を開始し、その昇圧開始条件が成立しない場合は前記インバータの出力を低減し、この低減後、前記昇圧開始条件が成立した際に前記コンバータの昇圧を開始するとともに前記インバータの出力の低減を解除する第2制御部と、

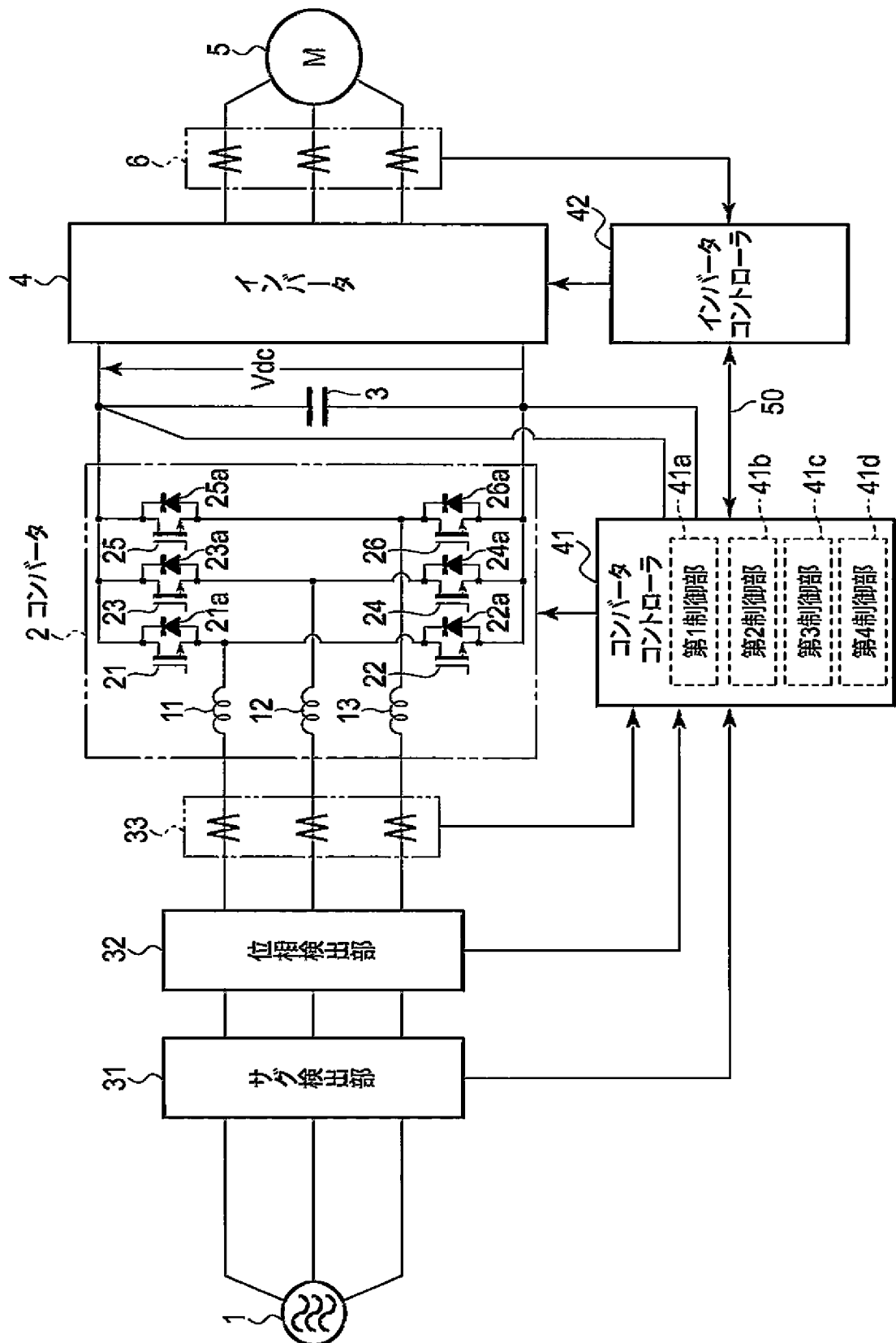
を含む、

