

(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
2023年12月14日(14.12.2023)



(10) 国際公開番号
WO 2023/238293 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 1/08 (2006.01) H02M 7/48 (2007.01)
H02M 3/155 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/023163
- (22) 国際出願日: 2022年6月8日(08.06.2022)
- (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:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 杓木 知宏 (KUTSUKI, Tomohiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 松尾 遥 (MATSUO, Haruka); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会

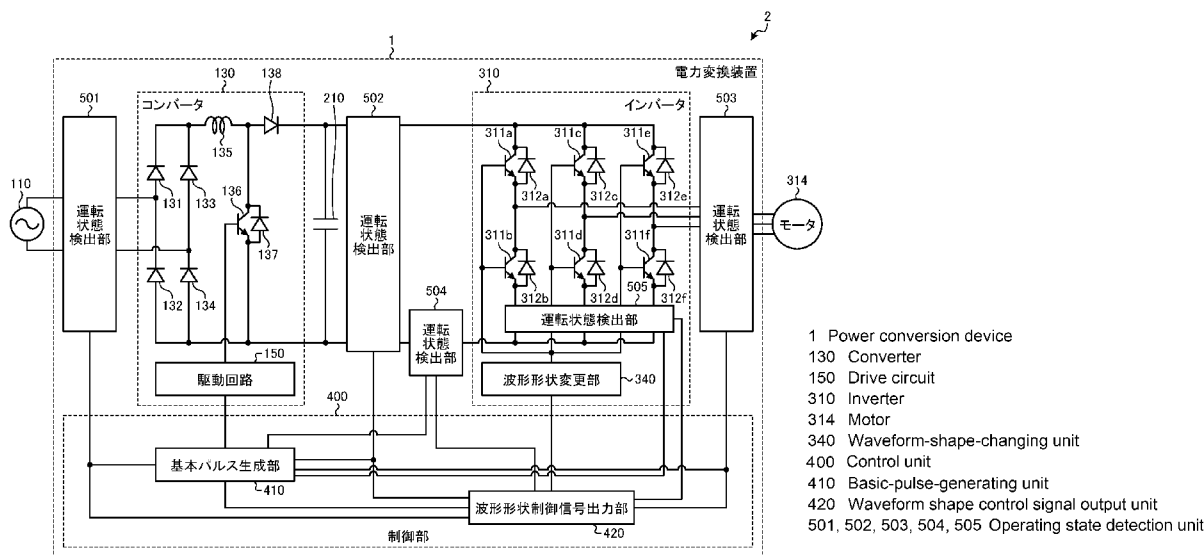
社内 Tokyo (JP). ▲高▼原 貴昭(TAKAHARA, Takaaki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 有澤 浩一(ARISAWA, Koichi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 古庄 泰章(FURUSHO, Yasuaki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 小林 亮祐(KOBAYASHI, Ryosuke); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 弁理士法人酒井国際特許事務所 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,

(54) Title: AIR CONDITIONER

(54) 発明の名称: 空気調和機



(57) Abstract: This air conditioner (2) for performing air conditioning control comprises: one or more switching elements included in at least one power converter among one or more power converters that perform power conversion; a waveform-shape-changing unit that can change the waveform shape of the switching waveform of the switching element; operating state detection units (501-505) that detect the operating state of the air conditioner (2); and a waveform shape control signal output unit (420) that outputs a control signal when changing the switching waveform of the switching element in the waveform-shape-changing unit according to the operating state.



WO 2023/238293 A1

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, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, 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, 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, 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: 空調制御を行う空気調和機 (2) は、電力変換を行う 1 以上の電力変換器のうち少なくとも 1 つの電力変換器に含まれる 1 以上のスイッチング素子と、スイッチング素子のスイッチング波形の波形形状を変更可能な波形形状変更部と、空気調和機 (2) の運転状態を検出する運転状態検出部 (501~505) と、運転状態に応じて、波形形状変更部でスイッチング素子のスイッチング波形を変更する際の制御信号を出力する波形形状制御信号出力部 (420) と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 空気調和機

技術分野

[0001] 本開示は、空調制御を行う空気調和機に関する。

背景技術

[0002] 従来、空気調和機に搭載されるインバータ、コンバータなどの電力変換器において、スイッチング素子に異なるゲート抵抗値のゲート抵抗を切り替えて接続することで、スイッチング素子のスイッチング速度を変化させることが行われている。例えば、特許文献1には、複数のスイッチング素子を有するインバータ主回路を備えるインバータ制御装置において、スイッチング素子のゲート駆動波形を変更する際、スイッチング素子に接続するゲート抵抗について、スイッチを用いて異なるゲート抵抗値のゲート抵抗に切り替える技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-200042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に記載のインバータ制御装置は、空気調和機に適用され、スイッチング素子のスイッチング速度を変化させることで、空気調和機の運転状態に応じて発生するノイズおよび損失の両方を考慮した運転をしている。しかしながら、特許文献1に記載のインバータ制御装置は、スイッチング素子のスイッチング速度を変化させるためにゲート抵抗のゲート抵抗値によって切り替えているが、ゲート抵抗値の個数には限りがある。そのため、特許文献1に記載のインバータ制御装置は、空気調和機の運転状態によっては、スイッチング素子のスイッチング速度を最適な条件にできず、ノイズおよび損失の発生を所望の状態に制御できない場合がある、という問題があった。

[0005] 本開示は、上記に鑑みてなされたものであって、運転状態に応じてノイズおよび損失の発生を制御可能な空気調和機を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示は、空調制御を行う空気調和機である。空気調和機は、電力変換を行う1以上の電力変換器のうち少なくとも1つの電力変換器に含まれる1以上のスイッチング素子と、スイッチング素子のスイッチング波形の波形形状を変更可能な波形形状変更部と、空気調和機の運転状態を検出する運転状態検出部と、運転状態に応じて、波形形状変更部でスイッチング素子のスイッチング波形を変更する際の制御信号を出力する波形形状制御信号出力部と、を備える。

発明の効果

[0007] 本開示に係る空気調和機は、運転状態に応じてノイズおよび損失の発生を制御できる、という効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態1に係る空気調和機の構成例を示す図

[図2]実施の形態1に係る空気調和機の電力変換装置においてインバータのスイッチング素子のスイッチング速度を遅くしたときのターンオンジュール損失、ターンオン電流、およびターンオン電圧の例を示す図

[図3]実施の形態1に係る空気調和機の電力変換装置においてインバータのスイッチング素子のスイッチング速度を速くしたときのターンオンジュール損失、ターンオン電流、およびターンオン電圧の例を示す図

[図4]一般的なスイッチング素子で発生するノイズおよび損失の関係の例を示す図

[図5]実施の形態1に係る空気調和機の電力変換装置においてインバータのスイッチング素子のスイッチング速度を変更することによって得られる効果を示す第1の図

[図6]実施の形態1に係る空気調和機の電力変換装置においてインバータのスイッチング素子のスイッチング速度を変更することによって得られる効果を

示す第2の図

[図7]実施の形態1に係る空気調和機が備える電力変換装置の波形形状変更部の構成例を示す図

[図8]実施の形態1に係る空気調和機が備える電力変換装置において波形形状変更部が出力するゲート電流およびスイッチング素子の立ち上がりの速度を示すゲート電圧の関係を示す第1の図

[図9]実施の形態1に係る空気調和機が備える電力変換装置において波形形状変更部が出力するゲート電流およびスイッチング素子の立ち上がりの速度を示すゲート電圧の関係を示す第2の図

[図10]実施の形態1に係る空気調和機が備える電力変換装置において波形形状変更部が出力するゲート電流およびスイッチング素子の立ち上がりの速度を示すゲート電圧の関係を示す第3の図

[図11]実施の形態1に係る空気調和機が備える電力変換装置において基本パルス生成部が出力する基本パルスおよび波形形状変更部が出力するゲート電流の関係の例を示す図

[図12]実施の形態1に係る空気調和機が備える電力変換装置においてスイッチング素子のスイッチング波形の波形形状を変更する動作を示すフローチャート

[図13]実施の形態1に係る空気調和機の電力変換装置が備える制御部を実現するハードウェア構成の一例を示す図

[図14]実施の形態2に係る空気調和機の構成例を示す図

[図15]実施の形態2に係る空気調和機の電力変換装置が備えるコンバータの整流部分を示す第1の図

[図16]実施の形態2に係る空気調和機の電力変換装置が備えるコンバータの整流部分を示す第2の図

[図17]実施の形態2に係る空気調和機の電力変換装置が備えるコンバータの整流部分を示す第3の図

[図18]実施の形態3に係る空気調和機の構成例を示す図

[図19]実施の形態5に係る空気調和機の構成例を示す図

[図20]実施の形態5に係る空気調和機の電力変換装置が備える速度推定装置の構成例を示す図

[図21]実施の形態6に係る空気調和機の構成例を示す図

[図22]比較例として、コンデンサでコンバータから出力される電流を平滑化し、インバータに流れる電流を一定にした場合の各電流およびコンデンサのコンデンサ電圧の例を示す図

[図23]実施の形態6に係る空気調和機が備える電力変換装置の制御部がインバータの動作を制御してコンデンサに流れる電流を低減したときの各電流およびコンデンサのコンデンサ電圧の例を示す図

[図24]実施の形態7に係る空気調和機の構成例を示す図

[図25]実施の形態8に係る空気調和機の構成例を示す図

発明を実施するための形態

[0009] 以下に、本開示の実施の形態に係る空気調和機を図面に基づいて詳細に説明する。

[0010] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1に係る空気調和機2の構成例を示す図である。空調制御を行う空気調和機2は、電力変換装置1と、モータ314と、を備える。電力変換装置1は、商用電源110およびモータ314に接続される。電力変換装置1は、商用電源110から供給される電源電圧 V_s の第1の交流電力を所望の振幅および位相を有する第2の交流電力に電力変換し、モータ314に供給する。商用電源110は、図1の例では単相交流電源であるが、三相交流電源であってもよい。電力変換装置1は、運転状態検出部501と、コンバータ130と、コンデンサ210と、運転状態検出部502と、インバータ310と、運転状態検出部503と、運転状態検出部504と、運転状態検出部505と、制御部400と、を備える。

[0011] 運転状態検出部501は、空気調和機2の運転状態を検出する。運転状態検出部501は、例えば、商用電源110からコンバータ130に供給され

る電源電圧 V_s の交流電力の電圧値、商用電源110からコンバータ130に供給される電源電圧 V_s の交流電力の電流値などを検出する。

[0012] コンバータ130は、商用電源110から供給される電源電圧 V_s の交流電力を直流電力に変換する電力変換器である。コンバータ130は、整流素子131~134と、リアクトル135と、スイッチング素子136と、還流ダイオード137と、ダイオード138と、駆動回路150と、を備える。コンバータ130は、整流素子131~134によって構成されるブリッジ回路を有し、商用電源110から供給される電源電圧 V_s の第1の交流電力を整流し、整流後の直流電力を昇圧して出力する。駆動回路150は、後述する制御部400の基本パルス生成部410で生成された基本パルスに基づいて、実際にスイッチング素子136を駆動するための駆動信号を生成する。スイッチング素子136は、例えば、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)、バイポーラトランジスタなどであるが、これらに限定されない。なお、コンバータ130の構成は、図1の例に限定されない。コンバータ130は、整流素子131~134のうちの1つ以上の整流素子をスイッチング素子で構成してもよい。また、図1に示す実施の形態1の電力変換装置1では、コンバータ130は、整流機能のみを有し、昇圧機能を有していなくてもよい。また、コンバータ130は、商用電源110が三相交流電源の場合、整流素子を6個備える構成となる。

