

(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  
2025年6月5日(05.06.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/115215 A1

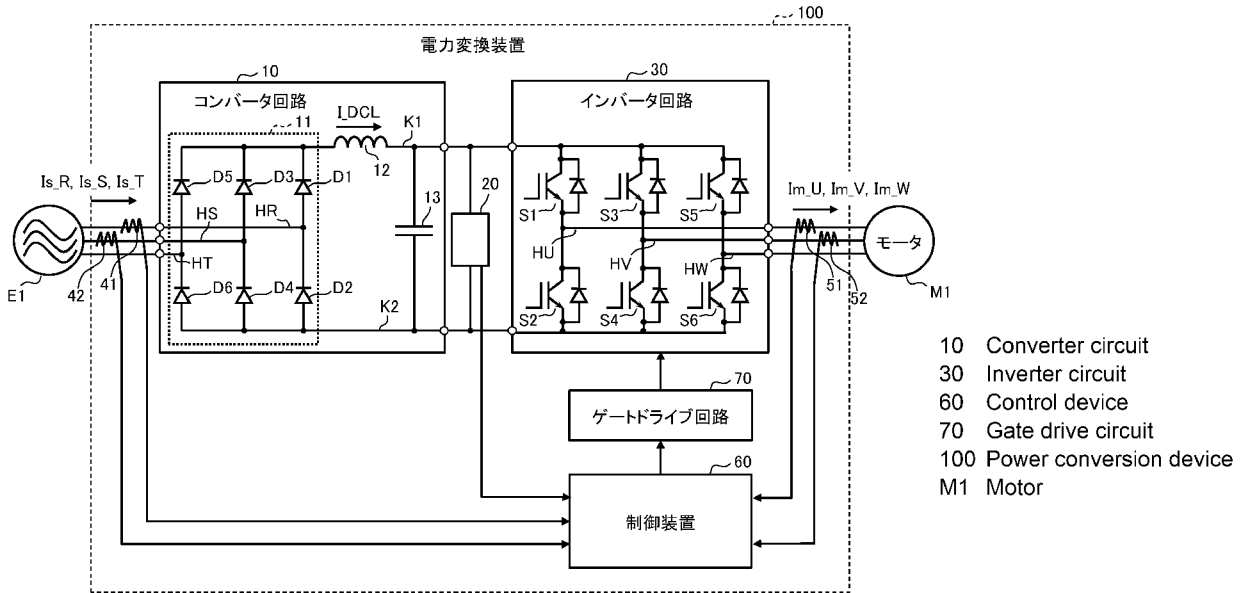
- (51) 国際特許分類:  
*H02M 7/48* (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/043120
- (22) 国際出願日: 2023年12月1日(01.12.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日立ジョンソンコントロールズ空調株式会社 (HITACHI-JOHNSON CONTROLS AIR CONDITIONING, INC.) [JP/JP]; 〒1050022 東京都港区海岸一丁目16番1号 (JP).
- (72) 発明者: 木下 健(KISHITA Ken); 〒1050022 東京都港区海岸一丁目16番1号 日立ジョンソンコントロールズ空調株式会社内 (JP). 月井 浩二(TSUKII Koji); 〒1050022 東京都港区

海岸一丁目16番1号 日立ジョンソンコントロールズ空調株式会社内 (JP).

- (74) 代理人: 弁理士法人磯野国際特許商標事務所 (ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.); 〒1020082 東京都千代田区一番町21-1 一番町東急ビル (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, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, 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,

(54) Title: POWER CONVERSION DEVICE AND AIR CONDITIONER

(54) 発明の名称: 電力変換装置及び空気調和機



(57) Abstract: Provided is a power conversion device or the like in which a power supply harmonic current is reduced while suppressing a decrease in efficiency. A power conversion device (100) comprises: a converter circuit (10) that converts an AC voltage applied from an AC power supply (E1) into a DC voltage; an inverter circuit (30) that converts the DC voltage on the output side of the converter circuit (10) into an AC voltage and applies the AC voltage to a motor (M1); and a control device (60) that controls the inverter circuit (30). The control device (60) adjusts the rotation speed and current phase of the motor (M1) so as to reduce the power supply harmonic current associated with the rectification in the converter circuit (10) by the motor harmonic current associated with the drive of the inverter circuit (30) and the motor (M1).

WO 2025/115215 A1

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))

---

(57) 要約: 効率の低下を抑制しつつ、電源高調波電流を低減するようにした電力変換装置等を提供する。電力変換装置(100)は、交流電源(E1)から印加される交流電圧を直流電圧に変換するコンバータ回路(10)と、コンバータ回路(10)の出力側の直流電圧を交流電圧に変換し、当該交流電圧をモータ(M1)に印加するインバータ回路(30)と、インバータ回路(30)を制御する制御装置(60)と、を備え、制御装置(60)は、インバータ回路(30)及びモータ(M1)の駆動に伴うモータ高調波電流によって、コンバータ回路(10)での整流に伴う電源高調波電流を低減させるように、モータ(M1)の回転速度及び電流位相を調整する。

## 明 細 書

発明の名称：電力変換装置及び空気調和機

### 技術分野

[0001] 本開示は、電力変換装置等に関する。

### 背景技術

[0002] 交流電力を直流電力に変換し、さらに、この直流電力を所定の交流電力に変換する電力変換装置に関して、例えば、特許文献1に記載の技術が知られている。すなわち、特許文献1には、インバータ部の入出力電圧の伝達特性が、直列接続された位相進み要素と二次遅れ要素による減衰特性になるように、インバータ部の入力電流を制御することが記載されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特許第4067021号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載の技術では、前記したように、インバータ部の入出力電圧の伝達特性が所定の減衰特性になるようにインバータ部の入力電流が制御される。これによって、交流電源側の電源高調波電流を低減するようにしているが、入力電流の制御に伴ってモータ電流の波形に歪みが生じ、効率の低下を招く可能性がある。

[0005] そこで、本開示は、効率の低下を抑制しつつ、電源高調波電流を低減するようにした電力変換装置等を提供することを課題とする。

#### 課題を解決するための手段

[0006] 前記した課題を解決するために、本開示に係る電力変換装置は、交流電源から印加される交流電圧を直流電圧に変換するコンバータ回路と、前記コンバータ回路の出力側の直流電圧を交流電圧に変換し、当該交流電圧をモータに印加するインバータ回路と、前記インバータ回路を制御する制御部と、を

備え、前記制御部は、前記インバータ回路及び前記モータの駆動に伴うモータ高調波電流によって、前記コンバータ回路の電力変換に伴う電源高調波電流を低減させるように、前記モータの回転速度及び電流位相を調整することとした。

## 発明の効果

[0007] 本開示によれば、効率の低下を抑制しつつ、電源高調波電流を低減するようにした電力変換装置等を提供できる。

## 図面の簡単な説明

[0008] [図1]第1実施形態に係る電力変換装置の構成図である。

[図2]第1実施形態に係る電力変換装置において、電源高調波電流を抑制する際の候補となるモータの回転速度の数値例を含む説明図である。

[図3]第1実施形態に係る電力変換装置において、電源高調波電流の周波数と、モータの回転速度と、モータ高調波電流の周波数と、の関係を示す説明図である。

[図4A]比較例に係る電力変換装置の電源高調波電流に対して、モータ高調波電流を同位相とした場合の3相の電源電流の波形図である。

[図4B]第1実施形態に係る電力変換装置の電源高調波電流に対して、モータ高調波電流を逆位相とした場合の3相の電源電流の波形図である。

[図5A]比較例に係る電力変換装置の電源高調波電流に対して、モータ高調波電流を同位相とした場合の直流リアクトルの電流の波形図である。

[図5B]第1実施形態に係る電力変換装置の電源高調波電流に対して、モータ高調波電流を逆位相とした場合の直流リアクトルの電流の波形図である。

[図6A]比較例に係る電力変換装置の電源高調波電流に対して、モータ高調波電流を同位相とした場合の3相のモータ電流の波形図である。

[図6B]第1実施形態に係る電力変換装置の電源高調波電流に対して、モータ高調波電流を逆位相とした場合の3相のモータ電流の波形図である。

[図7A]第1実施形態及び比較例に係る電力変換装置において、R相の電源電流に関する高周波解析の結果を示す図である。

[図7B]第1実施形態及び比較例に係る電力変換装置において、直流リアクトルの電流  $I_{DC L}$  に関する高周波解析の結果を示す図である。

[図8]第1実施形態の第1の変形例に係る電力変換装置の構成図である。

[図9]第1実施形態の第2の変形例に係る電力変換装置の構成図である。

[図10]第2実施形態に係る電力変換装置の制御装置を含む説明図である。

[図11]第2実施形態に係る電力変換装置において、第1の回転速度指令と第2の回転速度指令との間の関係を示す説明図である。

[図12]第3実施形態に係る空気調和機の構成図である。

### 発明を実施するための形態

[0009] 《第1実施形態》

＜電力変換装置の構成＞

図1は、第1実施形態に係る電力変換装置100の構成図である。

図1に示す電力変換装置100は、交流電源E1から供給される交流電力を直流電力に変換し、この直流電力を所定の交流電力に変換してモータM1に出力する装置である。モータM1は、例えば、永久磁石同期モータであってもよく、また、他の種類のモータであってもよい。

[0010] 図1に示すように、電力変換装置100は、コンバータ回路10と、直流電圧検出部20と、インバータ回路30と、電源電流検出部41、42と、モータ電流検出部51、52と、制御装置60（制御部）と、ゲートドライブ回路70と、を備えている。

[0011] コンバータ回路10は、交流電源E1から印加される交流電圧を直流電圧に変換する回路である。すなわち、コンバータ回路10は、三相の交流電源E1から印加される交流電圧を直流電圧（脈流状の直流電圧）に変換し、さらに、この直流電圧を平滑化する機能を有している。図1に示すように、コンバータ回路10は、ダイオードブリッジ回路11と、直流リアクトル12と、平滑コンデンサ13と、を備えている。

[0012] ダイオードブリッジ回路11は、全波整流を行う回路であり、6つのダイオードD1～D6を備えている。ダイオードブリッジ回路11は、一對のダ

イオードが直列接続された構成の「レグ」として、第1レグ（符号は図示せず、以下同様）と、第2レグと、第3レグと、を備えている。第1レグは、直列接続された一対のダイオードD1、D2を含んで構成されている。ダイオードD1のカソードは、正側の直流ラインK1に接続されている。また、ダイオードD1のアノードは、他方のダイオードD2のカソードに接続されている。他方のダイオードD2のアノードは、負側の直流ラインK2に接続されている。なお、残りの第2レグや第3レグについても同様である。第1レグ、第2レグ、及び第3レグは、並列接続されている。

[0013] 第1レグのダイオードD1、D2の間の接続点は、R相の配線HRを介して、交流電源E1に接続されている。第2レグのダイオードD3、D4の間の接続点は、S相の配線HSを介して、交流電源E1に接続されている。第3レグのダイオードD5、D6の間の接続点は、T相の配線HTを介して、交流電源E1に接続されている。そして、交流電源E1から印加される交流電圧が、ダイオードブリッジ回路11で脈流状の直流電圧に変換されるようになっている。

[0014] 直流リアクトル12及び平滑コンデンサ13は、ダイオードブリッジ回路11から印加される脈流状の直流電圧を平滑化するための素子である。図1に示すように、直流リアクトル12は、正側の直流ラインK1に設けられている。より具体的には、正側の直流ラインK1において、この直流ラインK1と平滑コンデンサ13との接続点と、ダイオードブリッジ回路11と、の間に直流リアクトル12が設けられている。

[0015] 平滑コンデンサ13は、ダイオードブリッジ回路11の出力側の一対の直流ラインK1、K2に接続されている。すなわち、平滑コンデンサ13の一端（一方のリード線）が正側の直流ラインK1に接続され、他端（他方のリード線）が負側の直流ラインK2に接続されている。このような平滑コンデンサ13として、例えば、フィルムコンデンサや電解コンデンサが用いられる。

[0016] フィルムコンデンサは、電解コンデンサに比べて、単位容積当たりの静電

容量が小さいものの定格リップル電流が大きい。したがって、フィルムコンデンサは電解コンデンサに比べて、静電容量を下げることができるため安価であり、さらに電力変換装置100の回路基板（図示せず）の小型化を図ることができる。また、フィルムコンデンサは、長寿命であるという特長を有している。ただし、平滑コンデンサ13としてフィルムコンデンサを用いた場合、静電容量が小さいため、交流電源E1側で高調波電流が生じやすくなる。そこで、第1実施形態では、制御装置60がインバータ回路30を所定に制御することで、電源側の高調波電流を抑制するようにしている。なお、平滑コンデンサ13の種類は、フィルムコンデンサに限定されるものではなく、他の種類のコンデンサであってもよい。

[0017] 図1に示すように、コンバータ回路10の出力側は、一对の直流ラインK1, K2を介して、インバータ回路30に接続されている。直流電圧検出部20は、一对の直流ラインK1, K2の間の直流電圧を検出するものである。例えば、直流ラインK1, K2の間の直流電圧を複数の抵抗素子の直列接続体（図示せず）で分圧し、その分圧比や所定の抵抗素子の電圧に基づいて、直流ラインK1, K2の間の直流電圧が検出されるようにしてもよい。直流電圧検出部20の時々刻々の検出値は、制御装置60に出力される。