ことを特徴とする請求項2に記載のモータ駆動装置。

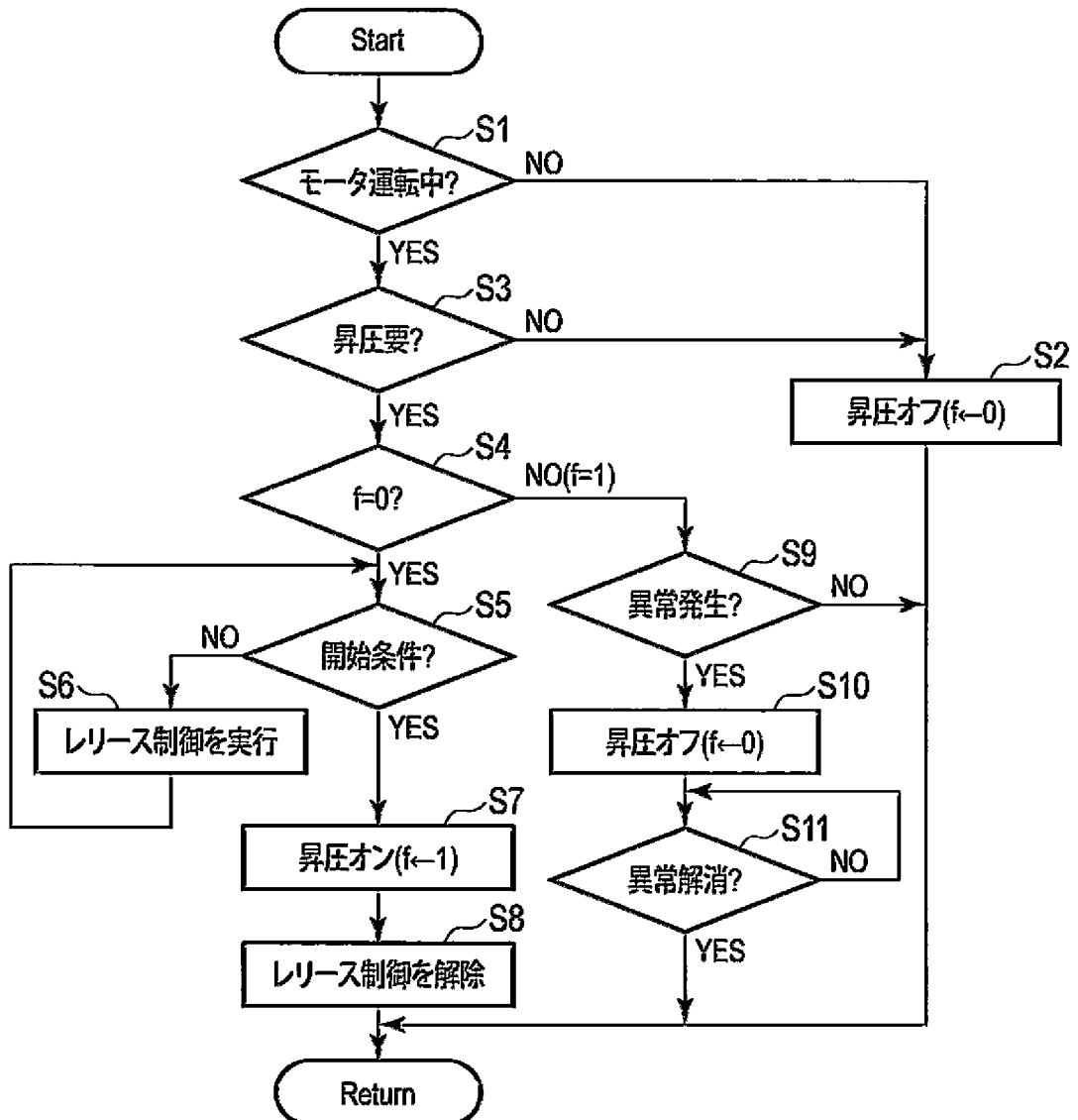
[請求項6] 前記第1制御部は、さらに、前記コンバータへの入力電流の瞬時値 I が設定値 I_s 以上に上昇した場合にそれを異常と判定して前記コンバータの昇圧を停止することを特徴とする請求項5に記載のモータ駆動装置。