[0013] コンデンサ210は、コンバータ130の出力端に接続され、コンバータ130によって変換された直流電力を平滑化する。コンデンサ210は、例えば、電解コンデンサ、フィルムコンデンサなどである。

[0014] 運転状態検出部502は、空気調和機2の運転状態を検出する。運転状態検出部502は、例えば、コンデンサ210からインバータ310に供給される直流電力の電圧値などを検出する。

[0015] インバータ310は、コンデンサ210の両端に接続される電力変換器で

ある。インバータ310は、スイッチング素子311a~311f、および還流ダイオード312a~312fを有する。インバータ310は、制御部400の制御によってスイッチング素子311a~311fをオンオフし、コンバータ130およびコンデンサ210から出力される電力を所望の振幅および位相を有する第2の交流電力に変換、すなわち第2の交流電力を生成して、モータ314に出力する。スイッチング素子311a~311fは、例えば、IGBT、MOSFET、バイポーラトランジスタなどであるが、これらに限定されない。インバータ310の回路構成は、フルブリッジ回路、単相ブリッジ回路、ハーフブリッジ回路など、特に問わない。また、本実施の形態において、インバータ310は、スイッチング素子311a~311fのスイッチング波形の波形形状を変更可能な波形形状変更部340を備える。波形形状変更部340は、スイッチング素子311a~311fのスイッチング波形の波形形状として、2以上の波形形状を出力可能である。図1の例では、波形形状変更部340は、スイッチング素子311a~311fのスイッチング波形の波形形状を変更可能な構成としているが、スイッチング素子311a~311fのうち少なくとも1つのスイッチング素子のスイッチング波形の波形形状を変更可能とする。また、インバータ310は、スイッチング素子311a~311fごとに波形形状変更部340を備える構成であってもよい。波形形状変更部340の詳細な動作については後述する。

[0016] 運転状態検出部503は、空気調和機2の運転状態を検出する。運転状態検出部503は、例えば、インバータ310から負荷であるモータ314に供給される第2の交流電力の電圧値、インバータ310から負荷であるモータ314に供給される第2の交流電力の電流値などを検出する。運転状態検出部504は、空気調和機2の運転状態を検出する。運転状態検出部504は、例えば、コンデンサ210からインバータ310に供給される直流電力の電流値などを検出する。運転状態検出部505は、空気調和機2の運転状態を検出する。運転状態検出部505は、例えば、スイッチング素子311

b, 311d, 311fに流れる電流などを検出する。

[0017] 制御部400は、運転状態検出部501～505から、運転状態検出部501～505で検出された運転状態を取得し、取得した運転状態に基づいて、コンバータ130およびインバータ310の動作を制御、具体的には、コンバータ130のスイッチング素子136のオンオフを制御し、インバータ310のスイッチング素子311a～311fのオンオフを制御する。制御部400は、基本パルス生成部410と、波形形状制御信号出力部420と、を備える。

[0018] 基本パルス生成部410は、運転状態検出部501～505で検出された運転状態に応じたデューティ比を有し、コンバータ130のスイッチング素子136の動作を制御するための基本パルスを生成する。また、基本パルス生成部410は、運転状態検出部501～505で検出された運転状態に応じたデューティ比を有し、インバータ310のスイッチング素子311a～311fの動作を制御するための基本パルスを生成する。基本パルスは、例えば、運転状態検出部501～505で検出された運転状態に応じたデューティ比を有するPWM (Pulse Width Modulation) 信号である。基本パルス生成部410は、コンバータ130のスイッチング素子136の動作を制御するための基本パルスをコンバータ130に出力し、インバータ310のスイッチング素子311a～311fの動作を制御するための基本パルスを波形形状制御信号出力部420に出力する。

[0019] 波形形状制御信号出力部420は、運転状態検出部501～505で検出された運転状態に応じて、インバータ310の波形形状変更部340でスイッチング素子311a～311fのスイッチング波形を変更する際のスイッチング素子311a～311fのスイッチング波形の波形形状を設定し、設定した波形形状を示す制御信号を出力する。具体的には、波形形状制御信号出力部420は、基本パルス生成部410で生成されたインバータ310のスイッチング素子311a～311fの動作を制御するための基本パルスに基づいてスイッチング素子311a～311fをオンオフする際、インバー

タ 3 1 0 の波形形状変更部 3 4 0 が実際にスイッチング素子 3 1 1 a ~ 3 1 1 f を駆動するためにスイッチング素子 3 1 1 a ~ 3 1 1 f に出力する駆動信号の大きさ、および駆動信号を出力するタイミングを制御する。波形形状制御信号出力部 4 2 0 は、波形形状変更部 3 4 0 の動作を制御するための制御信号を波形形状変更部 3 4 0 に出力する。制御部 4 0 0 は、インバータ 3 1 0 がスイッチング素子 3 1 1 a ~ 3 1 1 f ごとに波形形状変更部 3 4 0 を備える、すなわち 6 個の波形形状変更部 3 4 0 を備える場合、波形形状変更部 3 4 0 ごとに波形形状制御信号出力部 4 2 0 を備える、すなわち 6 個の波形形状制御信号出力部 4 2 0 を備える構成であってもよい。

[0020] なお、制御部 4 0 0 は、図 1 の例では、運転状態検出部 5 0 1 ~ 5 0 5 から、運転状態検出部 5 0 1 ~ 5 0 5 で検出された運転状態を取得し、取得した運転状態に基づいて、コンバータ 1 3 0 およびインバータ 3 1 0 の動作を制御していたが、これに限定されない。制御部 4 0 0 は、運転状態検出部 5 0 1 ~ 5 0 5 のうち少なくとも 1 つの運転状態検出部から取得した運転状態に基づいて、コンバータ 1 3 0 およびインバータ 3 1 0 の動作を制御することが可能である。電力変換装置 1 において、運転状態検出部 5 0 1 ~ 5 0 5 は、前述の例では、電力変換装置 1 の各構成に入力される電圧または電流、電力変換装置 1 の各構成から出力される電圧または電流などを運転状態として検出していたが、検出対象はこれらに限定されない。また、運転状態検出部 5 0 1 ~ 5 0 5 の設置位置は図 1 の例に限定されない。電力変換装置 1 は、運転状態検出部 5 0 1 ~ 5 0 5 を図 1 の通り全て配置する必要は無い。電力変換装置 1 は、図示されている以外の位置でも運転状態が検出できれば運転状態検出部をどこに備えていてもよい。電力変換装置 1 は、電力変換装置 1、モータ 3 1 4 などで発生するノイズ、電力変換装置 1、モータ 3 1 4 などで発生する損失、電力変換装置 1、モータ 3 1 4 などが備える各構成の温度などを運転状態とし、これらの運転状態を検出可能な位置に運転状態検出部を備えていてもよい。また、制御部 4 0 0 は、空気調和機 2 の運転状態として、ユーザなどが使用する図示しないリモートコントローラなどから取得

する空気調和機 2 に対する設定温度、空気調和機 2 に対する暖房、冷房などの運転モードなどの情報を利用することが可能である。

[0021] また、制御部 400 は、基本パルス生成部 410 および波形形状制御信号出力部 420 がともに運転状態検出部 501～505 から取得した運転状態に基づいて動作をしていることから、基本パルス生成部 410 および波形形状制御信号出力部 420 の機能をまとめて 1 つの構成としてもよい。

[0022] モータ 314 は、電力変換装置 1 に接続される負荷である。モータ 314 は、例えば、圧縮機駆動用の圧縮機モータである。モータ 314 は、インバータ 310 から供給される第 2 の交流電力の振幅および位相に応じて回転し、圧縮動作を行う。例えば、圧縮機が空気調和機 2 で使用される密閉型圧縮機の場合、圧縮機を駆動するモータ 314 の負荷トルクは定トルク負荷とみなせる場合が多い。モータ 314 は、図示しないモータ巻線について、Y 結線であってもよいし、 Δ 結線であってもよいし、Y 結線と Δ 結線とが切り替え可能な仕様であってもよい。また、電力変換装置 1 すなわちインバータ 310 に接続される負荷は、圧縮機駆動用のモータ 314 に限定されず、空気調和機 2 で使用されるファンモータなどであってもよい。すなわち、モータ 314 は、圧縮機モータ、ファンモータなどである。

[0023] 本実施の形態において、電力変換装置 1 は、波形形状制御信号出力部 420 および波形形状変更部 340 によって、インバータ 310 のスイッチング素子 311a～311f のスイッチング波形の波形形状を変更することができる。具体的には、電力変換装置 1 は、インバータ 310 のスイッチング素子 311a～311f のスイッチング速度、遅延時間などを変更することができる。

[0024] 図 2 は、実施の形態 1 に係る空気調和機 2 の電力変換装置 1 においてインバータ 310 のスイッチング素子 311a～311f のスイッチング速度を遅くしたときのターンオンジュール損失、ターンオン電流、およびターンオン電圧の例を示す図である。図 3 は、実施の形態 1 に係る空気調和機 2 の電力変換装置 1 においてインバータ 310 のスイッチング素子 311a～311

1 f のスイッチング速度を速くしたときのターンオンジュール損失、ターンオン電流、およびターンオン電圧の例を示す図である。図 2 および図 3 において、A はターンオンジュール損失を示し、B はターンオン電流を示し、C はターンオン電圧を示している。図 2 および図 3 において、横軸は時間を示している。例えば、ターンオン電流はスイッチング素子 3 1 1 a に流れる電流であり、ターンオン電圧はスイッチング素子 3 1 1 a の両端にかかる電圧であり、ターンオンジュール損失はターンオン電流とターンオン電圧とを乗算したものであるが、測定対象はスイッチング素子 3 1 1 a に限定されず、他のスイッチング素子 3 1 1 b ~ 3 1 1 f でもよい。なお、図 2 および図 3 は、インバータ 3 1 0 のスイッチング素子 3 1 1 a ~ 3 1 1 f のスイッチング速度による各特性の違いを示すものであり、スイッチング速度の「遅い」および「速い」の具体的な数値は特に問わない。図 2 および図 3 に示すように、スイッチング速度を遅くすることで、B のターンオン電流のピーク値で示されるノイズは小さくなるが、A のターンオンジュール損失の面積で示される損失は大きくなる。また、図 2 および図 3 に示すように、スイッチング速度を速くすることで、B のターンオン電流のピーク値で示されるノイズは大きくなるが、A のターンオンジュール損失の面積で示される損失は小さくなる。すなわち、スイッチング素子 3 1 1 a ~ 3 1 1 f において、発生するノイズおよび損失はトレードオフの関係にある。

[0025] 電力変換装置 1 では、波形形状変更部 3 4 0 を、デジタルゲートドライバによって構成する。或いは、電力変換装置 1 では、インバータ 3 1 0 のスイッチング素子 3 1 1 a ~ 3 1 1 f および波形形状変更部 3 4 0 を、デジタルゲートドライバモジュールによって構成する。これにより、電力変換装置 1 は、ハードウェアを変更することなく、ソフトウェアの指令値を変更することで、インバータ 3 1 0 のスイッチング素子 3 1 1 a ~ 3 1 1 f のスイッチング速度を変更することができ、スイッチング素子 3 1 1 a ~ 3 1 1 f で発生するノイズおよび損失を所望の状態に制御することができる。

[0026] 図 4 は、一般的なスイッチング素子で発生するノイズおよび損失の関係の

例を示す図である。前述のように、スイッチング素子で発生するノイズおよび損失はトレードオフの関係にある。そのため、一般的なスイッチング素子は、図4に示すように、スイッチング速度を速くすることでノイズは大きくなるが損失は小さくなり、スイッチング速度を遅くすることでノイズは小さくなるが損失は大きくなる。