[0018] インバータ回路30は、コンバータ回路10の出力側の直流電圧を交流電圧に変換し、この交流電圧をモータM1に印加する回路である。インバータ回路30は、一对のスイッチング素子が直列接続された構成の「レグ」として、第1レグ（符号は図示せず、以下同様）と、第2レグと、第3レグと、を備えている。これらの第1レグ、第2レグ、及び第3レグは、平滑コンデンサ13に対して並列接続されている。

[0019] 第1レグは、直列接続された一对のスイッチング素子S1, S2を含んで構成されている。なお、第2レグや第3レグも同様である。このようなスイッチング素子S1~S6として、図1の例ではIGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）を用いているが、MOSFET（Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor）といった他の種類のスイッチング素子が用

いられてもよい。

- [0020] インバータ回路30の第1レグにおいて、一对のスイッチング素子S1, S2の間の接続点は、配線HUを介して、モータM1のU相巻線に接続されている。第2レグのスイッチング素子S3, S4の間の接続点は、配線HVを介して、モータM1のV相巻線に接続されている。第3レグのスイッチング素子S5, S6の間の接続点は、配線HWを介して、モータM1のW相巻線に接続されている。
- [0021] また、インバータ回路30において、転流に伴うスイッチング素子S1～S6の破壊を防止するために、スイッチング素子S1～S6のそれぞれに対して、還流ダイオード（符号は図示せず）が逆並列に接続されている。なお、スイッチング素子S1～S6が寄生ダイオード（図示せず）を有している場合には、寄生ダイオードが還流ダイオードとして機能するため、還流ダイオードを別途設ける必要は特にない。
- [0022] 電源電流検出部41, 42は、交流電源E1とコンバータ回路10とを接続している配線HR, HS, HT（接続線）に流れる電源電流を検出するものである。図1の例では、電源電流検出部41によってR相の電源電流が検出され、また、別の電源電流検出部42によってS相の電源電流が検出されるようになっている。電源電流検出部41, 42の時々刻々の検出値は、制御装置60に出力される。
- [0023] モータ電流検出部51, 52は、モータM1の巻線の電流を検出するものである。図1の例では、モータ電流検出部51によってU相のモータ電流が検出され、また、別のモータ電流検出部52によってV相の交流電流が検出されるようになっている。モータ電流検出部51, 52の時々刻々の検出値は、制御装置60に出力される。
- [0024] 制御装置60（制御部）は、ゲートドライブ回路70を介して、インバータ回路30を制御する機能を有している。このような制御装置60として、例えば、マイクロコンピュータ（マイコン）が用いられる。マイクロコンピュータは、図示はしないが、CPU（Central Processing Unit）、ROM（

Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、各種インタフェース等の電子回路を含んで構成され、ROMに記憶されたプログラムを読み出してRAMに展開し、CPUが各種処理を実行するようになっている。

[0025] 制御装置60は、直流電圧検出部20や電源電流検出部41, 42やモータ電流検出部51, 52の検出値に基づいて、所定のPWM信号 (Pulse Width Modulation) を生成する。なお、PWM信号の生成方法については周知であるから、説明を省略する。制御装置60で生成されたPWM信号は、ゲートドライブ回路70に出力される。

[0026] ゲートドライブ回路70は、制御装置60からのPWM信号に基づいて、スイッチング素子S1~S6の各ゲートに所定の電圧を印加する。これによって、スイッチング素子S1~S6のオン・オフが所定に切り替えられ、モータM1の三相巻線に交流電圧が印加されて、モータM1が駆動されるようになっている。

[0027] <高調波電流について>

前記したように、コンバータ回路10において、交流電圧が直流電圧に整流 (図1の構成では全波整流) される。そうすると、コンバータ回路10の電力変換に伴って、正弦波状の基本波に複数の高調波成分が重畳した波形の電流が、電源側の配線HR, HS, HTや直流ラインK1, K2に生じる。このように、コンバータ回路10の電力変換に伴う高調波成分の電流のことを「電源高調波電流」という。また、電源周波数 (50 [Hz] 又は60 [Hz]) の基本波に対して、 $n$ 倍 ( $n$ は3以上の整数) の周波数で変化する正弦波状の電源高調波電流のことを「 $n$ 次の電源高調波電流」という。また、基本波の周波数を「基本周波数」という。

[0028] 例えば、基本周波数が60 [Hz] である場合、5次の電源高調波電流の周波数は、 $5 \times 60 = 300$  [Hz] となる。また、7次の電源高調波電流の周波数は、 $7 \times 60 = 420$  [Hz] となる。前記したように、コンバータ回路10では整流が行われるため、50 [Hz] 又は60 [Hz] の電源周波数を基本周波数として、5次、7次、11次、13次、17次、19次

、23次、25次、・・・の電源高調波電流が配線HR、HS、HTで生じる。これらの電源高調波電流の次数は、コンバータ回路10の構成等に基づいて数理的に導かれる。

[0029] 一方、直流ラインK1、K2では、コンバータ回路10の電力変換に伴う電源高調波電流は、50 [Hz] 又は60 [Hz] の電源周波数を基本周波数として、6次、12次、18次、24次、・・・といったように、6の整数倍の次数の電源高調波電流として現れる。具体例を挙げると、電源側の配線HR、HS、HTにおける5次・7次の電源高調波電流は、直流ラインK1、K2では6次の電源高調波電流として現れる。また、電源側の配線HR、HS、HTにおける11次・13次の電源高調波電流は、直流ラインK1、K2では12次の電源高調波電流として現れる。なお、低次の電源高調波電流であるほど、その電流値が大きくなる傾向がある。これらのことも、コンバータ回路10の構成等に基づいて数理的に導かれる。

[0030] 交流電源E1の電源周波数（つまり、基本周波数）を $f_s$ とすると、直流ラインK1、K2における電源高調波電流の周波数 $f_{sh}$ は、以下の式（1）で表される。なお、式（1）に含まれる $x$ は、自然数である。

[0031] [数1]

$$f_{sh} = f_s \times 6x \quad \dots (1)$$

[0032] また、コンバータ回路10の他に、インバータ回路30やモータM1も高調波電流の発生源になる。すなわち、インバータ回路30及びモータM1の駆動に伴って、正弦波状の基本波に複数の高調波成分が重畳した波形の電流が、モータM1側の配線HU、HV、HWや直流ラインK1、K2に生じる。このように、インバータ回路30及びモータM1の駆動に伴う高調波成分の電流のことを「モータ高調波電流」という。

[0033] 具体的には、モータM1の電気角周波数を基本周波数として、5次、7次、11次、13次、17次、19次、23次、25次、・・・のモータ高調波電流がモータM1側の配線HU、HV、HWに生じる。これらのモータ高

調波電流の次数は、インバータ回路30やモータM1の構成等に基づいて数理的に導かれる。

[0034] 一方、直流ラインK1, K2では、モータM1の電気角周波数を基本周波数として、6次、12次、18次、24次、・・・といったように、6の整数倍の次数のモータ高調波電流として現れる。具体例を挙げると、モータM1側の配線HU, HV, HWにおける5次・7次のモータ高調波電流は、直流ラインK1, K2では6次のモータ高調波電流として現れる。また、モータM1側の配線HU, HV, HWにおける11次・13次のモータ高調波電流は、直流ラインK1, K2では12次のモータ高調波電流として現れる。なお、低次のモータ高調波電流であるほど、その電流値が大きくなる傾向がある。これらのことも、インバータ回路30やモータM1の構成等に基づいて数理的に導かれる。

[0035] モータM1の回転速度（1分間当たりの回転の回数）を $f_m$ とすると、直流ラインK1, K2におけるモータ高調波電流の周波数 $f_{mh}$ は、以下の式（2）で表される。なお、式（2）に含まれる $P$ はモータM1の極数であり、 $y$ は自然数である。

[0036] [数2]

$$f_{mh} = \frac{f_m}{60} \times \frac{P}{2} \times 6y \quad \dots (2)$$

[0037] 前記したように、コンバータ回路10での電力変換に伴って電源高調波電流が発生する一方、インバータ回路30及びモータM1の駆動に伴ってモータ高調波電流も発生する。その結果、電源高調波電流とモータ高調波電流とが基本波に重畳した所定の波形の電流が、直流ラインK1, K2や電源側の配線HR, HS, HTに流れる。

[0038] そこで、第1実施形態では、制御装置60がモータM1の回転速度及び電流位相を調整し、モータ高調波電流によって電源高調波電流を低減させるようにしている。なお、モータ高調波電流によって、所定の次数の電源高調波電流が完全に打ち消されるようにしてもよいが、電源高調波電流が低減され

る（部分的に打ち消される）ようにしてもよい。

[0039] モータ高調波電流によって電源高調波電流を低減させるために、制御装置 60 は、所定の次数のモータ高調波電流の周波数を、所定の次数の電源高調波電流に一致させるようにする。つまり、制御装置 60 は、前記した式（1）における電源高調波電流の周波数  $f_{sh}$  と、式（2）におけるモータ高調波電流の周波数  $f_{mh}$  と、が等しくなるようにする。このような関係は、以下の式（3）で表される。

[0040] [数3]

$$f_s \times 6x = \frac{f_m}{60} \times \frac{P}{2} \times 6y \quad \dots (3)$$

[0041] 式（3）をモータ M1 の回転速度  $f_m$  について整理すると、以下の式（4）のようになる。

[0042] [数4]

$$f_m = \frac{f_s \times x \times 120}{P \times y} \quad \dots (4)$$

[0043] 例えば、式（4）に含まれる電源周波数  $f_s$  の値として 60 [Hz] を代入し、モータ M1 の極数  $P$  として 6 極の値を代入したとする。また、抑制対象とする電源高調波電流の次数を最大で 25 次とすると、自然数  $x$  の値は最大で 4 となる。モータ電流の高調波が高次になるほど高調波含有率が低下するため、 $y$  の値は最大で 5 とする。さらに、モータ M1 の回転速度  $f_m$  の範囲を 600 ~ 7000 [ $\text{min}^{-1}$ ] とすると、モータ M1 の回転速度  $f_m$  として、図 2 に示すような複数の候補が挙げられる。

[0044] 図 2 は、電源高調波電流を抑制する際の候補となるモータの回転速度の数値例を含む説明図である（適宜、図 1 も参照）。

なお、図 2 の「適用」の欄において、モータ M1 の回転速度  $f_m$  が 600 ~ 7000 [ $\text{min}^{-1}$ ] の範囲内であるものには「○」の印を付け、この範囲外であるものには「×」の印を付けている。図 2 に示す  $x$ ,  $y$  は、式（4）に含まれる自然数  $x$ ,  $y$  に対応している。また、図 2 に示す  $f_m$  は、式（

4) に含まれるモータM1の回転速度  $f_m$  に対応している。

[0045] 例えば、式(4)に含まれる自然数  $x$ ,  $y$  の値をいずれも「1」とすると、モータM1の回転速度  $f_m$  の値は  $1200 [min^{-1}]$  になる。この場合の電源高調波電流の次数(自然数  $x$  の6倍の値)、及び、モータ高調波電流の次数(自然数  $y$  の6倍の値)は、いずれも6次になる。また、式(4)に含まれる自然数  $x$  の値を「1」とし、自然数  $y$  の値を「2」にすると、モータM1の回転速度  $f_m$  の値は  $600 [min^{-1}]$  になる。この場合の電源高調波電流の次数は6次であり、モータ高調波電流の次数は12次になる。このように、式(4)が成り立つ場合は複数通り存在する。

[0046] 図3は、電源高調波電流の周波数と、モータの回転速度と、モータ高調波電流の周波数と、の関係を示す説明図である。

なお、図3の説明図は、図2の表に対応している。また、図3において太枠線で囲んだ数値は、電源高調波電流の周波数と、モータ高調波電流の周波数と、が等しいことを示している。図3に示す「次数」は、電源高調波電流やモータ高調波電流の次数を示している。図3の例では電源周波数を  $60 [Hz]$  としているため、例えば、6次の電源高調波電流の周波数は、 $6 \times 60 = 360 [Hz]$  となる。なお、12次、18次、24次、及び30次の電源高調波電流の周波数についても同様である。

[0047] 図3における「モータの回転速度」の欄には、図2から「×」印のものを除いた上で、モータM1の回転速度の高いものから順に配列している。「モータ高調波電流の周波数」の欄には、モータM1の回転速度と極数(図3の例では6極)で決まるモータ高調波電流の周波数を示している。

[0048] 例えば、モータM1の回転速度を  $1200 [min^{-1}]$  とした場合には、モータ高調波電流の周波数(前記した式(2)の  $f_{mh}$  の値)として、6次高調波が  $360 [Hz]$ 、12次高調波が  $720 [Hz]$ 、18次高調波が  $1080 [Hz]$ 、24次高調波が  $1440 [Hz]$ 、30次高調波が  $1800 [Hz]$  となっている。また、電源高調波電流の周波数(前記した式(1)の  $f_{sh}$  の値)も同様に、6次高調波  $360 [Hz]$ 、12次高調波が

720 [Hz]、18次高調波が1080 [Hz]、24次高調波が1440 [Hz]、30次高調波が1800 [Hz]となっている。つまり、モータ高調波電流と電源高調波電流の各次数の値が相互に一致している。

[0049] なお、モータM1の回転速度を1200 [min<sup>-1</sup>]とした場合の6次のモータ高調波電流及び6次の電源高調波電流の周波数は、図2のx=1, y=1の場合に対応している。また、12次のモータ高調波電流、及び12次の電源高調波電流の周波数は、図2のx=2, y=2の場合に対応している。残りの18次、24次、30次の各高調波についても同様である。