[請求項7] 前記第1制御部は、さらに、前記交流電源の電圧位相のずれが設定値以上に上昇した場合にそれを異常と判定して前記コンバータの昇圧を停止することを特徴とする請求項5または6のいずれかに記載のモータ駆動装置。

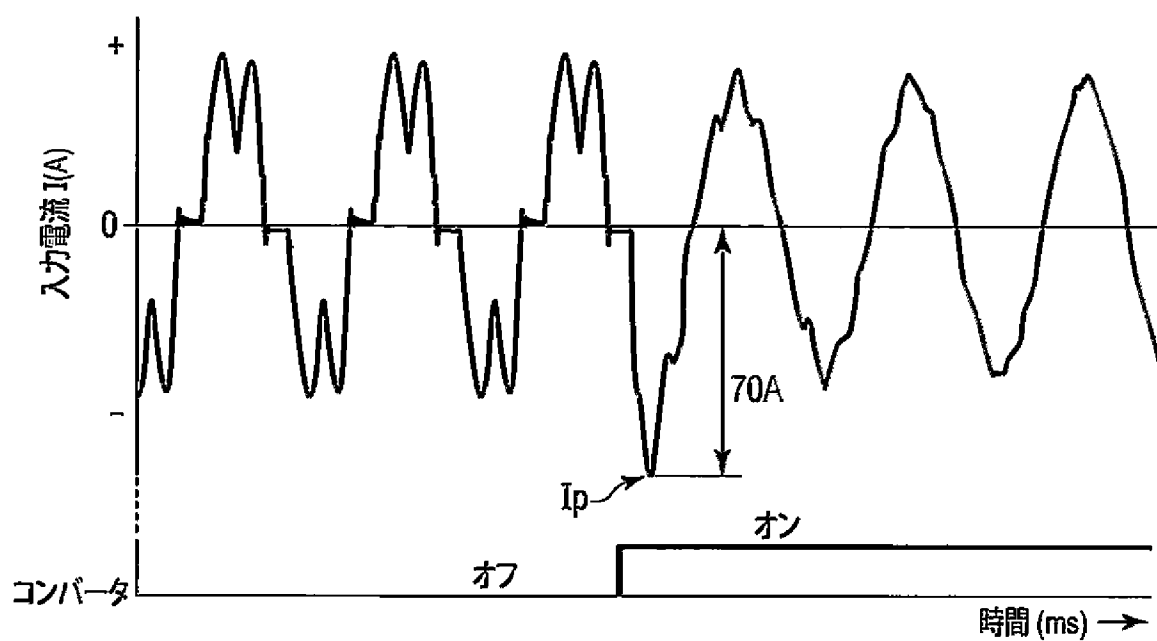
[図1]