[0027] 図5は、実施の形態1に係る空気調和機2の電力変換装置1においてインバータ310のスイッチング素子311a~311fのスイッチング速度を変更することによって得られる効果を示す第1の図である。電力変換装置1は、電力変換装置1が搭載される製品、すなわち空気調和機2で規定されているノイズの範囲内で運転していても、モータ314の負荷状態が軽負荷から重負荷に変化すると、図5に示すようにスイッチング素子311a~311fで発生するノイズおよび損失の特性を示すカーブは右上の方に推移し、結果的にノイズが増えることになる。すなわち、電力変換装置1では、負荷が重くなるほど、ノイズが増加する。そのため、電力変換装置1は、スイッチング素子311a~311fのスイッチング速度を遅くすることで、スイッチング素子311a~311fで発生するノイズを小さくすることができる。

[0028] モータ314の負荷状態が軽負荷から重負荷に変化した場合、波形形状制御信号出力部420は、スイッチング素子311a~311fで発生するノイズが規定された要件を満たすように、スイッチング素子311a~311fのスイッチング波形の波形形状を変更する。波形形状制御信号出力部420は、運転状態が規定された負荷未満の軽負荷運転の場合、損失を抑制するようにスイッチング素子311aのスイッチング波形の波形形状を変更し、運転状態が規定された負荷以上の重負荷運転の場合、ノイズを抑制するようにスイッチング素子311aのスイッチング波形の波形形状を変更する。

[0029] 図6は、実施の形態1に係る空気調和機2の電力変換装置1においてインバータ310のスイッチング素子311a~311fのスイッチング速度を変更することによって得られる効果を示す第2の図である。電力変換装置1

、具体的には波形形状変更部340は、スイッチング素子311a~311fの1回のスイッチング動作において、例えば、ターンオン期間またはターンオフ期間を2以上の期間に分割し、分割した各期間においてスイッチング素子311a~311fに対するゲート電流またはゲート電圧の振幅を異なる大きさに変更する。電力変換装置1は、図6に示すようにスイッチング素子311a~311fのスイッチング波形を最適化することで、図4に示すような一般的なスイッチング素子では得られなかったスイッチング素子311a~311fで発生するノイズおよび損失の特性を得ることができる。

[0030] ここで、波形形状変更部340の構成について説明する。ここでは一例として、説明を簡単にするため、波形形状変更部340が1つのスイッチング素子311aのスイッチング波形の波形形状を変更可能な場合について説明する。図7は、実施の形態1に係る空気調和機2が備える電力変換装置1の波形形状変更部340の構成例を示す図である。図7は、波形形状変更部340およびスイッチング素子311aによって構成される1つのデジタルゲートドライバモジュールの構成例を示す図でもある。波形形状変更部340は、図1に示すように、スイッチング素子311aを含む電力変換器であるインバータ310に含まれる。波形形状変更部340は、ターンオン用としてn個のPチャネル型のMOSFETであるPMOS (P-channel Metal Oxide Semiconductor)、n個のPMOSを動作させるためのn個のPreDriver、ターンオフ用としてn個のNチャネル型のMOSFETであるNMOS (N-channel Metal Oxide Semiconductor)、およびn個のNMOSを動作させるためのn個のPreDriverを備える。

[0031] 波形形状変更部340は、制御電源V_{dd}およびグランドGNDに接続される。波形形状変更部340は、波形形状制御信号出力部420からの制御信号に基づいて動作させるPMOSまたはNMOSの数を変更することで、ターンオン期間およびターンオフ期間の各期間において、スイッチング素子311aに出力する駆動信号であるゲート電流I_gの振幅値をn通りに変更し

、スイッチング素子311aのスイッチング速度を調整することができる。波形形状変更部340は、動作させるPMOSまたはNMOSの数を多くするほど、スイッチング素子311aに出力するゲート電流 I_G の絶対値を大きくすることができる、スイッチング素子311aのスイッチング速度を速くすることができる。また、波形形状変更部340は、内部に備えるPMOSおよびNMOSの数が多いほど、より細かなスイッチング素子311aのスイッチング速度の調整が可能になり、ゲート電流 I_G の増減の応答が速いほど1回のスイッチング期間で細かなゲート電流 I_G の調整が可能である。波形形状制御信号出力部420からの制御信号については、波形形状変更部340で動作させるPMOSまたはNMOSの数を変更することができればよいので、アナログ信号でもよいし、デジタル信号でもよい。また、図7の例では、波形形状制御信号出力部420から波形形状変更部340への制御信号が並列でm本あることを示しているが、一例であり、制御信号の数はm本に限定されない。制御信号の数は、各PMOSおよび各NMOSの動作の可否を示すことが可能な数であってもよいし、アナログ信号で電圧などを示すものであれば1つにすることも可能である。

[0032] 図8は、実施の形態1に係る空気調和機2が備える電力変換装置1において波形形状変更部340が出力するゲート電流 I_G およびスイッチング素子311aの立ち上がりの速度を示すゲート電圧 V_G の関係を示す第1の図である。図9は、実施の形態1に係る空気調和機2が備える電力変換装置1において波形形状変更部340が出力するゲート電流 I_G およびスイッチング素子311aの立ち上がりの速度を示すゲート電圧 V_G の関係を示す第2の図である。波形形状変更部340は、図8および図9に示すように、出力するゲート電流 I_G を大きくするほど、ゲート電圧 V_G の立ち上がりを速くする、すなわちスイッチング素子311aのスイッチング速度を速くすることができる。また、波形形状変更部340は、図8および図9に示すように、出力するゲート電流 I_G を小さくするほど、ゲート電圧 V_G の立ち上がりを遅くする、すなわちスイッチング素子311aのスイッチング速度を遅くすることができる。

る。これにより、電力変換装置 1 は、図 5 に示すように、スイッチング素子 311a で発生するノイズを小さくしたいときは出力するゲート電流 I_G を小さくしてスイッチング速度を遅くし、スイッチング素子 311a で発生する損失を小さくしたいときは出力するゲート電流 I_G を大きくしてスイッチング速度を速くすることができる。なお、図 8 および図 9 に示すゲート電流 I_G およびゲート電圧 V_G の波形は理想的な例であって、図 2 および図 3 に示すように、実際には、ゲート電流 I_G が一定の電流値になるまでには時間が掛かることになる。

[0033] 図 10 は、実施の形態 1 に係る空気調和機 2 が備える電力変換装置 1 において波形形状変更部 340 が出力するゲート電流 I_G およびスイッチング素子 311a の立ち上がりの速度を示すゲート電圧 V_G の関係を示す第 3 の図である。波形形状変更部 340 は、図 10 に示すように、ターンオン期間を分割し、各期間でゲート電流 I_G の大きさを変更することができる。すなわち、波形形状変更部 340 は、1 回のターンオン期間において、ゲート電流 I_G の大きさを細かく調整することができる。これにより、電力変換装置 1 は、ターンオン期間中同じゲート電流 I_G を出力する場合と比較して、図 6 に示すように、スイッチング素子 311a で発生するノイズを小さくしつつ、スイッチング素子 311a で発生する損失を小さくするような制御を行うことができる。

[0034] 図 8 から図 10 を用いてスイッチング素子 311a のターンオン期間を例にして説明したが、スイッチング素子 311a のターンオフ期間についても同様である。図 11 は、実施の形態 1 に係る空気調和機 2 が備える電力変換装置 1 において基本パルス生成部 410 が出力する基本パルスおよび波形形状変更部 340 が出力するゲート電流 I_G の関係の例を示す図である。図 11 において、 $|I_{g2}| > |I_{g1}|$ とする。波形形状変更部 340 は、スイッチング素子 311a のターンオン期間においてゲート電流 I_G を出力する期間を分割し、最初に振幅の大きい電流 I_{g2} のゲート電流 I_G を出力してから次に振幅の小さい電流 I_{g1} のゲート電流 I_G を出力してもよいし、最初に振

幅の小さい電流 I_{g1} のゲート電流 I_G を出力してから次に振幅の大きい電流 I_{g2} のゲート電流 I_G を出力してもよい。同様に、波形形状変更部 340 は、スイッチング素子 311a のターンオフ期間においてゲート電流 I_G を出力する期間を分割し、最初に振幅の大きい電流 I_{g2} のゲート電流 I_G を出力してから次に振幅の小さい電流 I_{g1} のゲート電流 I_G を出力してもよいし、最初に振幅の小さい電流 I_{g1} のゲート電流 I_G を出力してから次に振幅の大きい電流 I_{g2} のゲート電流 I_G を出力してもよい。

[0035] このように、波形形状変更部 340 は、波形形状制御信号出力部 420 から出力される制御信号に基づいて、スイッチング素子 311a のスイッチング波形の波形形状について、スイッチング素子 311a のターンオン期間およびターンオフ期間のうち少なくとも 1 つの期間を 2 以上に分割し、分割した各期間においてスイッチング素子 311a に対するゲート電流 I_G の振幅を異なる大きさに変更可能である。また、波形形状変更部 340 は、複数のトランジスタを備え、波形形状制御信号出力部 420 から出力される制御信号に基づいて動作させるトランジスタの数を変更することで、ゲート電流 I_G の振幅を変更することができる。これにより、空気調和機 2 は、スイッチング素子 311a で発生するノイズおよび損失を運転状態に応じて変更可能である。

[0036] また、波形形状変更部 340 は、スイッチング素子 311a のスイッチング周期ごとにゲート電流 I_G の出力パターンを変更することができる。波形形状変更部 340 は、電力変換装置 1 の動作中において、スイッチング素子 311a のスイッチング周期ごとに異なる波形形状のスイッチング波形に変更可能である。例えば、波形形状変更部 340 は、空気調和機 2 が備えるモータ 314 である圧縮機モータ、ファンモータなどのうち少なくとも 1 つが回転中に、スイッチング素子 311a のスイッチング波形の波形形状を変更する。この場合、波形形状制御信号出力部 420 は、スイッチング素子 311a のスイッチング周期と同じ周期で、スイッチング素子 311a のスイッチング波形の波形形状を変更することができる。波形形状制御信号出力部 42

0は、スイッチング素子311aのスイッチング周期の正の整数倍の周期で、スイッチング素子311aのスイッチング波形の波形形状を変更してもよい。

[0037] なお、波形形状変更部340の構成について、図7に示す波形形状変更部340の構成は一例であって、これに限定されない。このように、波形形状変更部340は、複数のMOS (Metal Oxide Semiconductor) によるデジタル制御によって、特許文献1に記載したようなゲート抵抗を物理的に切り替えるようなアナログ制御の場合と比較して、スイッチング素子311aのスイッチング速度をより細かに調整することができる。また、波形形状変更部340は、内部で使用するトランジスタについて、MOS以外のトランジスタを使用してもよい。

[0038] また、波形形状変更部340は、上記の例では取得した制御信号に応じて動作させるPMOSまたはNMOSの数を変更し、動作させるPMOSまたはNMOSの数に応じたゲート電流 I_G をスイッチング素子311aに出力していたが、これに限定されない。波形形状変更部340は、制御信号に応じたゲート電流 I_G の出力パターンすなわち波形形状を予め記憶しておき、取得した制御信号に応じた出力パターンすなわち波形形状でゲート電流 I_G を出力してもよい。また、波形形状変更部340は、過去に取得した制御信号および過去に取得した制御信号のときのゲート電流 I_G の出力パターンすなわち波形形状を記憶しておき、同じ制御信号を取得した際に記憶していた出力パターンすなわち波形形状でゲート電流 I_G を出力してもよい。波形形状変更部340は、制御信号に応じたゲート電流 I_G の出力パターンすなわち波形形状を記憶しておくことで、ゲート電流 I_G を出力する際の処理負荷を低減することができる。