[0050] また、例えば、モータM1の回転速度を600 [min<sup>-1</sup>]とした場合には、モータ高調波電流の周波数として、6次高調波が180 [Hz]、12次高調波が360 [Hz]、18次高調波が540 [Hz]、24次高調波が720 [Hz]、30次高調波が900 [Hz]となっている。これらの中で、電源高調波電流の周波数に一致しているのは、12次高調波と24次高調波である。すなわち、12次のモータ高調波電流の周波数(360 [Hz])は、6次の電源高調波電流の周波数に一致している。これは、図2のx=1, y=2の場合に対応している。また、24次のモータ高調波電流の周波数(720 [Hz])は、12次の電源高調波電流の周波数に一致している。これは、図2のx=2, y=4の場合に対応している。

[0051] このように、モータ高調波電流の周波数が電源高調波電流の周波数に一致する際の各高調波の次数は、モータM1の回転速度によって異なっている。図3の例では、モータM1の回転速度を1200 [min<sup>-1</sup>]とした場合には、各次数でモータ高調波電流の周波数が電源高調波電流の周波数に一致するが、それ以外では、一部の次数で各周波数が一致している。

[0052] したがって、制御装置60(図1参照)は、電源高調波電流とモータ高調波電流の周波数が所定の次数で一致するようにモータM1の回転速度を調整し、さらに、電源高調波電流の位相に対して、モータ高調波電流が逆位相となるようにモータM1の電流位相を調整する。その結果、電源高調波電流がモータ高調波電流によって少なくとも部分的に打ち消されるため、電源高調

波電流を低減できる。

[0053] なお、モータ高調波電流によって電源高調波電流を低減させる際のモータM1の回転速度は、交流電源E1の周波数と、モータM1の極数と、に基づいて設定される。制御装置60がモータM1の回転速度指定値として、図3に示す11通りの回転速度の候補のうちのいずれを用いるかは、モータM1の運転条件等に基づいて適宜に設定される。

[0054] モータ電流の位相の調整方法について説明すると、制御装置60（制御部）は、所定の回転速度でモータM1を駆動させながらモータM1の電流位相を変化させ、電源電流検出部41, 42（図1参照）の検出値に基づいて、この検出値に含まれる高調波成分を低減させるように、モータM1の電流位相を調整する。例えば、制御装置60は、電源電流検出部41, 42（図1参照）の各検出値から基本波の成分を除いた上で、複数の高調波成分が重畳した電流の実効値を算出する。そして、制御装置60は、電流の位相を所定のピッチで変化させ、前記した電流（複数の高調波成分が重畳した電流）の実効値を算出するという処理を繰り返す。そして、制御装置60は、前記した電流の実効値が最小となるような電流位相でモータM1を駆動させる。この場合には、電源高調波電流がモータ高調波電流によって低減された状態になっている。

[0055] なお、制御装置60がモータM1の電流位相を調整する際の別の手法として、離散フーリエ変換（FFT：Fast Fourier Transformation）に基づく高周波解析が用いられてもよい。この場合において制御装置60は、所定次数の電源高調波電流の値が最小になるときの電流位相でモータM1を駆動させる。

[0056] このように、制御装置60（制御部）は、インバータ回路30及びモータM1の駆動に伴うモータ高調波電流によって、コンバータ回路10の電力変換に伴う電源高調波電流を低減させるように、モータM1の回転速度及び電流位相を調整する。これによって、電源高調波電流を低減できるため、電源高調波規制に準拠した運用を行うことができる他、交流電源E1に接続され

ている機器（図示せず）の故障や誤作動を防止できる。

[0057] <シミュレーション結果>

次に、電源高調波電流に対してモータ高調波電流を同位相とする比較例（図4 A、図5 A、図6 A参照）と、逆位相とする第1実施形態（図4 B、図5 B、図6 B参照）と、について説明する。図1に示すように、コンバータ回路10に入力される3相の電源電流（交流電流）を $I_{s\_R}$ 、 $I_{s\_S}$ 、 $I_{s\_T}$ とする。また、直流リアクトル12を介して流れる電流を $I_{DC L}$ とし、3相のモータ電流を $I_{m\_U}$ 、 $I_{m\_V}$ 、 $I_{m\_W}$ とする。

[0058] 図4 Aは、比較例に係る電力変換装置の電源高調波電流に対して、モータ高調波電流を同位相とした場合の3相の電源電流 $I_{s\_R}$ 、 $I_{s\_S}$ 、 $I_{s\_T}$ の波形図である。

なお、比較例では、電源高調波電流に対してモータ高調波電流を同位相としている点以外は、第1実施形態と同様であるものとする。図4 Aの例では、交流電源E1（図1参照）の電源電圧を200 [V]、60 [Hz]とし、直流リアクトル12（図1参照）のインダクタンスを0.136 [mH]とし、平滑コンデンサ13（図1参照）の静電容量を90 [ $\mu$ F]としている。また、モータM1の回転速度を4800 [ $\text{min}^{-1}$ ]とし、モータM1の極数を6極（つまり、極対数は3極対）としている。

[0059] この場合には、図3におけるモータM1の回転速度が4800 [ $\text{min}^{-1}$ ]の欄に示すように、24次の電源高調波電流の周波数と、6次のモータ高調波電流の周波数と、がいずれも1440 [Hz]で一致する。なお、図3における交流電源E1の電源周波数（60 [Hz]）やモータM1の極数（6極）は、図4 Aにおける運転条件と同一である。

[0060] 仮に、24次の電源高調波電流に対して、6次のモータ高調波電流を同位相とした場合、モータ高調波電流によって電源高調波電流が増幅されるため、3相の電源電流 $I_{s\_R}$ 、 $I_{s\_S}$ 、 $I_{s\_T}$ は、図4 Aの比較例に示すような急峻な波形になる。

[0061] 図4 Bは、第1実施形態に係る電力変換装置の電源高調波電流に対して、

モータ高調波電流を逆位相とした場合の3相の電源電流  $I_{s\_R}$ ,  $I_{s\_S}$ ,  $I_{s\_T}$  の波形図である。

なお、図4Bにおいて、電源電圧やモータM1の極数や回転速度といった条件は、図4Aの場合と同様である（図5A、図5B、図6A、図6B、図7A、図7Bも同様とする）。

[0062] 前記した24次の電源高調波電流に対して、6次のモータ高調波電流を逆位相とした場合、6次のモータ高調波電流によって、24次の電源高調波電流が打ち消される。したがって、図4Bの波形図では、図4Aの比較例に比べて、3相の電源電流  $I_{s\_R}$ ,  $I_{s\_S}$ ,  $I_{s\_T}$  が丸みを帯びた波形になっている。なお、24次の電源高調波電流が実際に低減されているか否かは、電源電流の周波数解析（図7B参照）で明らかになる。

[0063] 図5Aは、比較例に係る電力変換装置の電源高調波電流に対して、モータ高調波電流を同位相とした場合の直流リアクトルの電流  $I_{DC L}$  の波形図である。

前記した24次の電源高調波電流に対して、6次のモータ高調波電流を同位相とした場合、モータ高調波電流によって電源高調波電流が増幅されるため、直流リアクトル12（図1参照）の電流  $I_{DC L}$  は、図5Aの比較例に示すような急峻な波形になる。

[0064] 図5Bは、第1実施形態に係る電力変換装置の電源高調波電流に対して、モータ高調波電流を逆位相とした場合の直流リアクトルの電流  $I_{DC L}$  の波形図である。

前記した24次の電源高調波電流に対して、6次のモータ高調波電流を逆位相とした場合、6次のモータ高調波電流によって、24次の電源高調波電流が打ち消される。したがって、図5Bの波形図では、図5Aの比較例に比べて、直流リアクトル12（図1参照）の電流  $I_{DC L}$  が丸みを帯びた波形になっている。

[0065] 図6Aは、比較例に係る電力変換装置の電源高調波電流に対して、モータ高調波電流を同位相とした場合の3相のモータ電流  $I_{m\_U}$ ,  $I_{m\_V}$ ,  $I_{m\_W}$

Wの波形図である。

図6Aに示すように、位相が異なる3相のモータ電流 $I_{m\_U}$ 、 $I_{m\_V}$ 、 $I_{m\_W}$ がモータM1の巻線を介して流れる。なお、それぞれのモータ電流 $I_{m\_U}$ 、 $I_{m\_V}$ 、 $I_{m\_W}$ には所定の高調波成分が含まれている。

[0066] 図6Bは、第1実施形態に係る電力変換装置の電源高調波電流に対して、モータ高調波電流を逆位相とした場合の3相のモータ電流 $I_{m\_U}$ 、 $I_{m\_V}$ 、 $I_{m\_W}$ の波形図である。

図6Bに示すモータ電流 $I_{m\_U}$ 、 $I_{m\_V}$ 、 $I_{m\_W}$ の変化の仕方は、図6Aの比較例と同様であるが、モータ電流 $I_{m\_U}$ 、 $I_{m\_V}$ 、 $I_{m\_W}$ のそれぞれの位相が比較例とは異なっている。これは、前記した24次の電源高調波電流に対して、6次のモータ高調波電流が逆位相となるようにモータM1の電流位相が調整されたためである。

[0067] 図7Aは、第1実施形態及び比較例に係る電力変換装置において、R相の電源電流に関する高周波解析の結果を示す図である。

なお、図7Aの横軸は周波数であり、縦軸は高周波含有率である。図7Aでは、電源高調波電流に対してモータ高調波電流が逆位相である場合（第1実施形態）の高周波解析の結果を実線で示している。また、電源高調波電流に対してモータ高調波電流が同位相である場合（比較例）の高周波解析の結果を破線で示している。図7Aに示す高周波解析の結果は、図4A、図4B、図5A、図5B、図6A、図6Bのデータに基づいている。また、高周波解析の手法として、離散フーリエ変換（FFT）を用いている。

[0068] 図7Aの一点鎖線で囲んだ部分に示すように、特に1380 [Hz]（23次の電源高調波電流の周波数）において、電源電流に含まれる電源高調波電流が低減されている。また、図7Aには示していないが、25次の電源高調波電流の周波数である1500 [Hz]においても電源高調波電流が低減される。前記したように、直流ラインK1、K2（図1参照）における24次の電源高調波電流（1440 [Hz]：図3参照）は、電源側の配線HR（図1参照）では23次・25次の電源高調波電流として現れるからである

。なお、図7Aには示していないが、モータ電流の位相調整が特に行われな  
ない場合に比べても、1380 [Hz] や1500 [Hz] の付近の電源高調  
波電流が低減される。

[0069] 図7Bは、第1実施形態及び比較例に係る電力変換装置において、直流リア  
クトルの電流  $I_{DC L}$  に関する高周波解析の結果を示す図である。

なお、図7Bの横軸・縦軸は、図7Aと同様である。図7Bの一点鎖線で  
囲んだ部分に示すように、特に1440 [Hz] (24次の電源高調波電流  
の周波数：図3参照) において、直流リアクトル12の電流  $I_{DC L}$  に含ま  
れる電源高調波電流が低減されている。

[0070] <効果>

第1実施形態によれば、平滑コンデンサ13として低コストで長寿命なフ  
ィルムコンデンサを用いた場合でも、電源高調波電流を低減できる。これに  
よって、交流電源E1に接続された機器(図示せず)の故障や誤作動を防止  
できる他、電源高調波規制に準拠した運用を行うことができる。

[0071] また、平滑コンデンサ13としてフィルムコンデンサを用いた場合、静電  
容量が小さい分、平滑コンデンサ13と直流リアクトル12との間の共振周  
波数が高くなる。その結果、この共振周波数に近い周波数の電源高調波電流  
も増えやすくなる。このような場合でも、前記したように、モータ高調波電  
流によって電源高調波電流が低減されるため、交流電源E1に接続された機  
器(図示せず)の故障や誤作動を防止できる。

[0072] また、第1実施形態では、電源高調波電流を低減させる際に調整されるパ  
ラメータが、モータM1の回転速度及び電流位相となっている。したがって  
、回転速度や電流位相の調整前に比べて、モータ電流の波形が歪むといっ  
たことがほとんどないため、モータM1の効率の低下を抑制できる。このよ  
うに、第1実施形態によれば、効率の低下を抑制しつつ、電源高調波電流を低  
減させることができる。また、モータ電流の波形が歪むことが特にないため  
、モータM1の回転速度の変動が抑制される。その結果、モータM1の駆動  
に伴う騒音も抑制できる。

[0073] ≪第1実施形態の第1の変形例≫

図8は、第1実施形態の第1の変形例に係る電力変換装置100Aの構成図である。

なお、図8は、電力変換装置100Aが直流ライン電流検出部80を備えている点が、第1実施形態（図1参照）とは異なっているが、それ以外については第1実施形態と同様である。したがって、第1実施形態とは異なる部分について説明し、重複する部分については説明を省略する。

[0074] 図8に示す直流ライン電流検出部80は、コンバータ回路10の出力側の直流ラインK1に流れる電流を検出するものであり、直流ラインK1に設けられている。直流ライン電流検出部80の時々刻々の検出値は、制御装置60に出力される。

[0075] このような構成において、制御装置60（制御部）は、所定の回転速度でモータM1を駆動させながらモータM1の電流位相を変化させる。そして、制御装置60は、直流ライン電流検出部80の検出値に基づいて、この検出値の高調波成分を低減させるように、モータM1の電流位相を調整する。このような方法でも、所定の次数の電源高調波電流を低減できるようなモータM1の電流位相を特定できる。