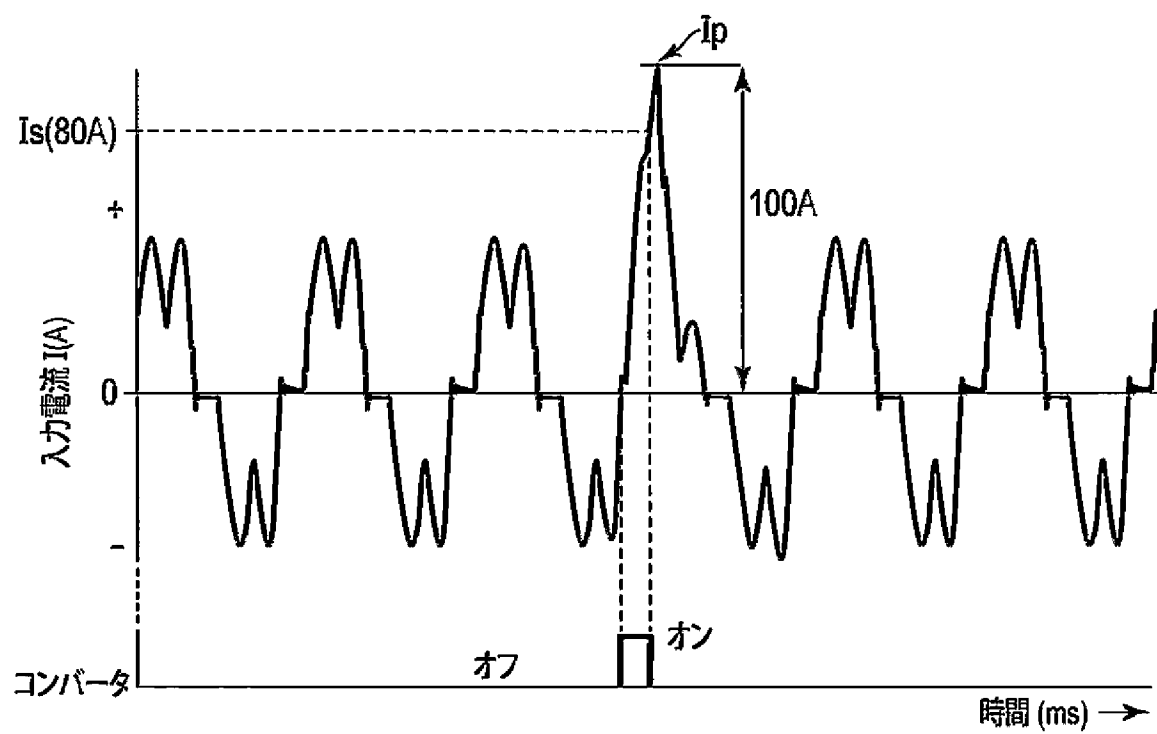
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/008079

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02M7/12 (2006.01) i, H02M7/48 (2007.01) 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)

Int.Cl. H02M7/12, H02M7/48

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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.
Y A	JP 2012-196398 A (PANASONIC CORPORATION) 18 October 2012, paragraphs [0029]-[0046], fig. 1 (Family: none)	1, 2 3-7
Y A	JP 2014-112982 A (TOYOTA AUTOM LOOM WORKS LTD.) 19 June 2014, paragraphs [0008], [0009] & US 2015/0346758 A1, paragraphs [0008], [0009] & WO 2014/087750 A1 & EP 2930833 A1	1, 2 3-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 09.04.2018	Date of mailing of the international search report 17.04.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/008079

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 2010-41752 A (AISIN AW CO., LTD.) 18 February 2010, paragraphs [0049], [0058], [0059], fig. 6 & US 2010/0026218 A1, paragraphs [0071], [0080], [0081], fig. 6 & WO 2010/013533 A1	1-7
A	WO 2016/167041 A1 (TOSHIBA CARRIER CORPORATION) 20 October 2016, paragraphs [0010]-[0107], fig. 1 & KR 10-2017-0122829 A	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02M7/12(2006.01)i, H02M7/48(2007.01)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. H02M7/12, H02M7/48

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
Y A	JP 2012-196398 A（パナソニック株式会社）2012.10.18, 段落[0029]ー[0046]、図1（ファミリーなし）	1, 2 3-7
Y A	JP 2014-112982 A（株式会社豊田自動織機）2014.06.19, 段落[0008]、[0009] & US 2015/0346758 A1, 段落[0008]、[0009] & WO 2014/087750 A1 & EP 2930833 A1	1, 2 3-7

☒ 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

09.04.2018

国際調査報告の発送日

17.04.2018

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）

稲葉 崇

5 G

3859

電話番号 03-3581-1101 内線 3526

C (続き) . 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 2010-41752 A (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 2010.02.18, 段落[0049]、[0058]、[0059]、図6 & US 2010/0026218 A1, 段落[0071]、[0080]、[0081]、図6 & WO 2010/013533 A1	1-7
A	WO 2016/167041 A1 (東芝キャリア株式会社) 2016.10.20, 段落[0010]–[0107]、図1 & KR 10-2017-0122829 A	1-7