[0039] また、波形形状変更部340は、図7の例では、スイッチング素子311aに出力する駆動信号としてゲート電流 I_G を変更することでスイッチング素子311aのスイッチング速度を調整し、スイッチング素子311aのスイッチング波形の波形形状を変更していたがこれに限定されない。波形形状変

更部340は、スイッチング素子311aに出力する駆動信号をゲート電圧 V_G とし、ゲート電圧 V_G を変更することで、同様にスイッチング素子311aのスイッチング速度を調整し、スイッチング素子311aのスイッチング波形の波形形状を変更することができる。

[0040] このように、波形形状変更部340は、波形形状制御信号出力部420から出力される制御信号に基づいて、スイッチング素子311aのスイッチング波形の波形形状について、スイッチング素子311aのターンオン期間およびターンオフ期間のうち少なくとも1つの期間を2以上に分割し、分割した各期間においてスイッチング素子311aに対するゲート電圧 V_G の振幅を異なる大きさに変更可能である。また、波形形状変更部340は、複数のトランジスタを備え、波形形状制御信号出力部420から出力される制御信号に基づいて動作させるトランジスタの数を変更することで、ゲート電圧 V_G の振幅を変更することができる。これにより、空気調和機2は、スイッチング素子311aで発生するノイズおよび損失を運転状態に応じて変更可能である。

[0041] 図12は、実施の形態1に係る空気調和機2が備える電力変換装置1においてスイッチング素子311a~311fのスイッチング波形の波形形状を変更する動作を示すフローチャートである。電力変換装置1において、基本パルス生成部410は、運転状態検出部501~505から取得した運転状態に基づいて、インバータ310のスイッチング素子311a~311fを駆動するための基本パルスを生成する（ステップS1）。このように、制御部400において、基本パルス生成部410は、運転状態検出部501~505から取得した運転状態に基づいて、基本パルスを生成し、スイッチング素子311a~311fをターンオンするタイミングおよびターンオフするタイミングを決定する。基本パルス生成部410は、生成した基本パルスを波形形状制御信号出力部420に出力する。

[0042] 波形形状制御信号出力部420は、基本パルス生成部410から取得した基本パルス、および運転状態検出部501~505から取得した運転状態に

基づいて、インバータ310のスイッチング素子311a~311fのスイッチング波形の波形形状を変更するための波形形状を設定する。このように、制御部400において、波形形状制御信号出力部420は、運転状態検出部501~505から取得した運転状態に基づいて、基本パルス生成部410で決定されたスイッチング素子311a~311fをターンオンするタイミングおよびターンオフするタイミングにおけるスイッチング波形の波形形状を設定する。波形形状制御信号出力部420は、波形形状変更部340に対して、設定した波形形状に応じて駆動信号の大きさおよび出力タイミングを変更可能な制御信号を出力する（ステップS2）。

[0043] 波形形状変更部340は、インバータ310のスイッチング素子311a~311fに出力するゲート電流 I_G の波形形状、すなわちスイッチング素子311a~311fのスイッチング波形の波形形状を、波形形状制御信号出力部420から取得した制御信号に基づいて変更する（ステップS3）。波形形状変更部340は、波形形状変更後のゲート電流 I_G をインバータ310のスイッチング素子311a~311fに出力する。

[0044] つづいて、電力変換装置1が備える制御部400のハードウェア構成について説明する。図13は、実施の形態1に係る空気調和機2の電力変換装置1が備える制御部400を実現するハードウェア構成の一例を示す図である。制御部400は、プロセッサ91およびメモリ92により実現される。

[0045] プロセッサ91は、CPU (Central Processing Unit、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、プロセッサ、DSP (Digital Signal Processor) ともいう)、またはシステムLSI (Large Scale Integration) である。メモリ92は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリー、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (登録商標) (Electrically Erasable Prog

rammable Read Only Memory) といった不揮発性または揮発性の半導体メモリを例示できる。またメモリ92は、これらに限定されず、磁気ディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、またはDVD (Digital Versatile Disc) でもよい。

[0046] 以上説明したように、本実施の形態によれば、空気調和機2の電力変換装置1において、制御部400の波形形状制御信号出力部420は、運転状態検出部501~505で検出された運転状態に応じて、インバータ310の波形形状変更部340でスイッチング素子311a~311fのスイッチング波形を変更する際の制御信号を出力する。インバータ310の波形形状変更部340は、波形形状制御信号出力部420から出力される制御信号に基づいて、スイッチング素子311a~311fに出力するゲート電流 I_G またはゲート電圧 V_G を変更することで、スイッチング素子311a~311fのスイッチング波形の波形形状を変更する。これにより、空気調和機2は、運転状態に応じてノイズおよび損失の発生を制御できる。また、空気調和機2は、回路規模の増大を抑制しつつ、スイッチング素子311a~311fのスイッチング速度を変更することができる。空気調和機2は、1回のスイッチング期間においてスイッチング素子311a~311fに出力するゲート電流 I_G またはゲート電圧 V_G を細かく調整することで、特許文献1などの方式では実現できなかったスイッチング素子311a~311fのスイッチング波形の波形形状を実現することができる。

[0047] 実施の形態2.

実施の形態1では、空気調和機2の電力変換装置1において、インバータ310のスイッチング素子311a~311fのスイッチング波形の波形形状を変更する場合について説明した。実施の形態2では、空気調和機2の電力変換装置1において、コンバータ130のスイッチング素子136のスイッチング波形の波形形状を変更する場合について説明する。

[0048] 図14は、実施の形態2に係る空気調和機2の構成例を示す図である。空

気調和機 2 は、電力変換装置 1 と、モータ 3 1 4 と、を備える。電力変換装置 1 は、商用電源 1 1 0 およびモータ 3 1 4 に接続される。電力変換装置 1 は、商用電源 1 1 0 から供給される電源電圧 V_s の第 1 の交流電力を所望の振幅および位相を有する第 2 の交流電力に変換し、モータ 3 1 4 に供給する。電力変換装置 1 は、運転状態検出部 5 0 1 と、コンバータ 1 3 0 と、コンデンサ 2 1 0 と、運転状態検出部 5 0 2 と、インバータ 3 1 0 と、運転状態検出部 5 0 3 と、運転状態検出部 5 0 4 と、運転状態検出部 5 0 5 と、制御部 4 0 0 と、を備える。

[0049] 図 1 4 に示す実施の形態 2 の電力変換装置 1 は、図 1 に示す実施の形態 1 の電力変換装置 1 に対して、インバータ 3 1 0 から波形形状変更部 3 4 0 を削除して駆動回路 3 5 0 を追加し、コンバータ 1 3 0 から駆動回路 1 5 0 を削除して波形形状変更部 1 4 0 を追加したものである。また、図 1 4 に示す実施の形態 2 の電力変換装置 1 は、図 1 に示す実施の形態 1 の電力変換装置 1 に対して、基本パルス生成部 4 1 0 および波形形状制御信号出力部 4 2 0 の出力先を変更している。具体的には、基本パルス生成部 4 1 0 は、コンバータ 1 3 0 のスイッチング素子 1 3 6 の動作を制御するための基本パルスを波形形状制御信号出力部 4 2 0 に出力し、インバータ 3 1 0 のスイッチング素子 3 1 1 a ~ 3 1 1 f の動作を制御するための基本パルスをインバータ 3 1 0 に出力する。また、波形形状制御信号出力部 4 2 0 は、波形形状変更部 1 4 0 の動作を制御するための制御信号を波形形状変更部 1 4 0 に出力する。

[0050] インバータ 3 1 0 において、駆動回路 3 5 0 は、制御部 4 0 0 の基本パルス生成部 4 1 0 で生成された基本パルスに基づいて、実際にスイッチング素子 3 1 1 a ~ 3 1 1 f を駆動するための駆動信号を生成する。

[0051] 本実施の形態において、波形形状制御信号出力部 4 2 0 は、運転状態検出部 5 0 1 ~ 5 0 5 で検出された運転状態に応じて、コンバータ 1 3 0 の波形形状変更部 1 4 0 でスイッチング素子 1 3 6 のスイッチング波形を変更する際のスイッチング素子 1 3 6 のスイッチング波形の波形形状を設定し、設定

した波形形状を示す制御信号を出力する。具体的には、波形形状制御信号出力部420は、基本パルス生成部410で生成されたコンバータ130のスイッチング素子136の動作を制御するための基本パルスに基づいてスイッチング素子136をオンオフする際、コンバータ130の波形形状変更部140が実際にスイッチング素子136を駆動するためにスイッチング素子136に出力する駆動信号の大きさ、および駆動信号を出力するタイミングを制御する。波形形状制御信号出力部420は、波形形状変更部140の動作を制御するための制御信号を波形形状変更部140に出力する。

[0052] 波形形状変更部140は、スイッチング素子136のスイッチング波形の波形形状を変更可能である。波形形状変更部140は、スイッチング素子136のスイッチング波形の波形形状として、2以上の波形形状を出力可能である。また、波形形状変更部140は、図14に示すように、スイッチング素子136を含む電力変換器であるコンバータ130に含まれる。波形形状変更部140の構成は、図7に示す実施の形態1の波形形状変更部340の構成と同様である。すなわち、波形形状変更部140およびスイッチング素子136は、1つのデジタルゲートドライバモジュールによって構成される。また、波形形状変更部140は、波形形状変更部340と同様、駆動信号として、スイッチング素子136に出力するゲート電流 I_G ではなく、スイッチング素子136に出力するゲート電圧 V_G を調整してもよい。

[0053] このように、波形形状変更部140は、波形形状制御信号出力部420から出力される制御信号に基づいて、スイッチング素子136のスイッチング波形の波形形状について、スイッチング素子136のターンオン期間およびターンオフ期間のうち少なくとも1つの期間を2以上に分割し、分割した各期間においてスイッチング素子136に対するゲート電流 I_G またはゲート電圧 V_G の振幅を異なる大きさに変更可能である。また、波形形状変更部140は、複数のトランジスタを備え、波形形状制御信号出力部420から出力される制御信号に基づいて動作させるトランジスタの数を変更することで、ゲート電流 I_G またはゲート電圧 V_G の振幅を変更することができる。これによ

り、電力変換装置 1 は、実施の形態 1 と同様の動作を行うことによって、波形形状制御信号出力部 420 および波形形状変更部 140 によって、コンバータ 130 のスイッチング素子 136 のスイッチング波形の波形形状を変更することができる。また、空気調和機 2 は、スイッチング素子 136 で発生するノイズおよび損失を運転状態に応じて変更可能である。

[0054] 以上説明したように、本実施の形態によれば、空気調和機 2 の電力変換装置 1 において、制御部 400 の波形形状制御信号出力部 420 は、運転状態検出部 501～505 で検出された運転状態に応じて、コンバータ 130 の波形形状変更部 140 でスイッチング素子 136 のスイッチング波形を変更する際の制御信号を出力する。コンバータ 130 の波形形状変更部 140 は、波形形状制御信号出力部 420 から出力される制御信号に基づいて、スイッチング素子 136 に出力するゲート電流 I_G またはゲート電圧 V_G を変更することで、スイッチング素子 136 のスイッチング波形の波形形状を変更する。波形形状変更部 140 は、実施の形態 1 の波形形状変更部 340 がスイッチング素子 311a のスイッチング波形の波形形状を変更するのと同じように、スイッチング素子 136 のスイッチング波形の波形形状を変更することができる。これにより、空気調和機 2 は、運転状態に応じてノイズおよび損失の発生を制御できる。また、空気調和機 2 は、回路規模の増大を抑制しつつ、スイッチング素子 136 のスイッチング速度を変更することができる。空気調和機 2 は、1 回のスイッチング期間においてスイッチング素子 136 に出力するゲート電流 I_G またはゲート電圧 V_G を細かく調整することで、特許文献 1 などの方式では実現できなかったスイッチング素子 136 のスイッチング波形の波形形状を実現することができる。