[0076] 前記したように、直流ラインK1の電流の高調波成分は、電源側の配線HR、HS、HTにおいても所定の高調波成分として現れる。したがって、直流ラインK1の電流の高調波成分が低減されている場合には、電源高調波電流も低減されている。

[0077] 図9は、第1実施形態の第2の変形例に係る電力変換装置100Bの構成図である。

なお、図9は、電力変換装置100Bが直流リアクトル電圧検出部90を備えている点が、第1実施形態（図1参照）とは異なっているが、それ以外については第1実施形態と同様である。したがって、第1実施形態とは異なる部分について説明し、重複する部分については説明を省略する。

[0078] 図9に示す直流リアクトル電圧検出部90は、コンバータ回路10の出力

側の直流ラインK1に設けられる直流リアクトル12の端子間電圧を検出するものであり、直流リアクトル12の各端子に接続されている。直流リアクトル電圧検出部90の時々刻々の検出値は、制御装置60に出力される。

[0079] このような構成において、制御装置60（制御部）は、所定の回転速度でモータM1を駆動させながらモータM1の電流位相を変化させる。そして、制御装置60は、直流リアクトル電圧検出部90の検出値に基づいて、この検出値の高調波成分を低減させるように、モータM1の電流位相を調整する。このような方法でも、所定の次数の電源高調波電流を低減できるようなモータM1の電流位相を特定できる。

[0080] ≪第2実施形態≫

第2実施形態は、制御装置60C（図10参照）が回転速度指令調整器61（図10参照）を備える点が、第1実施形態とは異なっている。なお、その他については、第1実施形態と同様である。したがって、第1実施形態とは異なる部分について説明し、重複する部分については説明を省略する。

[0081] 図10は、第2実施形態に係る電力変換装置の制御装置60Cを含む説明図である。

図10に示すように、制御装置60Cは、回転速度指令調整器61を備えている。回転速度指令調整器61（つまり、制御部）は、モータM1（図1参照）を駆動源とする機器（図示せず）の運転条件に基づくモータM1の第1の回転速度指令を第2の回転速度指令に変換し、第2の回転速度指令に基づいてモータM1を駆動させる。

[0082] 例えば、空気調和機の圧縮機の駆動源としてモータM1（図1参照）が用いられる場合、運転モードや温度・風量の設定値の他、外気温や室内温度の検出値といったさまざまな条件に基づいて、モータM1の回転速度の指令値（第1の回転速度指令）が設定される。したがって、第2実施形態では、モータ高調波電流によって電源高調波電流を低減し得るモータM1の回転速度と、第1の回転速度指令と、の偏差の絶対値が所定値以下である場合、回転速度指令調整器61（つまり、制御部）が、この回転速度を第2の回転速度

指令として設定するようにしている。この第2の回転速度指令に基づいて、モータM1が駆動される。

[0083] 一方、モータ高調波電流によって電源高調波電流を低減し得るモータM1（図1参照）の回転速度と、第1の回転速度指令との偏差の絶対値が所定値よりも大きい場合、回転速度指令調整器61（つまり、制御部）は、第1の回転速度指令と同一の値を第2の回転速度指令として設定する。この第2の回転速度指令に基づいて、モータM1が駆動される。なお、前記した偏差の絶対値に関する所定値（例えば、 $100 [\text{min}^{-1}]$ ）は、第1の回転速度指令とは異なる値で第2の回転速度指令を設定するか否かの判定基準となる閾値であり、予め設定されている。

[0084] 図11は、第1の回転速度指令と第2の回転速度指令との間の関係を示す説明図である。

なお、図11の横軸は、モータM1（図1参照）に関する第1の回転速度指令の値である。また、図11の縦軸は、モータM1に関する第2の回転速度指令の値である。図11に示す値F1、F2は、モータ高調波電流によって電源高調波電流を低減し得るようなモータM1の回転速度である。これらの値F1、F2は、電源周波数やモータM1の極数に基づいて、制御装置60に予め記憶されている。

[0085] 図11に示す折れ線G1は、第1の回転速度指令から第2の回転速度指令への変換に用いられる関数であり、制御装置60C（図10参照）に予め記憶されている。なお、折れ線G1で示す関数に代えて、所定のデータテーブルが設定されてもよい。

[0086] 例えば、第1の回転速度指令が $(F1 - \Delta F)$ 以上であって、 $(F1 + \Delta F)$ 以下の範囲内である場合、回転速度指令調整器61（図10参照）は、第2の回転速度指令を値F1に設定する。つまり、第1の回転速度指令と値F1の偏差の絶対値が値 $\Delta F$ 以下である場合には、回転速度指令調整器61が、値F1を第2の回転速度指令として設定する。同様に、第1の回転速度指令が $(F2 - \Delta F)$ 以上であって、 $(F2 + \Delta F)$ 以下の範囲内である場

合、回転速度指令調整器 61（図 10 参照）は、第 2 の回転速度指令を値 F2 に設定する。これによって、モータ高調波電流で電源高調波電流を打ち消すことが可能な運転範囲（第 1 の回転速度指令の範囲）を拡大することができる。

[0087] また、第 1 の回転速度指令と値 F1, F2 との偏差の絶対値が値  $\Delta F$  よりも大きい場合、回転速度指令調整器 61 は、第 1 の回転速度指令と同一の値を第 2 の回転速度指令として設定する。これによって、空気調和機等の機器の運転が本来の目的（空調）から逸脱することを防止できる。例えば、夏季に室内が高温になっているときに、電源高調波電流の低減よりも冷房運転の方を優先させ、圧縮機のモータ M1 を高速で駆動させるといったことが可能になる。

[0088] <効果>

第 2 実施形態によれば、モータ高調波電流によって電源高調波電流を打ち消すことが可能な運転範囲（第 1 の回転速度指令の範囲）を拡大することができる。また、電源高調波電流を低減させる処理が一律に行われるのではなく、第 1 の回転速度指令と値 F1, F2 との偏差に基づいて、第 2 の回転速度指令を適切に設定できる。

[0089] <<第 3 実施形態>>

第 3 実施形態では、第 1 実施形態で説明した構成の電力変換装置 100（図 1 参照）を備える空気調和機 W1（図 12 参照）について説明する。なお、電力変換装置 100（図 1 参照）の構成や処理内容については、第 1 実施形態と同様であるから、その説明を省略する。

[0090] 図 12 は、第 3 実施形態に係る空気調和機 W1 の構成図である。

なお、図 12 の実線矢印は、暖房サイクルにおける冷媒の流れを示している。

また、図 12 の破線矢印は、冷房サイクルにおける冷媒の流れを示している。

空気調和機 W1 は、冷房運転や暖房運転等の空調を行う機器である。図 1

2に示すように、空気調和機W1は、室外機U1に設けられる構成として、圧縮機91（機器）と、室外熱交換器92と、室外ファン93と、膨張弁94と、四方弁95と、を備えている。また、空気調和機W1は、室内機U2に設けられる構成として、室内熱交換器96と、室内ファン97と、を備えている。

[0091] また、図12では図示を省略しているが、空気調和機W1は、第1実施形態で説明した電力変換装置100（図1参照）を備えている。電力変換装置100（図1参照）は、室外機U1の回路基板（図示せず）に実装されている。

[0092] 圧縮機91は、低温低圧のガス冷媒を圧縮し、高温高圧のガス冷媒として吐出する「機器」である。なお、図12では図示を省略しているが、冷媒を気液分離するためのアキュムレータが圧縮機91の吸込側に接続されている。また、圧縮機91の駆動源であるモータM1が、電力変換装置100（図1参照）のインバータ回路30（図1参照）の出力側に電氣的に接続されている。

[0093] 室外熱交換器92は、その伝熱管を通流する冷媒と、室外ファン93から送り込まれる外気と、の間で熱交換が行われる熱交換器である。室外ファン93は、室外熱交換器92に外気を送り込むファンである。室外ファン93は、駆動源である室外ファンモータ93aを有し、室外熱交換器92の付近に設置されている。

[0094] 膨張弁94は、「凝縮器」（室外熱交換器92及び室内熱交換器96のうちの一方）で凝縮した冷媒を減圧する弁である。膨張弁94で減圧された冷媒は、「蒸発器」（室外熱交換器92及び室内熱交換器96のうちの他方）に導かれる。

室内熱交換器96は、その伝熱管（図示せず）を通流する冷媒と、室内ファン97から送り込まれる室内空気（空調室の空気）と、の間で熱交換が行われる熱交換器である。

室内ファン97は、室内熱交換器96に室内空気を送り込むファンである

。室内ファン97は、駆動源である室内ファンモータ97aを備え、室内熱交換器96の付近に設置されている。

[0095] 四方弁95は、空気調和機W1の運転モードに応じて、冷媒の流路を切り替える弁である。例えば、冷房運転時（図12の破線矢印を参照）には、冷媒回路Q1において、圧縮機91、室外熱交換器92（凝縮器）、膨張弁94、及び室内熱交換器96（蒸発器）を順次に介して冷媒が循環する。また、暖房運転時（図12の実線矢印を参照）には、冷媒回路Q1において、圧縮機91、室内熱交換器96（凝縮器）、膨張弁94、及び室外熱交換器92（蒸発器）を順次に介して冷媒が循環する。そして、室内熱交換器96を通流する冷媒との間で熱交換した空気が、室内機U2から空調室に吹き出されるようになっている。

[0096] <効果>

第3実施形態によれば、第1実施形態と同様の構成の電力変換装置100（図1参照）を空気調和機W1が備えているため、電源高調波電流を低減可能な信頼性の高い空気調和機W1を提供できる。

[0097] <<変形例>>

以上、本開示に係る電力変換装置100や空気調和機W1について各実施形態で説明したが、これらの記載に限定されるものではなく、種々の変更を行うことができる。

例えば、第1実施形態では、コンバータ回路10（図1参照）が全波整流用のダイオードブリッジ回路11（図1参照）を備える場合について説明したが、これに限定されるものではない。例えば、コンバータ回路が倍電圧整流回路を備えるようにしてもよい。また、コンバータ回路としてスイッチング方式のものが用いられてもよい。なお、第2実施形態についても同様のことがいえる。

[0098] また、第1実施形態では、平滑コンデンサ13（図1参照）が1つである場合について説明したが、これに限らない。すなわち、直列、並列、又は直並列に接続された複数のコンデンサ（図示せず）によって、平滑コンデンサ

が形成されるようにしてもよい。なお、第2実施形態についても同様のことがいえる。

[0099] また、各実施形態では、制御装置60がモータ高調波電流によって電源高調波電流を低減する場合について説明したが、電源高調波電流を低減し得る他の手法が適宜に併用されてもよい。

また、第1実施形態では、一例として、電源周波数が60 [Hz] でモータM1の極数が6極である場合について説明したが、これに限らない。すなわち、他の電源周波数（例えば、50 [Hz]）の条件下で電力変換装置100が用いられてもよい。また、モータM1は、4極や8極といった他の極数であってもよい。なお、第2実施形態についても同様のことがいえる。

[0100] また、第3実施形態（図12参照）では、圧縮機91のモータM1に電力変換装置100が接続される構成について説明したが、これに限らない。例えば、室外ファンモータ93aに電力変換装置100が接続される構成にしてもよい。また、圧縮機91のモータM1に電力変換装置100が接続されるとともに、室外ファンモータ93aに電力変換装置100が接続されるようにしてもよい。

[0101] また、第3実施形態（図12参照）では、空気調和機W1が四方弁95を備える構成について説明したが、これに限らない。すなわち、四方弁95を適宜に省略し、冷房専用又は暖房専用の空気調和機にしてもよい。

また、第3実施形態（図12参照）は、ルームエアコンの他、業務用エアコンやビル用マルチエアコンといったさまざまな種類の空気調和機にも適用できる。また、各実施形態は、給湯機や冷蔵庫といった他の機器にも適用できる。

また、各実施形態は、適宜に組み合わせることができる。例えば、第2実施形態（図10、図11参照）と第3実施形態（図12参照）とを組み合わせることも可能である。

[0102] また、各実施形態は本開示を分かりやすく説明するために詳細に記載したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されない。ま

た、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

また、前記した機構や構成は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての機構や構成を示しているとは限らない。

### 符号の説明

- [0103] 10 コンバータ回路  
11 ダイオードブリッジ回路  
12 直流リアクトル  
13 平滑コンデンサ  
20 直流電圧検出部  
30 インバータ回路  
41, 42 電源電流検出部  
51, 52 モータ電流検出部  
60, 60C 制御装置（制御部）  
61 回転速度指令調整器  
70 ゲートドライブ回路  
80 直流ライン電流検出部  
90 直流リアクトル電圧検出部  
91 圧縮機（機器）  
92 室外熱交換器  
93 室外ファン  
93a 室外ファンモータ  
94 膨張弁  
95 四方弁  
96 室内熱交換器  
97 室内ファン  
97a 室内ファンモータ  
100, 100A, 100B 電力変換装置

- E 1 交流電源
- H R, H S, H T 配線 (接続線)
- K 1, K 2 直流ライン
- M 1 モータ
- U 1 室外機
- U 2 室内機
- W 1 空気調和機