[0055] なお、本実施の形態において、スイッチング素子の波形形状を変更する対象となるコンバータ 130 の構成は、図 14 の例に限定されない。図 15 は、実施の形態 2 に係る空気調和機 2 の電力変換装置 1 が備えるコンバータ 130 の整流部分を示す第 1 の図である。図 16 は、実施の形態 2 に係る空気調和機 2 の電力変換装置 1 が備えるコンバータ 130 の整流部分を示す第 2

の図である。図17は、実施の形態2に係る空気調和機2の電力変換装置1が備えるコンバータ130の整流部分を示す第3の図である。図15から図17では、図14との差異のみを示し、波形形状変更部140の記載を省略している。図15に示すように、コンバータ130が、リアクトル135、スイッチング素子136a~136d、および還流ダイオード137a~137dを備える構成において、波形形状変更部140は、スイッチング素子136a~136dのスイッチング波形の波形形状を変更してもよい。また、図16に示すように、コンバータ130が、リアクトル135、整流素子131~134、スイッチング素子136、還流ダイオード137、および整流素子131a~134aを備える構成において、波形形状変更部140は、スイッチング素子136のスイッチング波形の波形形状を変更してもよい。また、図17に示すように、接続される商用電源が三相交流電源の商用電源110aの場合であり、コンバータ130が、リアクトル135a~135c、整流素子131a~131c、スイッチング素子136a~136c、および還流ダイオード137a~137cを備える構成において、波形形状変更部140は、スイッチング素子136a~136cのスイッチング波形の波形形状を変更してもよい。

[0056] 実施の形態3.

実施の形態1では、空気調和機2の電力変換装置1において、インバータ310のスイッチング素子311a~311fのスイッチング波形の波形形状を変更する場合について説明した。実施の形態2では、空気調和機2の電力変換装置1において、コンバータ130のスイッチング素子136のスイッチング波形の波形形状を変更する場合について説明した。実施の形態3では、空気調和機2の電力変換装置1において、インバータ310のスイッチング素子311a~311fのスイッチング波形の波形形状を変更し、コンバータ130のスイッチング素子136のスイッチング波形の波形形状を変更する場合について説明する。

[0057] 図18は、実施の形態3に係る空気調和機2の構成例を示す図である。空

気調和機 2 は、電力変換装置 1 と、モータ 3 1 4 と、を備える。電力変換装置 1 は、商用電源 1 1 0 およびモータ 3 1 4 に接続される。電力変換装置 1 は、商用電源 1 1 0 から供給される電源電圧 V_s の第 1 の交流電力を所望の振幅および位相を有する第 2 の交流電力に変換し、モータ 3 1 4 に供給する。電力変換装置 1 は、運転状態検出部 5 0 1 と、コンバータ 1 3 0 と、コンデンサ 2 1 0 と、運転状態検出部 5 0 2 と、インバータ 3 1 0 と、運転状態検出部 5 0 3 と、運転状態検出部 5 0 4 と、運転状態検出部 5 0 5 と、制御部 4 0 0 と、を備える。

[0058] 図 1 8 に示す実施の形態 3 の電力変換装置 1 は、図 1 に示す実施の形態 1 の電力変換装置 1 に対して、コンバータ 1 3 0 から駆動回路 1 5 0 を削除して波形形状変更部 1 4 0 を追加したものである。また、図 1 8 に示す実施の形態 3 の電力変換装置 1 は、図 1 に示す実施の形態 1 の電力変換装置 1 に対して、基本パルス生成部 4 1 0 および波形形状制御信号出力部 4 2 0 の出力先を変更している。具体的には、基本パルス生成部 4 1 0 は、インバータ 3 1 0 のスイッチング素子 3 1 1 a ~ 3 1 1 f の動作を制御するための基本パルスを波形形状制御信号出力部 4 2 0 に出力し、コンバータ 1 3 0 のスイッチング素子 1 3 6 の動作を制御するための基本パルスを波形形状制御信号出力部 4 2 0 に出力する。また、波形形状制御信号出力部 4 2 0 は、波形形状変更部 3 4 0 の動作を制御するための制御信号を波形形状変更部 3 4 0 に出力し、波形形状変更部 1 4 0 の動作を制御するための制御信号を波形形状変更部 1 4 0 に出力する。

[0059] 本実施の形態において、波形形状制御信号出力部 4 2 0 は、実施の形態 1 で説明した動作とともに、実施の形態 2 で説明した動作を行う。また、本実施の形態において、波形形状変更部 3 4 0 は、実施の形態 1 で説明した動作と同様の動作を行い、波形形状変更部 1 4 0 は、実施の形態 2 で説明した動作と同様の動作を行う。これにより、電力変換装置 1 は、実施の形態 1 と同様の動作を行うことによって、波形形状制御信号出力部 4 2 0 および波形形状変更部 3 4 0 によって、インバータ 3 1 0 のスイッチング素子 3 1 1 a ~

311fのスイッチング波形の波形形状を変更することができる。また、電力変換装置1は、実施の形態2と同様の動作を行うことによって、波形形状制御信号出力部420および波形形状変更部140によって、コンバータ130のスイッチング素子136のスイッチング波形の波形形状を変更することができる。

[0060] なお、本実施の形態において、電力変換装置1は、波形形状変更部140, 340のうち、あるタイミングでは一方がスイッチング素子のスイッチング波形の波形形状を変更し、他方がスイッチング素子のスイッチング波形の波形形状を変更しないような制御を行うことも可能である。本実施の形態において、電力変換装置1の波形形状変更部140, 340がスイッチング素子のスイッチング波形を変更する対象のスイッチング素子は、電力変換装置1において電力変換を行う1以上の電力変換器のうち少なくとも1つの電力変換器に含まれる1以上のスイッチング素子である。

[0061] 以上説明したように、本実施の形態によれば、空気調和機2の電力変換装置1において、制御部400の波形形状制御信号出力部420は、運転状態検出部501～505で検出された運転状態に応じて、インバータ310の波形形状変更部340でスイッチング素子311a～311fのスイッチング波形を変更する際の制御信号を出力し、コンバータ130の波形形状変更部140でスイッチング素子136のスイッチング波形を変更する際の制御信号を出力する。インバータ310の波形形状変更部340は、波形形状制御信号出力部420から出力される制御信号に基づいて、スイッチング素子311a～311fに出力するゲート電流 I_g またはゲート電圧 V_g を変更することで、スイッチング素子311a～311fのスイッチング波形の波形形状を変更する。また、コンバータ130の波形形状変更部140は、波形形状制御信号出力部420から出力される制御信号に基づいて、スイッチング素子136に出力するゲート電流 I_g またはゲート電圧 V_g を変更することで、スイッチング素子136のスイッチング波形の波形形状を変更する。これにより、空気調和機2は、運転状態に応じてノイズおよび損失の発生を制

御できる。また、空気調和機 2 は、回路規模の増大を抑制しつつ、スイッチング素子 3 1 1 a ~ 3 1 1 f およびスイッチング素子 1 3 6 のスイッチング速度を変更することができる。空気調和機 2 は、1 回のスイッチング期間においてスイッチング素子 3 1 1 a ~ 3 1 1 f およびスイッチング素子 1 3 6 に出力するゲート電流 I_G またはゲート電圧 V_G を細かく調整することで、特許文献 1 などの方式では実現できなかったスイッチング素子 3 1 1 a ~ 3 1 1 f およびスイッチング素子 1 3 6 のスイッチング波形の波形形状を実現することができる。

[0062] 実施の形態 4.

実施の形態 1 から実施の形態 3 において、空気調和機 2 の電力変換装置 1 は、空気調和機 2 に搭載されるモータ 3 1 4 などの負荷状態に応じて、スイッチング素子 3 1 1 a ~ 3 1 1 f、およびスイッチング素子 1 3 6 のスイッチング波形の波形形状を変更していた。実施の形態 4 では、電力変換装置 1 の負荷状態を判定する方法について説明する。以下では、具体的に実施の形態 1 の電力変換装置 1 を例にして説明を行う。

[0063] 空気調和機 2 の運転状態は、動作状態によって大きく変化する。例えば、空気調和機 2 が空調制御対象とする室内において、ユーザの設定温度、すなわちユーザの所望温度と現在の室内温度との温度差が大きい場合、空気調和機 2 に搭載された電力変換装置 1 の負荷は大きくなる。一方、ユーザの所望温度と現在の室内温度との温度差が小さい場合、空気調和機 2 に搭載された電力変換装置 1 の負荷は小さくなる。

[0064] 電力変換装置 1 は、負荷状態について、電流値、例えば、運転状態検出部 5 0 1 ~ 5 0 5 の検出値によって各部に流れる電流、各部に掛かる電圧などを検出することができる。また、電力変換装置 1 は、負荷状態について、温度、例えば、空気調和機 2 が備える室内機の図示しない温度センサの検出値、室外機の図示しない温度センサの検出値などによって温度を検出することができる。なお、電力変換装置 1 は、インバータ 3 1 0 の基板周辺に温度センサを備えてインバータ 3 1 0 の基板周辺の温度を検出してもよいし、モ-

タ 3 1 4 の周辺に温度センサを備えてモータ 3 1 4 の周辺の温度を検出してもよい。また、電力変換装置 1 は、負荷状態について、運転速度、例えば、モータ 3 1 4 である圧縮機モータ、ファンモータなどの運転速度を、制御部 4 0 0 の制御の過程で生成される指令値、または制御部 4 0 0 の制御の過程で運転周波数から推定される推定値などから直接的、または間接的に検出することができる。このように、負荷状態は、インバータ 3 1 0、モータ 3 1 4 などを検出対象とした運転状態を検出する運転状態検出部 5 0 1 ~ 5 0 5 の検出値、制御部 4 0 0 の制御の過程で生成される指令値、および制御部 4 0 0 の制御の過程で推定される推定値のうち少なくとも 1 つによって得られる。

[0065] また、電力変換装置 1 は、空気調和機 2 の運転状態について、空気調和機 2 の空調条件に応じて判定することも可能である。空気調和機 2 の空調条件は、例えば、冷房中間条件、冷房定格条件、暖房中間条件、暖房定格条件などがある。

[0066] ユーザ操作によって空気調和機 2 が冷房動作モードに入った運転開始直後は、室内温度と設定された温度とが離れている状態である。圧縮機などに使用されるモータ 3 1 4 が高速回転で運転し、仕事量が多い状態である。このような状態が冷房定格条件と呼ばれる空調条件を表し、消費電力は高い、すなわち重負荷の状態にある。空気調和機 2 が冷房定格条件で十分に動作を行った時点では、室内温度と設定された温度とが近くなった状態である。圧縮機などに使用されるモータ 3 1 4 が低速回転に移行して運転し、仕事量が少ない状態となる。このような状態が冷房中間条件と呼ばれる空調条件を表し、消費電力は低い、すなわち低負荷の状態にある。