## 請求の範囲

- [請求項1] 交流電源から印加される交流電圧を直流電圧に変換するコンバータ回路と、
- 前記コンバータ回路の出力側の直流電圧を交流電圧に変換し、当該交流電圧をモータに印加するインバータ回路と、
- 前記インバータ回路を制御する制御部と、を備え、
- 前記制御部は、前記インバータ回路及び前記モータの駆動に伴うモータ高調波電流によって、前記コンバータ回路の電力変換に伴う電源高調波電流を低減させるように、前記モータの回転速度及び電流位相を調整する、電力変換装置。
- [請求項2] 前記交流電源と前記コンバータ回路との接続線に流れる電源電流を検出する電源電流検出部を備え、
- 前記制御部は、所定の回転速度で前記モータを駆動させながら前記モータの電流位相を変化させ、前記電源電流検出部の検出値に基づいて、当該検出値の高調波成分を低減させるように、前記モータの電流位相を調整すること
- を特徴とする請求項1に記載の電力変換装置。
- [請求項3] 前記コンバータ回路の出力側の直流ラインに流れる電流を検出する直流ライン電流検出部を備え、
- 前記制御部は、所定の回転速度で前記モータを駆動させながら前記モータの電流位相を変化させ、前記直流ライン電流検出部の検出値に基づいて、当該検出値の高調波成分を低減させるように、前記モータの電流位相を調整すること
- を特徴とする請求項1に記載の電力変換装置。
- [請求項4] 前記コンバータ回路の出力側の直流ラインに設けられる直流リアクトルの端子間電圧を検出する直流リアクトル電圧検出部を備え、
- 前記制御部は、所定の回転速度で前記モータを駆動させながら前記モータの電流位相を変化させ、前記直流リアクトル電圧検出部の検出

値に基づいて、当該検出値の高調波成分を低減させるように、前記モータの電流位相を調整すること

を特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置。

[請求項5] 前記モータ高調波電流によって前記電源高調波電流を低減させる際の前記モータの回転速度は、前記交流電源の周波数と、前記モータの極数と、に基づいて設定されること

を特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置。

[請求項6] 前記制御部は、前記モータを駆動源とする機器の運転条件に基づく当該モータの第 1 の回転速度指令を第 2 の回転速度指令に変換し、当該第 2 の回転速度指令に基づいて前記モータを駆動させ、

前記モータ高調波電流によって前記電源高調波電流を低減し得る前記モータの回転速度と、前記第 1 の回転速度指令と、の偏差の絶対値が所定値以下である場合、前記制御部は、当該回転速度を前記第 2 の回転速度指令として設定すること

を特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置。

[請求項7] 前記制御部は、前記モータを駆動源とする機器の運転条件に基づく当該モータの第 1 の回転速度指令を第 2 の回転速度指令に変換し、当該第 2 の回転速度指令に基づいて前記モータを駆動させ、

前記モータ高調波電流によって前記電源高調波電流を低減し得る前記モータの回転速度と、前記第 1 の回転速度指令と、の偏差の絶対値が所定値よりも大きい場合、前記制御部は、前記第 1 の回転速度指令と同一の値を前記第 2 の回転速度指令として設定すること

を特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置。

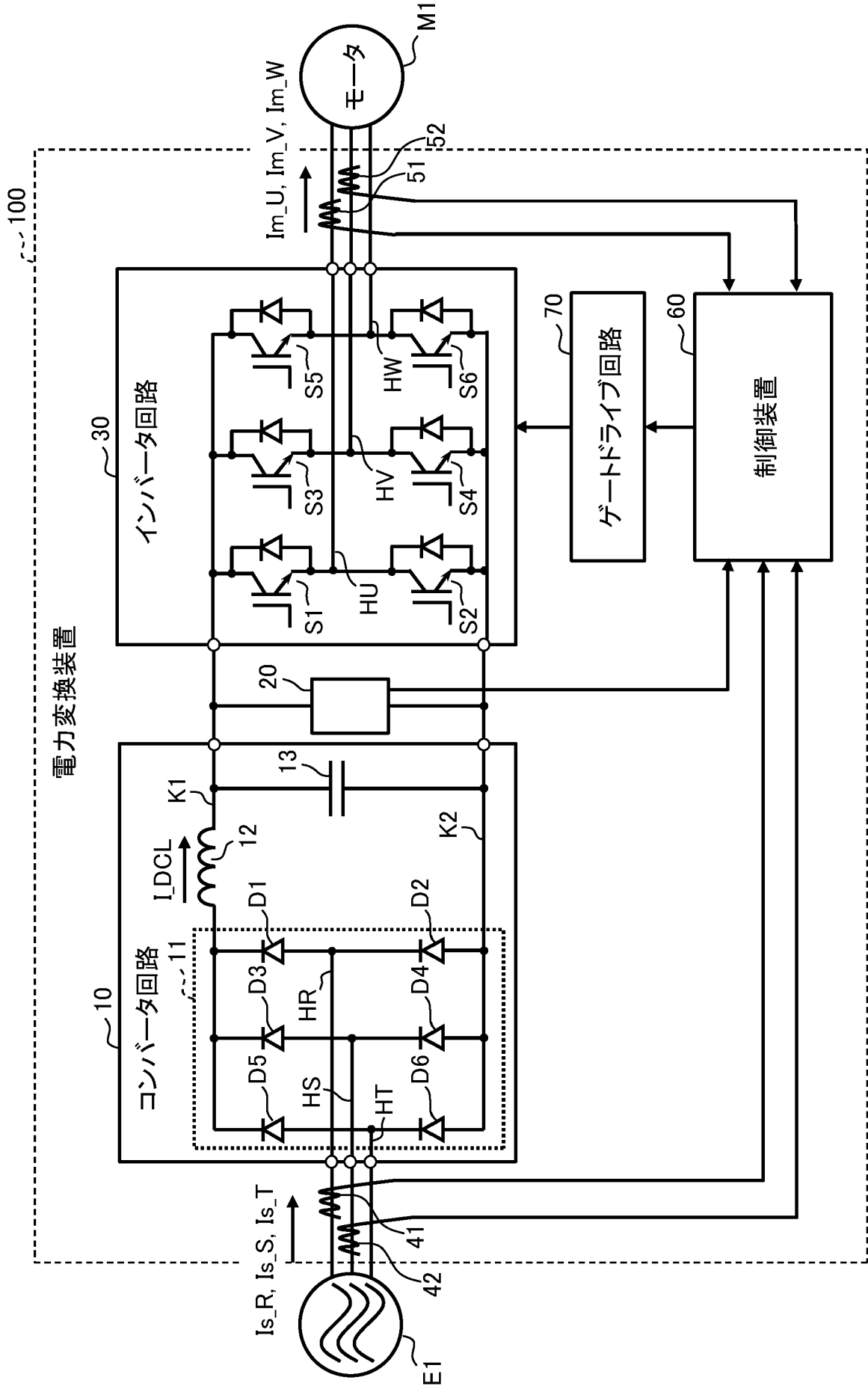
[請求項8] 請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の電力変換装置を備えるとともに、

圧縮機と、室外熱交換器と、膨張弁と、室内熱交換器と、を備え、前記モータは、前記圧縮機の駆動源である、空気調和機。

[請求項9] 請求項 6 又は請求項 7 に記載の電力変換装置を備えるとともに、

圧縮機と、室外熱交換器と、膨張弁と、室内熱交換器と、を備え、  
前記機器は、前記圧縮機である、空気調和機。

[図1]



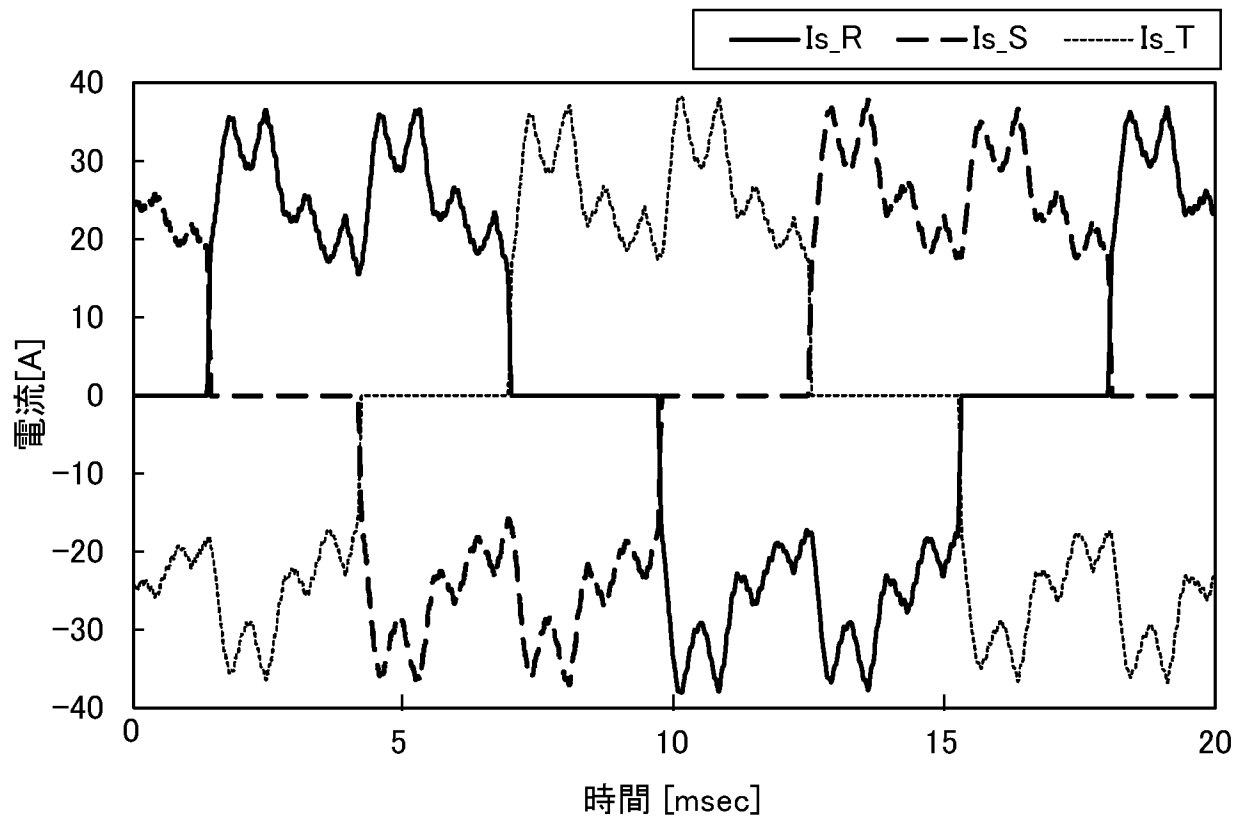
[図2]

x	y	fm[ $\text{min}^{-1}$ ]	適用
1	1	1200	○
1	2	600	○
1	3	400	×
1	4	300	×
1	5	240	×
2	1	2400	○
2	2	1200	○
2	3	800	○
2	4	600	○
2	5	480	×
3	1	3600	○
3	2	1800	○
3	3	1200	○
3	4	900	○
3	5	720	○
4	1	4800	○
4	2	2400	○
4	3	1600	○
4	4	1200	○
4	5	960	○

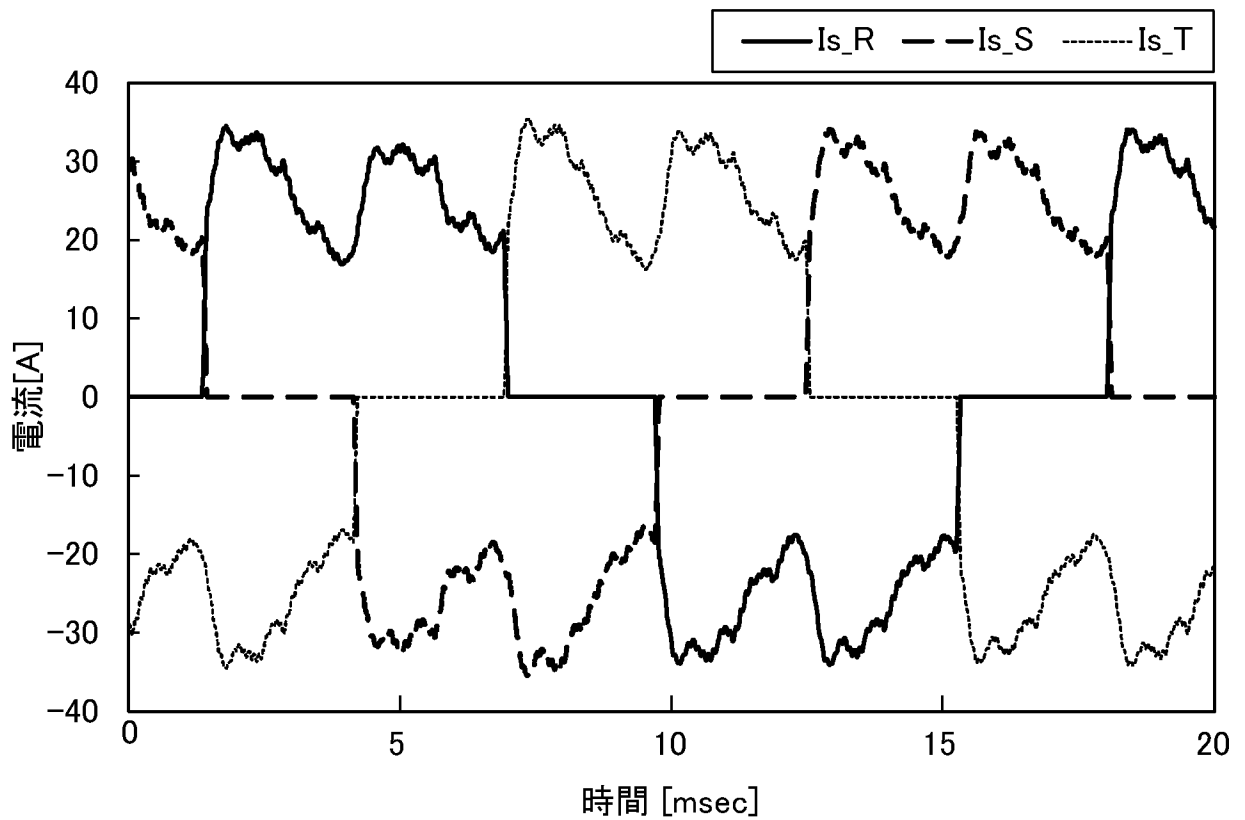
[図3]

		次数					
		6	12	18	24	30	
電源高調波電流の周波数[Hz]		360	720	1080	1440	1800	
モータの 回転速度 [min <sup>-1</sup> ]	モータ高調波 電流の周波数 [Hz]	180	360	540	720	900	
	600	216	432	648	864	1080	
	720	240	480	720	960	1200	
	800	270	540	810	1080	1350	
	900	288	576	864	1152	1440	
	960	360	720	1080	1440	1800	
	1200	480	960	1440	1920	2400	
	1600	540	1080	1620	2160	2700	
	1800	720	1440	2160	2880	3600	
2400	1080	2160	3240	4320	5400		
3600	1440	2880	4320	5760	7200		
4800							

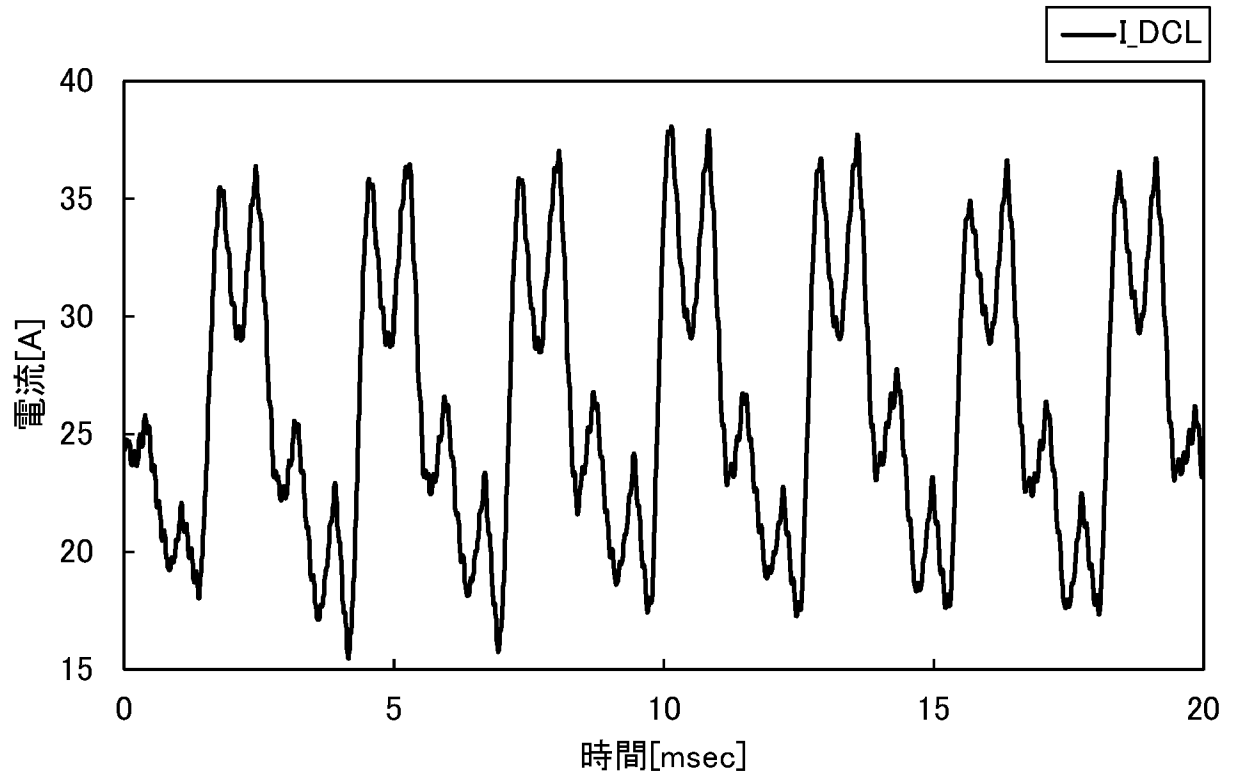
[図4A]



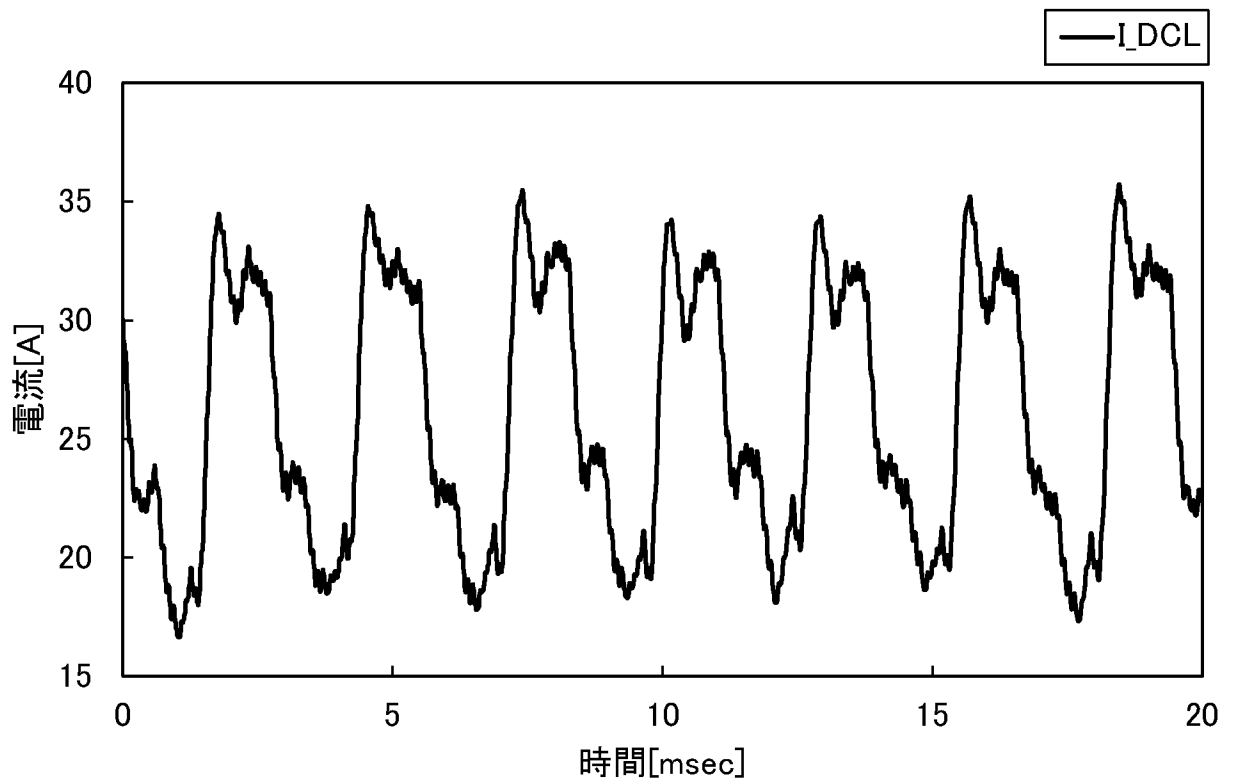
[図4B]



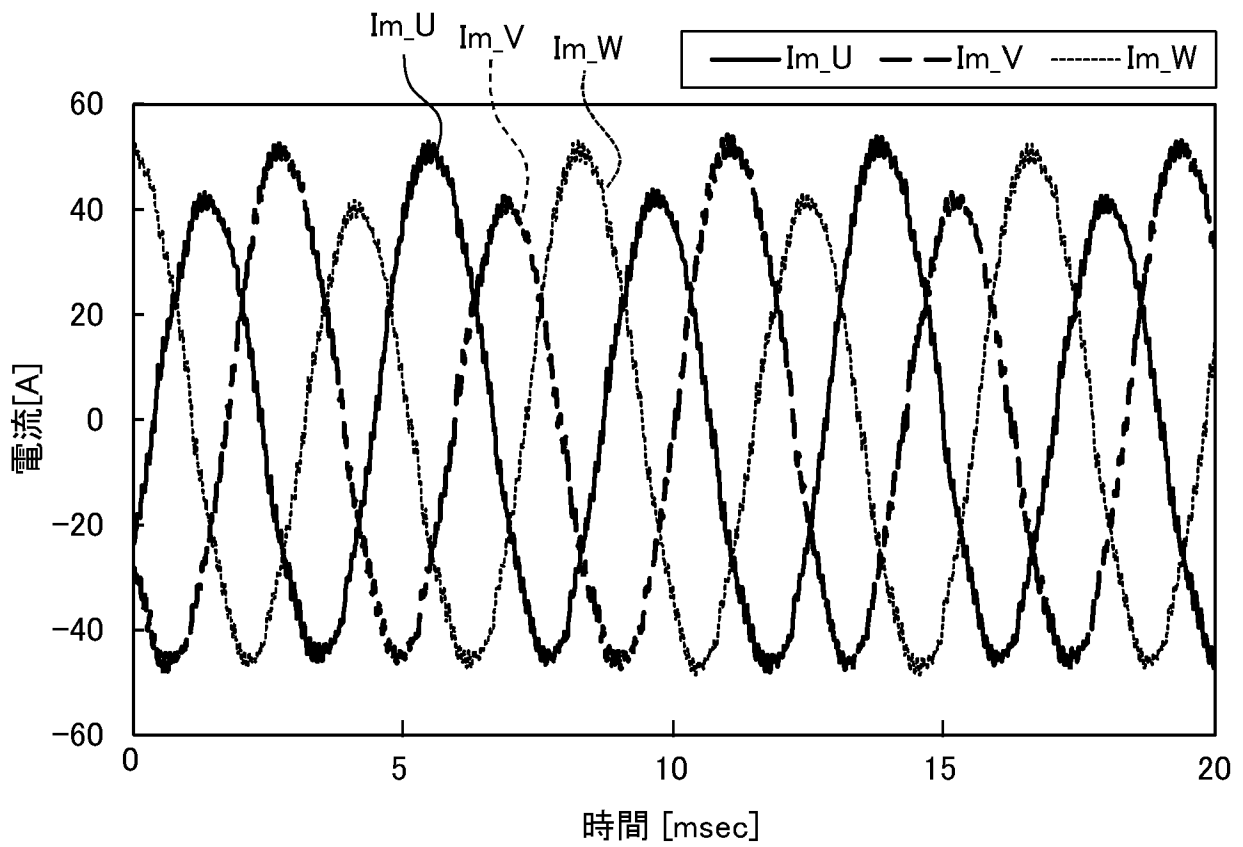
[図5A]



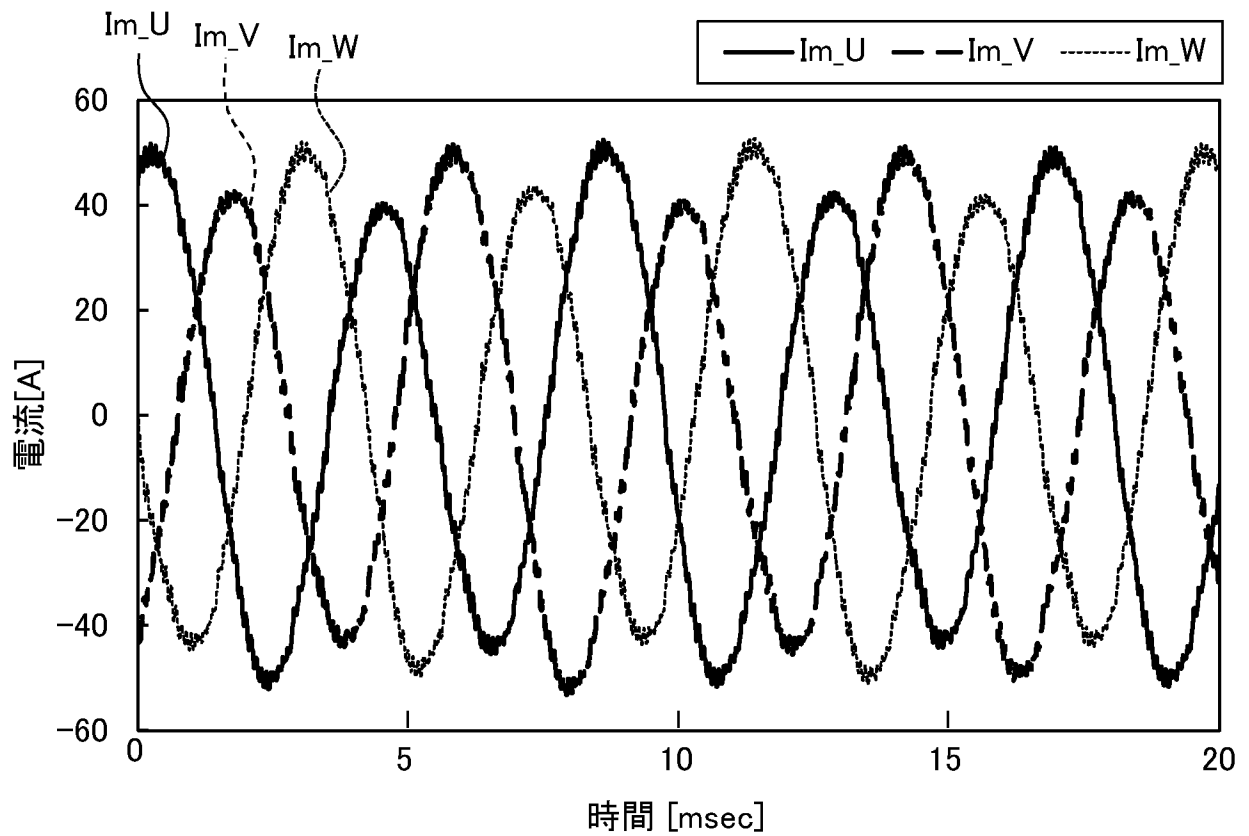
[図5B]