[0067] また、ユーザ操作によって空気調和機 2 が暖房動作モードに入った運転開始直後は、室内温度と設定された温度とが離れている状態である。圧縮機などに使用されるモータ 3 1 4 が高速回転で運転し、仕事量が多い状態である。このような状態が暖房定格条件と呼ばれる空調条件を表し、消費電力は高い、すなわち重負荷の状態にある。空気調和機 2 が暖房定格条件で十分に動

作を行った時点では、室内温度と設定された温度とが近くなった状態である。圧縮機などに使用されるモータ314が低速回転に移行して運転し、仕事量が少ない状態となる。このような状態が暖房中間条件と呼ばれる空調条件を表し、消費電力は低い、すなわち低負荷の状態にある。なお、空気調和機2の空調条件については、暖房定格条件時よりも外気温が低い環境での動作モードである、暖房低温条件と呼ばれる空調条件が存在する。暖房低温条件は、暖房定格条件よりも負荷が大きく、消費電力はさらに高い状態にある。

[0068] このように、波形形状制御信号出力部420は、空気調和機2の運転状態が冷房中間条件および暖房中間条件の場合は軽負荷運転とし、空気調和機2の運転状態が冷房定格条件、暖房定格条件、およびその他の空気温度条件の場合は重負荷運転とする。

[0069] また、波形形状制御信号出力部420は、外気温と空気調和機2の設定温度との差分が規定された閾値未満の場合は軽負荷運転とし、外気温と空気調和機2の設定温度との差分が規定された閾値以上の場合は重負荷運転としてもよい。

[0070] また、波形形状制御信号出力部420は、電力変換器であるインバータ310から出力される負荷電流および負荷電力のうち少なくとも1つが規定された閾値未満の場合は軽負荷運転とし、インバータ310から出力される負荷電流および負荷電力のうち少なくとも1つが規定された閾値以上の場合は重負荷運転としてもよい。

[0071] また、波形形状制御信号出力部420は、電力変換器であるインバータ310またはコンバータ130に入力される入力電流および入力電力のうち少なくとも1つが規定された閾値未満の場合は軽負荷運転とし、電力変換器であるインバータ310またはコンバータ130に入力される入力電流および入力電力のうち少なくとも1つが規定された閾値以上の場合は重負荷運転とする。

[0072] 実施の形態5.

実施の形態1から実施の形態4の電力変換装置1において、モータ314

のセンサレス制御として、適応オブザーバを適用する場合について説明する。具体的に、実施の形態1の電力変換装置1を例にして説明する。

[0073] 図19は、実施の形態5に係る空気調和機2の構成例を示す図である。空気調和機2は、電力変換装置1と、モータ314と、を備える。図19に示す実施の形態5の電力変換装置1は、図1に示す実施の形態1の電力変換装置1に対して、速度推定装置101を追加したものである。なお、図19において、電力変換装置1内のコンバータ130、インバータ310、および制御部400については記載を簡潔にしている。図20は、実施の形態5に係る空気調和機2の電力変換装置1が備える速度推定装置101の構成例を示す図である。速度推定装置101は、適応オブザーバの手法により、モータ314に印加される電圧ベクトルと電流ベクトルとを用いて、モータ314の回転速度を推定し、推定角速度 $\hat{\omega}_r$ として出力する。

[0074] 速度推定装置101は、電圧ベクトル、電流ベクトルおよび推定角速度 $\hat{\omega}_r$ に基づきモデル偏差 ε を演算するモデル偏差演算部11と、モデル偏差 ε に基づき実角速度の直流成分を含む低周波成分として第1の推定角速度 $\hat{\omega}_{r1}$ を演算する第1の角速度推定部21とを備える。また、速度推定装置101は、モデル偏差 ε に含まれる特定の高周波成分に基づき実角速度の高周波成分として第2の推定角速度 $\hat{\omega}_{r2}$ を演算する第2の角速度推定部22と、第1の推定角速度 $\hat{\omega}_{r1}$ に第2の推定角速度 $\hat{\omega}_{r2}$ を加算することにより推定角速度 $\hat{\omega}_r$ を演算する加算器23とを備える。速度推定装置101は、第2の角速度推定部22を備える点に特徴がある。速度推定装置101は、第1の推定角速度 $\hat{\omega}_{r1}$ と第2の推定角速度 $\hat{\omega}_{r2}$ との加算値を推定角速度 $\hat{\omega}_r$ としてモデル偏差演算部11にフィードバックする。

[0075] モデル偏差演算部11は、モータ314の電圧ベクトルと電流ベクトルと推定角速度 $\hat{\omega}_r$ とに基づき、推定磁束ベクトルおよび推定電流ベクトルを演算し出力する電流推定器12と、推定電流ベクトルから電流ベクトルを減算し、電流偏差ベクトルを演算し出力する減算器13と、電流偏差ベクトルを入力とし、推定磁束ベクトルの直交成分をスカラー量として抽出し、この値を

モデル偏差 ε として出力する偏差演算器 14 と、を備える。推定磁束ベクトルの直交成分をスカラー量として抽出する手法としては、電流偏差ベクトルを回転二軸上に座標変換する手法と、電流偏差ベクトルと推定磁束ベクトルとの外積値の大きさを演算する手法とが公知である。

[0076] 電流推定器 12 は、モータ 314 の状態方程式から電流と磁束とを推定する。ここではモータ 314 は一般的な埋込磁石型同期交流電動機であると仮定するが、埋込磁石型同期交流電動機以外のモータ 314 であっても、電流推定器 12 は状態方程式が立式できれば同様の方法で電流推定が可能である。埋込磁石型同期交流電動機以外のモータ 314 は、表面磁石型同期電動機、誘導電動機などを例示できる。また、本実施の形態では回転型モータに関して説明を行うが、直動型モータにも同様の技術が適用できる。その理由は、「直動型モータは回転子半径が無限大の回転型モータ」として解釈できるためである。

[0077] このように、空気調和機 2 は、モータ 314 のセンサレス制御として、適応オブザーバを適用することができる。

[0078] 実施の形態 6.

実施の形態 1 から実施の形態 3 の電力変換装置 1 において、平滑用のコンデンサ 210 の劣化を抑制しつつ、装置の大型化を抑制可能な制御を行う場合について説明する。具体的に、実施の形態 1 の電力変換装置 1 を例にして説明する。

[0079] 図 21 は、実施の形態 6 に係る空気調和機 2 の構成例を示す図である。空気調和機 2 は、電力変換装置 1 と、モータ 314 と、を備える。図 21 に示す実施の形態 6 の電力変換装置 1 の構成は、図 1 に示す実施の形態 1 の電力変換装置 1 と同様の構成である。コンバータ 130 は、整流素子 131~134 によって構成されるブリッジ回路を有し、商用電源 110 から供給される電源電圧 V_s の第 1 の交流電力を整流して出力する整流部である。

[0080] 本実施の形態において、制御部 400 は、整流部であるコンバータ 130 からコンデンサ 210 に流入する電力の脈動に応じた脈動を含む第 2 の交流

電力をインバータ310から負荷であるモータ314に出力するようにインバータ310の動作を制御する。コンデンサ210に流入する電力の脈動に応じた脈動とは、例えば、コンデンサ210に流入する電力の脈動の周波数などによって変動する脈動である。これにより、制御部400は、コンデンサ210に流れる電流を抑制する。なお、制御部400は、各検出部から取得した全ての検出値を用いなくてもよく、一部の検出値を用いて制御を行ってもよい。

[0081] 電力変換装置1が備える制御部400の動作について説明する。本実施の形態では、電力変換装置1において、インバータ310およびモータ314によって発生する負荷が一定の負荷とみなすことができ、コンデンサ210から出力される電流で見た場合、コンデンサ210に定電流負荷が接続されているものとして、以降の説明を行う。ここで、図21に示すように、コンバータ130から流れる電流を電流I1とし、インバータ310に流れる電流を電流I2とし、コンデンサ210から流れる電流を電流I3とする。電流I2は、電流I1と電流I3とを併せた電流となる。電流I3は、電流I2と電流I1との差分、すなわち電流I2－電流I1として表すことができる。電流I3は、コンデンサ210の放電方向を正方向とし、コンデンサ210の充電方向を負方向とする。すなわち、コンデンサ210には、電流が流入することもあり、電流が流出することもある。

[0082] 図22は、比較例として、コンデンサ210でコンバータ130から出力される電流を平滑化し、インバータ310に流れる電流I2を一定にした場合の各電流I1～I3およびコンデンサ210のコンデンサ電圧Vdcの例を示す図である。上から順に、電流I1、電流I2、電流I3、および電流I3に応じて発生するコンデンサ210のコンデンサ電圧Vdcを示している。電流I1、I2、I3の縦軸は電流値を示し、コンデンサ電圧Vdcの縦軸は電圧値を示している。横軸は全て時間tを示している。なお、電流I2、I3には、実際にはインバータ310のキャリア成分が重畳されるが、ここでは省略する。以降についても同様とする。図22に示すように、電力

変換装置 1 において、仮に、コンバータ 130 から流れる電流 I1 がコンデンサ 210 によって十分に平滑化された場合、インバータ 310 に流れる電流 I2 は一定の電流値となる。しかしながら、コンデンサ 210 には、大きな電流 I3 が流れ、劣化の要因となる。そのため、本実施の形態では、電力変換装置 1 において、制御部 400 は、コンデンサ 210 に流れる電流 I3 を低減するように、インバータ 310 に流れる電流 I2 を制御、すなわちインバータ 310 の動作を制御する。

[0083] 図 23 は、実施の形態 6 に係る空気調和機 2 が備える電力変換装置 1 の制御部 400 がインバータ 310 の動作を制御してコンデンサ 210 に流れる電流 I3 を低減したときの各電流 I1 ~ I3 およびコンデンサ 210 のコンデンサ電圧 Vdc の例を示す図である。上から順に、電流 I1、電流 I2、電流 I3、および電流 I3 に応じて発生するコンデンサ 210 のコンデンサ電圧 Vdc を示している。電流 I1、I2、I3 の縦軸は電流値を示し、コンデンサ電圧 Vdc の縦軸は電圧値を示している。横軸は全て時間 t を示している。電力変換装置 1 の制御部 400 は、図 23 に示すような電流 I2 がインバータ 310 に流れるようにインバータ 310 の動作を制御することによって、図 22 の例と比較して、コンバータ 130 からコンデンサ 210 に流れ込む電流の周波数成分を低減し、コンデンサ 210 に流れる電流 I3 を低減することができる。具体的には、制御部 400 は、電流 I1 の周波数成分を主成分とした脈動電流を含む電流 I2 がインバータ 310 に流れるようにインバータ 310 の動作を制御する。

[0084] このように、電力変換装置 1 において、制御部 400 は、運転状態検出部 501 ~ 505 で検出された運転状態に応じた脈動が電力変換器であるインバータ 310 からインバータ 310 に接続されるモータ 314 の駆動パターンに重畳されるようにインバータ 310 の動作を制御し、コンデンサ 210 の充放電電流を抑制する。これにより、空気調和機 2 は、平滑用のコンデンサ 210 の劣化を抑制することができる。

[0085] 実施の形態 7.

実施の形態 1 から実施の形態 3 の電力変換装置 1 において、交流電源である商用電源 110 を短絡する短絡部のスイッチング回数を負荷条件に対応して変化させる場合でも直流電圧の変動を抑制することが可能な制御を行う場合について説明する。具体的に、実施の形態 1 の電力変換装置 1 を例にして説明する。

[0086] 図 24 は、実施の形態 7 に係る空気調和機 2 の構成例を示す図である。空気調和機 2 は、電力変換装置 1 と、モータ 314 と、を備える。図 24 に示す実施の形態 7 の電力変換装置 1 は、図 1 に示す実施の形態 1 の電力変換装置 1 に対して、コンバータ 130 およびコンデンサ 210 を削除し、リアクトル 135、整流部 170、および短絡部 30 を追加したものである。整流部 170 は、4 つの整流素子 131 ~ 134 で構成された整流回路と、整流回路の出力端間に接続され整流回路から出力される全波整流波形の電圧を平滑化するコンデンサ 210 とから構成される。整流部 170 は、商用電源 110 から供給される第 1 の交流電力を整流して出力する。

[0087] 短絡部 30 は、リアクトル 135 を介して商用電源 110 を短絡する。短絡部 30 は、リアクトル 135 を介して商用電源 110 に並列に接続されたダイオードブリッジ 31 と、ダイオードブリッジ 31 の両出力端に接続された短絡素子 32 とから構成される。短絡素子 32 が金属酸化膜半導体電界効果トランジスタである場合、短絡素子 32 のゲートは制御部 400 に接続され、制御部 400 からの駆動信号によって短絡素子 32 がオンオフする構成である。短絡素子 32 がオンされたとき、リアクトル 135 およびダイオードブリッジ 31 を介して商用電源 110 が短絡する。

[0088] 制御部 400 は、短絡部 30 の短絡動作を制御する。制御部 400 は、短絡動作モードの電流オープンループ制御にて、短絡部 30 を電源半周期中に少なくとも 2 回以上短絡させるように短絡素子 32 のオンオフを制御する。制御部 400 は、負荷条件に基づいて商用電源 110 の半周期中において短絡部 30 を少なくとも 2 回以上短絡させる。これにより、空気調和機 2 は、商用電源 110 を短絡する短絡部 30 のスイッチング回数を負荷条件に対応

して変化させる場合でも、直流電圧の変動を抑制することができる。

[0089] 実施の形態 8.

図 25 は、実施の形態 8 に係る空気調和機 900 の構成例を示す図である。実施の形態 8 に係る空気調和機 900 は、実施の形態 1 で説明した空気調和機 2 の構成をより詳細に説明するためのものである。実施の形態 8 に係る空気調和機 900 は、実施の形態 2 から実施の形態 7 で説明した空気調和機 2 であってもよい。なお、図 25 において、実施の形態 1 と同様の機能を有する構成要素には、実施の形態 1 と同一の符号を付している。

[0090] 空気調和機 900 は、実施の形態 1 におけるモータ 314 を内蔵した圧縮機 315 と、四方弁 902 と、室内熱交換器 906 と、膨張弁 908 と、室外熱交換器 910 とが冷媒配管 912 を介して取り付けられている。

[0091] 圧縮機 315 の内部には、冷媒を圧縮する圧縮機構 904 と、圧縮機構 904 を動作させるモータ 314 とが設けられている。

[0092] 空気調和機 900 は、四方弁 902 の切替動作により暖房運転又は冷房運転をすることができる。圧縮機構 904 は、可変速制御されるモータ 314 によって駆動される。

[0093] 暖房運転時には、実線矢印で示すように、冷媒が圧縮機構 904 で加圧されて送り出され、四方弁 902、室内熱交換器 906、膨張弁 908、室外熱交換器 910 及び四方弁 902 を通って圧縮機構 904 に戻る。

[0094] 冷房運転時には、破線矢印で示すように、冷媒が圧縮機構 904 で加圧されて送り出され、四方弁 902、室外熱交換器 910、膨張弁 908、室内熱交換器 906 及び四方弁 902 を通って圧縮機構 904 に戻る。

[0095] 暖房運転時には、室内熱交換器 906 が凝縮器として作用して熱放出を行い、室外熱交換器 910 が蒸発器として作用して熱吸収を行う。冷房運転時には、室外熱交換器 910 が凝縮器として作用して熱放出を行い、室内熱交換器 906 が蒸発器として作用し、熱吸収を行う。膨張弁 908 は、冷媒を減圧して膨張させる。

[0096] ここで、空気調和機 900 が備える電力変換装置 1 において、インバータ

310に含まれる波形形状変更部340およびスイッチング素子311a～311fによって構成されるデジタルゲートドライバモジュールは、スイッチング速度が速いとサージ電圧が大きくなり、電磁ノイズが多く発生する。空気調和機900は、可燃性のある冷媒を使用する場合、冷媒が漏れた際に電磁ノイズが起因となる放電によって燃焼する可能性がある。そのため、空気調和機900は、空気調和機900で使用される冷媒の可燃性に応じて、電力変換装置1が備えるデジタルゲートドライバモジュールのスイッチング速度を設定する。例えば、空気調和機900は、空気調和機900で使用される冷媒の可燃性が高いほど、電力変換装置1が備えるデジタルゲートドライバモジュールのスイッチング速度を遅くする。空気調和機900は、デジタルゲートドライバモジュールのスイッチング速度を遅くすることでサージ電圧を小さくでき、電磁ノイズが起因となる放電の発生を抑えることで、仮に空気調和機900から冷媒が漏れた場合でも燃焼することを防止することができる。

[0097] 空気調和機900で使用される冷媒は、例えば、R1234yf、R1234ze(E)、R1243zf、HFO1123、HFO1132(E)、R1132a、CF3I、R290、R463A、R466A、R454A、R454B、R454Cなどである。

[0098] 以上の実施の形態に示した構成は、一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、実施の形態同士を組み合わせることも可能であるし、要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

[0099] 1 電力変換装置、2, 900 空気調和機、11 モデル偏差演算部、12 電流推定器、13 減算器、14 偏差演算器、21 第1の角速度推定部、22 第2の角速度推定部、23 加算器、30 短絡部、31 ダイオードブリッジ、32 短絡素子、101 速度推定装置、110, 110a 商用電源、130 コンバータ、131～134, 131a～13

4 a, 131 b, 131 c 整流素子、135, 135 a~135 c リアクトル、136, 136 a~136 d, 311 a~311 f スwitching素子、137, 137 a~137 d, 312 a~312 f 還流ダイオード、138 ダイオード、140, 340 波形形状変更部、150, 350 駆動回路、170 整流部、210 コンデンサ、310 インバータ、314 モータ、315 圧縮機、400 制御部、410 基本パルス生成部、420 波形形状制御信号出力部、501~505 運転状態検出部、902 四方弁、904 圧縮機構、906 室内熱交換器、908 膨張弁、910 室外熱交換器、912 冷媒配管。

請求の範囲

- [請求項1] 空調制御を行う空気調和機であって、
電力変換を行う1以上の電力変換器のうち少なくとも1つの前記電力変換器に含まれる1以上のスイッチング素子と、
前記スイッチング素子のスイッチング波形の波形形状を変更可能な波形形状変更部と、
前記空気調和機の運転状態を検出する運転状態検出部と、
前記運転状態に応じて、前記波形形状変更部で前記スイッチング素子の前記スイッチング波形を変更する際の制御信号を出力する波形形状制御信号出力部と、
を備える空気調和機。
- [請求項2] 前記波形形状変更部は、前記波形形状制御信号出力部から出力される前記制御信号に基づいて、前記スイッチング素子の前記スイッチング波形の波形形状について、前記スイッチング素子のターンオン期間およびターンオフ期間のうち少なくとも1つの期間を2以上に分割し、分割した各期間において前記スイッチング素子に対するゲート電流またはゲート電圧の振幅を異なる大きさに変更することで、前記スイッチング素子で発生するノイズおよび損失を前記運転状態に応じて変更可能である、
請求項1に記載の空気調和機。
- [請求項3] 前記波形形状変更部は、前記空気調和機が備える圧縮機モータおよびファンモータのうち少なくとも1つが回転中に、前記スイッチング素子の前記スイッチング波形の波形形状を変更する、
請求項1または2に記載の空気調和機。
- [請求項4] 前記波形形状制御信号出力部は、前記運転状態が規定された負荷未満の軽負荷運転の場合、前記損失を抑制するように前記スイッチング素子の前記スイッチング波形の波形形状を変更し、前記運転状態が規定された負荷以上の重負荷運転の場合、前記ノイズを抑制するように

前記スイッチング素子の前記スイッチング波形の波形形状を変更する、

請求項 2 に記載の空気調和機。

[請求項5] 前記運転状態が冷房中間条件および暖房中間条件の場合は前記軽負荷運転とし、前記運転状態が冷房定格条件、暖房定格条件、およびその他の空気温度条件の場合は前記重負荷運転とする、

請求項 4 に記載の空気調和機。

[請求項6] 外気温と前記空気調和機の設定温度との差分が規定された閾値未満の場合は前記軽負荷運転とし、外気温と前記空気調和機の設定温度との差分が規定された閾値以上の場合は前記重負荷運転とする、

請求項 4 に記載の空気調和機。

[請求項7] 前記電力変換器はインバータであり、前記インバータから出力される負荷電流および負荷電力のうち少なくとも 1 つが規定された閾値未満の場合は前記軽負荷運転とし、前記インバータから出力される負荷電流および負荷電力のうち少なくとも 1 つが規定された閾値以上の場合は前記重負荷運転とする、

請求項 4 に記載の空気調和機。

[請求項8] 前記電力変換器に入力される入力電流および入力電力のうち少なくとも 1 つが規定された閾値未満の場合は前記軽負荷運転とし、前記電力変換器に入力される入力電流および入力電力のうち少なくとも 1 つが規定された閾値以上の場合は前記重負荷運転とする、

請求項 4 に記載の空気調和機。

[請求項9] 前記スイッチング素子を含む前記電力変換器は、さらに前記波形形状変更部を含み、

前記電力変換器は、インバータ、またはコンバータ、またはインバータおよびコンバータである、

請求項 1 から 8 のいずれか 1 つに記載の空気調和機。

[請求項10] 交流電動機の電圧、電流、および推定角速度に基づきモデル偏差を

演算するモデル偏差演算部と、前記モデル偏差に基づき実角速度の直流成分を含む低周波成分として第1の推定角速度を演算する第1の角速度推定部と、前記モデル偏差に含まれる特定の高周波成分に基づき実角速度の高周波成分として第2の推定角速度を演算する第2の角速度推定部と、前記第1の推定角速度と前記第2の推定角速度とを加算する加算器と、を備え、前記第1の推定角速度と前記第2の推定角速度との加算値を前記推定角速度として前記モデル偏差演算部にフィードバックする速度推定装置、

を備える請求項1から9のいずれか1つに記載の空気調和機。

[請求項11]

商用電源から供給される交流電力を整流する整流部と、

前記整流部の出力端に接続されるコンデンサと、

前記波形形状制御信号出力部を含み、前記運転状態検出部で検出された前記運転状態に応じた脈動が前記電力変換器であるインバータから前記インバータに接続されるモータの駆動パターンに重畳されるように前記インバータの動作を制御し、前記コンデンサの充放電電流を抑制する制御部、

を備える請求項1から9のいずれか1つに記載の空気調和機。

[請求項12]

商用電源から供給される交流電力を整流する整流部と、

リアクトルを介して前記商用電源を短絡する短絡部と、

前記波形形状制御信号出力部を含み、前記短絡部の短絡動作を制御する制御部と、

を備え、

前記制御部は、負荷条件に基づいて前記商用電源の半周期中において前記短絡部を少なくとも2回以上短絡させる、

請求項1から9のいずれか1つに記載の空気調和機。

[請求項13]

使用される冷媒は、R1234yf、R1234ze(E)、R1243zf、HFO1123、HFO1132(E)、R1132a、CF3I、R290、R463A、R466A、R454A、R4