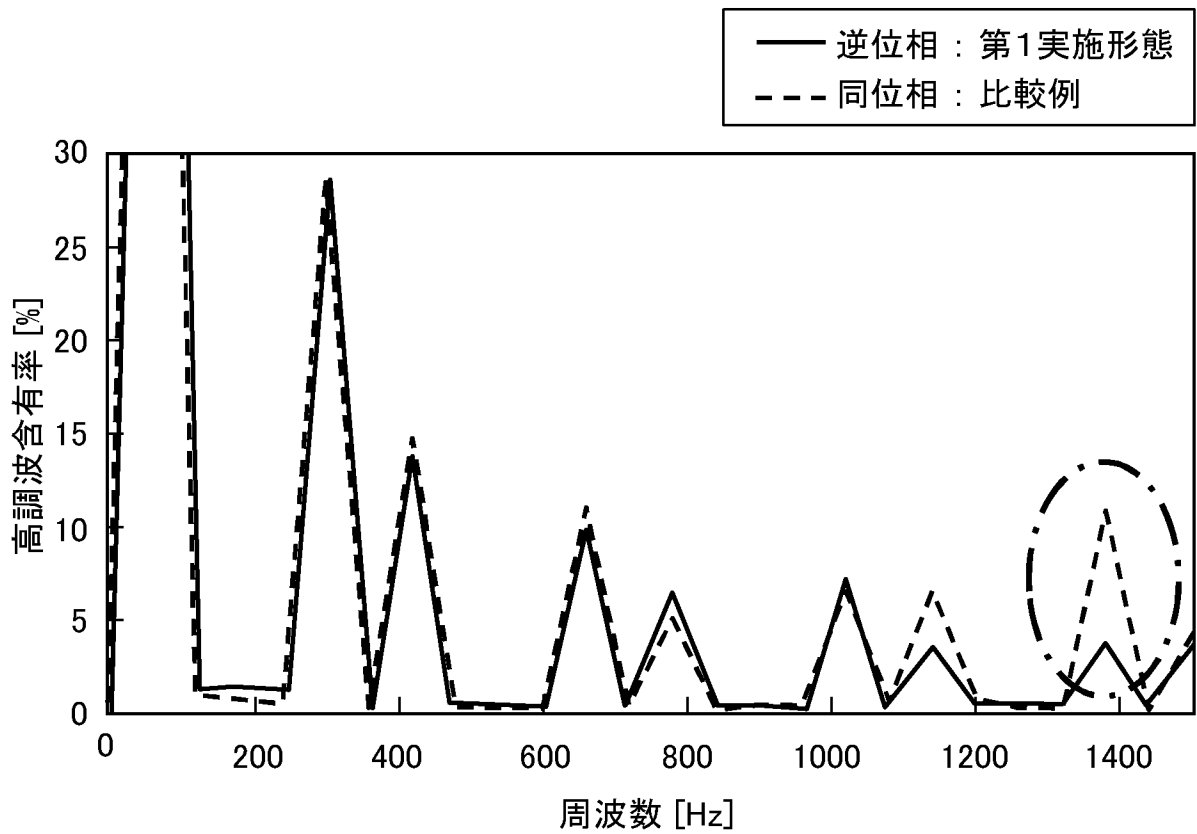
[図6A]



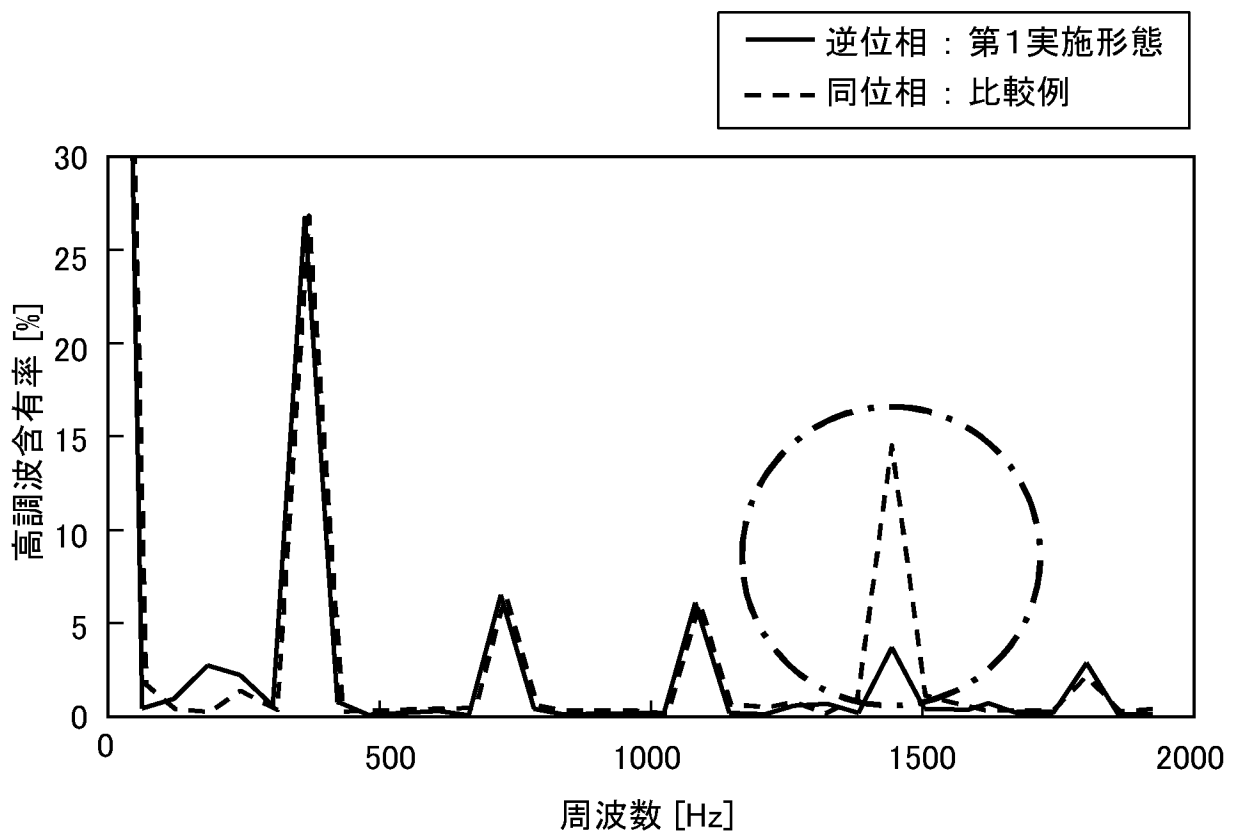
[図6B]



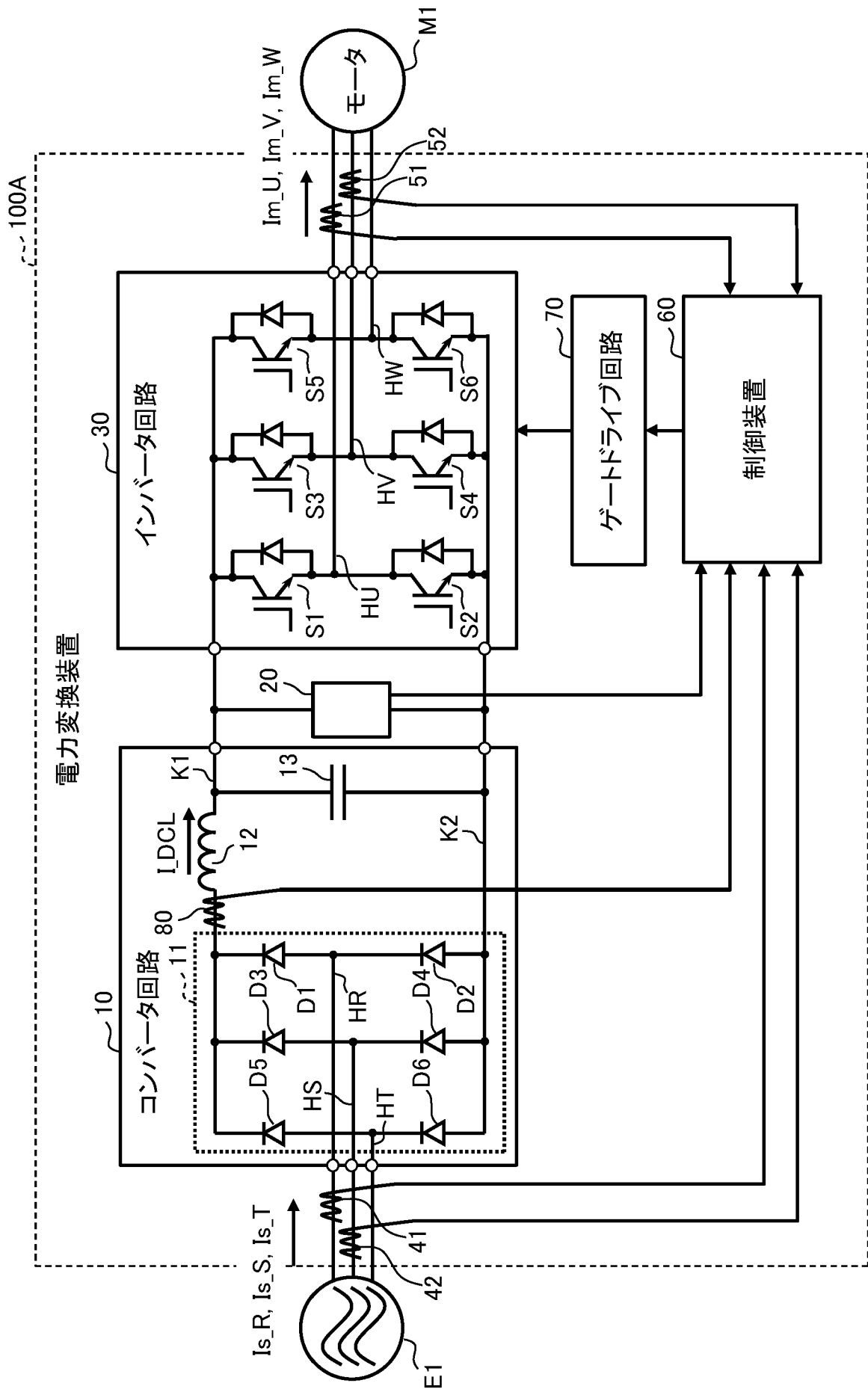
[図7A]



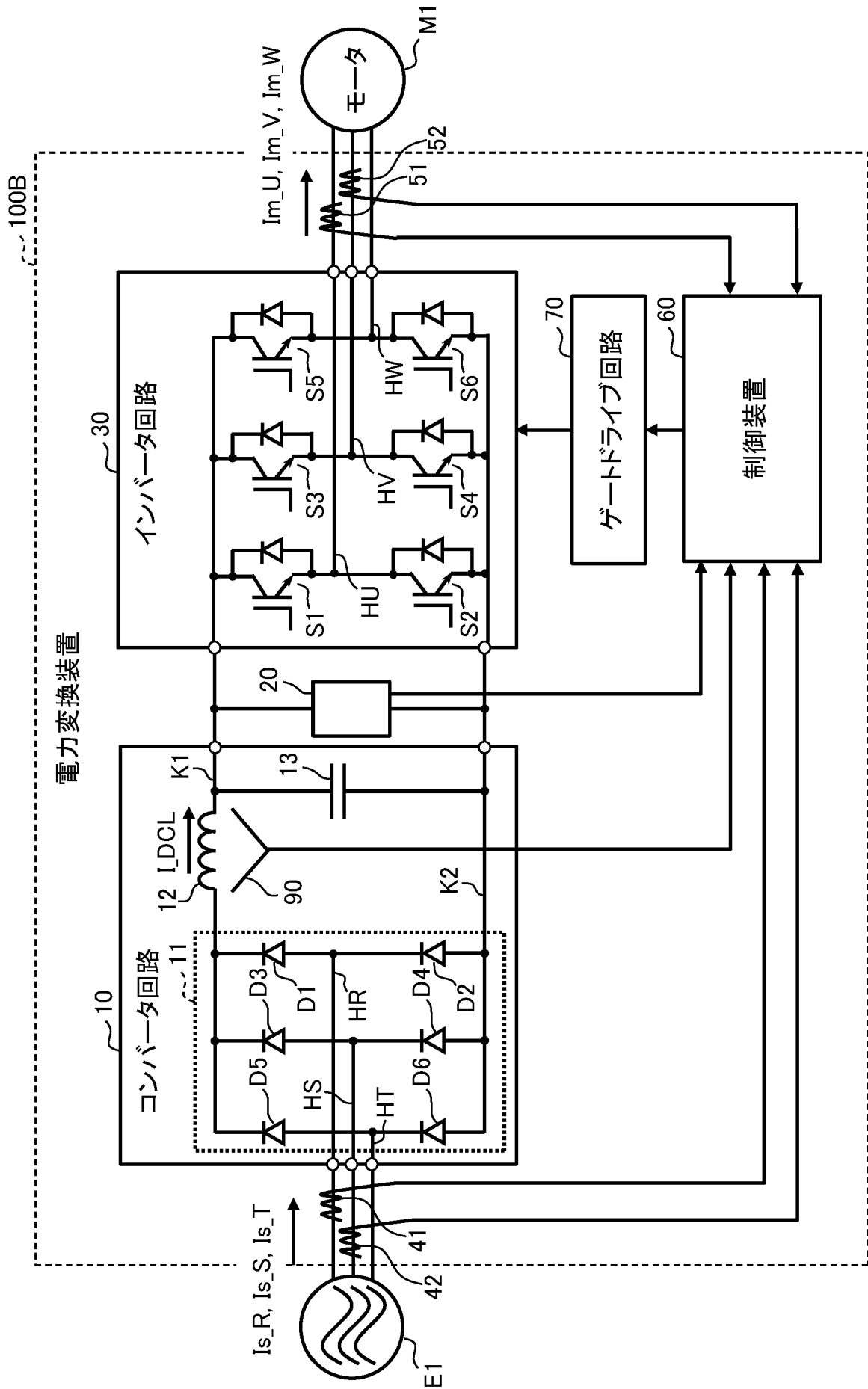
[図7B]



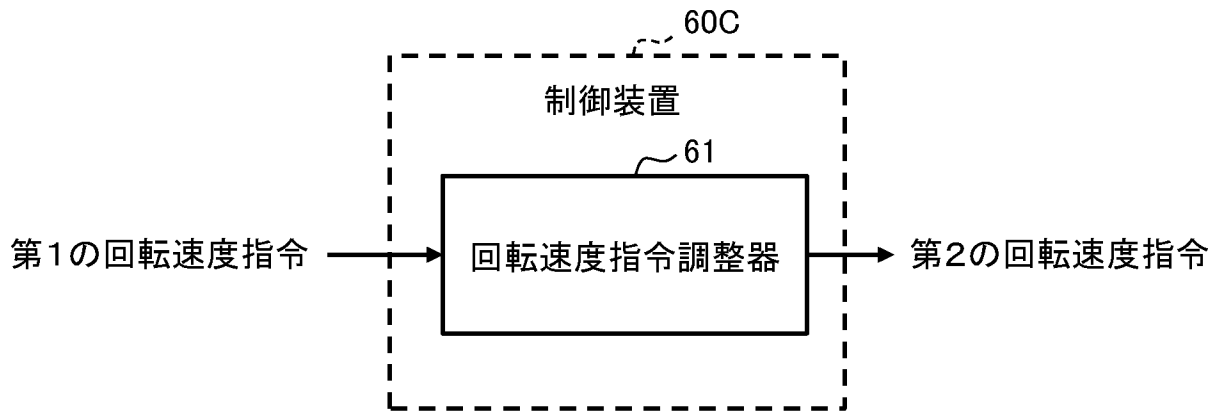
[図8]



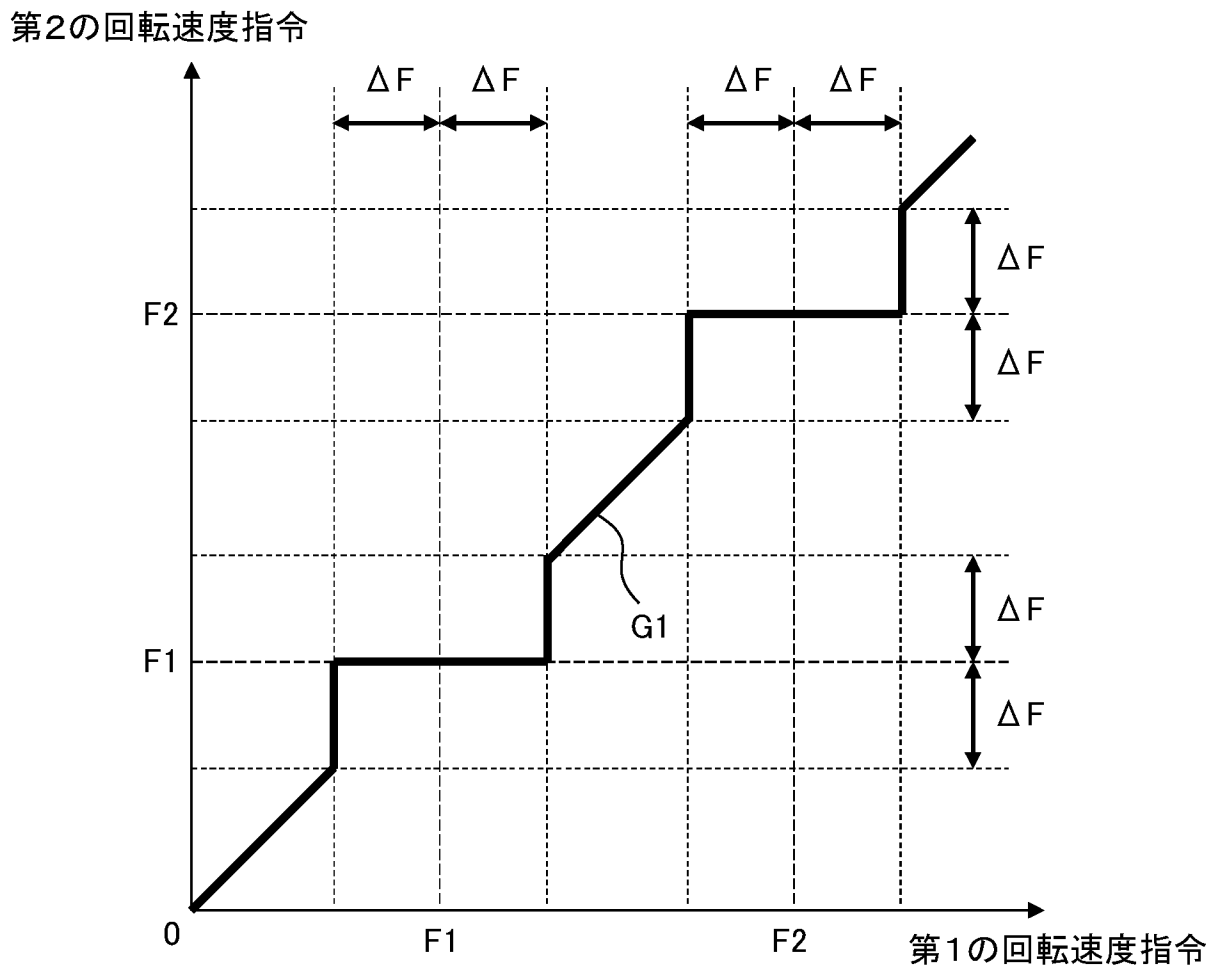
[図9]



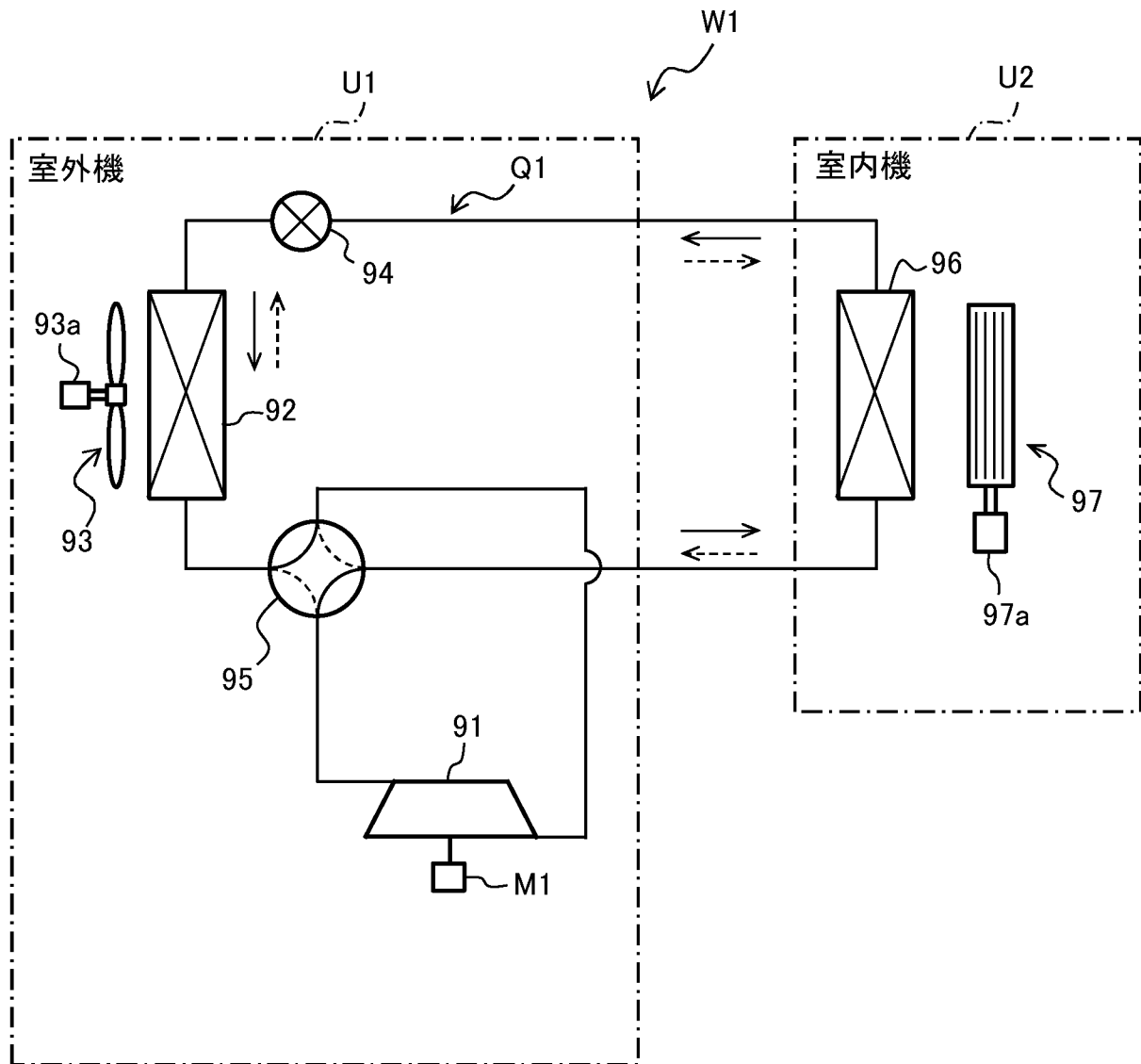
[図10]



[図11]



[図12]



→ 暖房運転

← 冷房運転

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/043120

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H02M 7/48</i> (2007.01)i FI: H02M7/48 E		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 116436274 A (MCC CAPITAL ENG & RES INC LTD.) 14 July 2023 (2023-07-14) entire text, all drawings	1-9
A	US 2014/0312823 A1 (EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY) 23 October 2014 (2014-10-23) entire text, all drawings	1-9
A	CN 1529404 A (TAN, Yong) 15 September 2004 (2004-09-15) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2019-37106 A (KABUSHIKI KAISHA MEIDENSHA) 07 March 2019 (2019-03-07) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2007-205687 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 16 August 2007 (2007-08-16) entire text, all drawings	1-9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 <b>07 February 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>20 February 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/JP2023/043120</b>
---

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 116436274 A	14 July 2023	(Family: none)	
US 2014/0312823 A1	23 October 2014	EP 2795782 A1 CA 2857653 A1	
CN 1529404 A	15 September 2004	(Family: none)	
JP 2019-37106 A	07 March 2019	(Family: none)	
JP 2007-205687 A	16 August 2007	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02M 7/48(2007.01)i FI: H02M7/48 E		
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）） 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 - 2024年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2024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	CN 116436274 A (MCC CAPITAL ENG & RES INC LTD) 14.07.2023 (2023 - 07 - 14) 全文、全図	1-9
A	US 2014/0312823 A1 (EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY) 23.10.2014 (2014 - 10 - 23) 全文、全図	1-9
A	CN 1529404 A (TAN, Yong) 15.09.2004 (2004 - 09 - 15) 全文、全図	1-9
A	JP 2019-37106 A (株式会社明電舎) 07.03.2019 (2019 - 03 - 07) 全文、全図	1-9
A	JP 2007-205687 A (三菱電機株式会社) 16.08.2007 (2007 - 08 - 16) 全文、全図	1-9
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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 07.02.2024	国際調査報告の発送日 20.02.2024	
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） 三島木 英宏 5G 3018 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/JP2023/043120

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
CN 116436274 A	14.07.2023	(ファミリーなし)	
US 2014/0312823 A1	23.10.2014	EP 2795782 A1 CA 2857653 A1	
CN 1529404 A	15.09.2004	(ファミリーなし)	
JP 2019-37106 A	07.03.2019	(ファミリーなし)	
JP 2007-205687 A	16.08.2007	(ファミリーなし)	