5 4 B、R 4 5 4 Cのいずれかである、

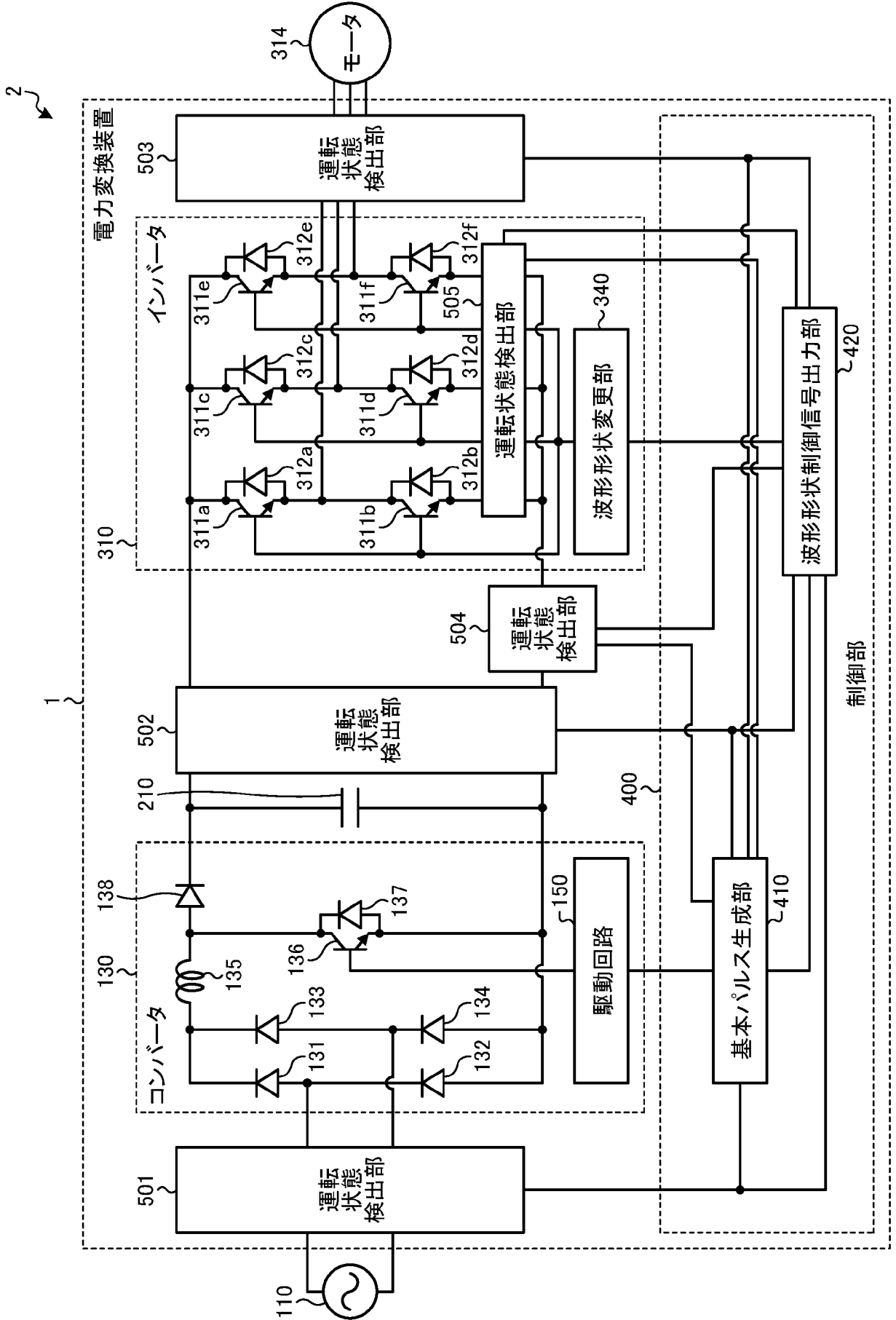
請求項 1 から 1 2 のいずれか 1 つに記載の空気調和機。

[請求項14]

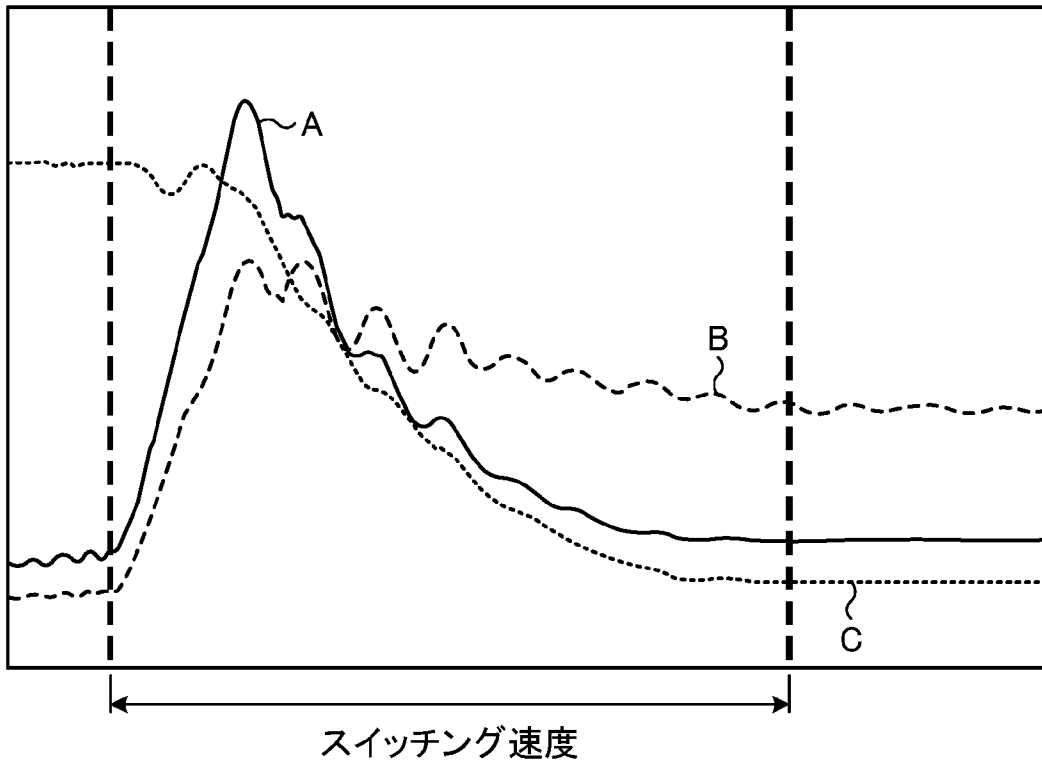
前記冷媒の燃焼性に応じて、前記空気調和機が備えるデジタルゲートドライバモジュールのスイッチング速度を設定する、

請求項 1 3 に記載の空気調和機。

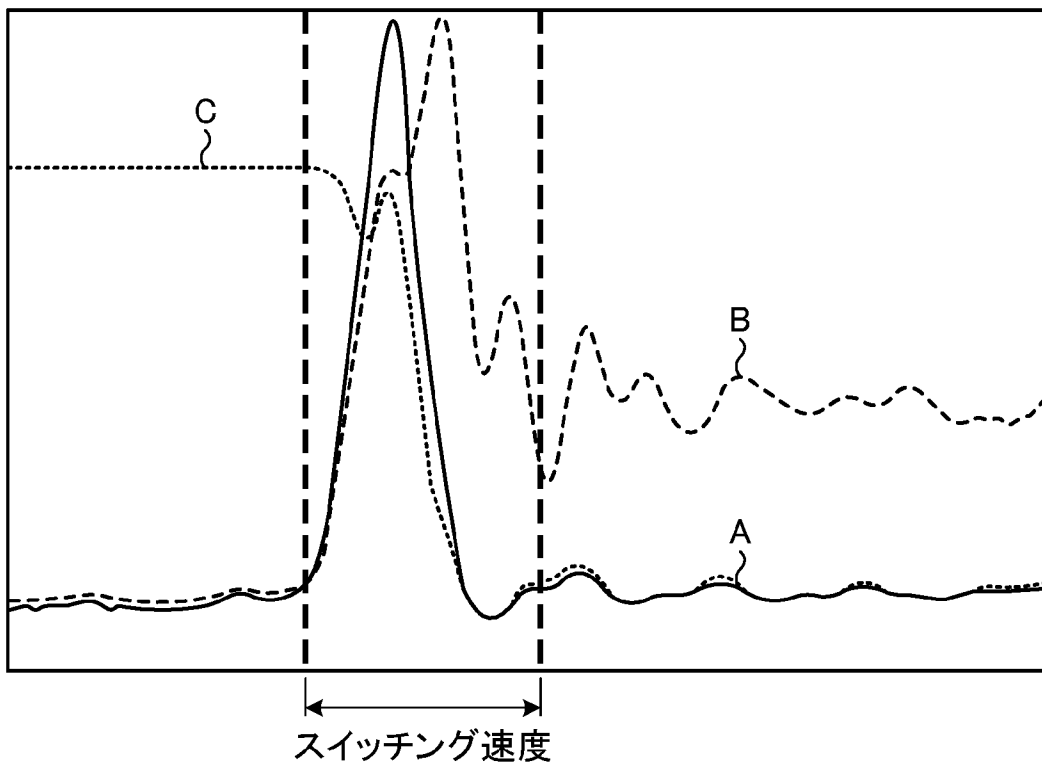
[図1]



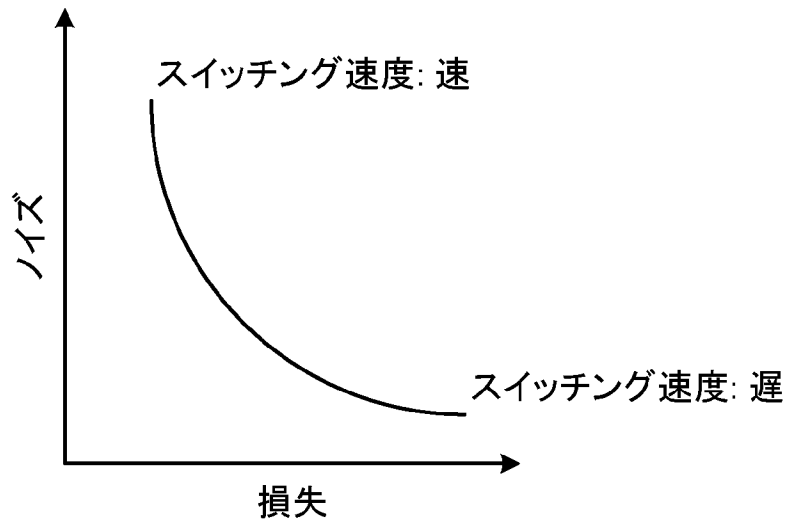
[図2]



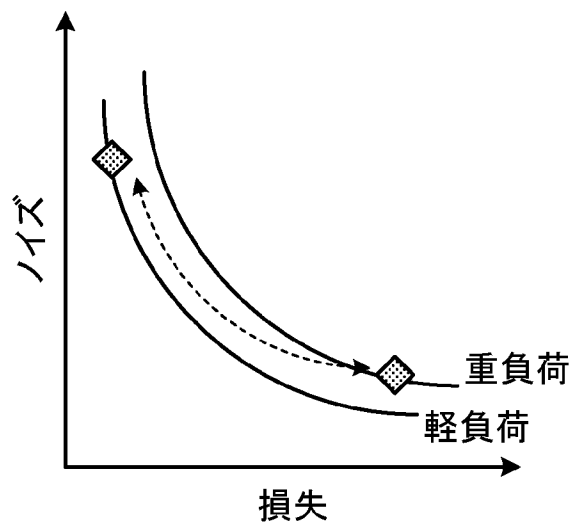
[図3]



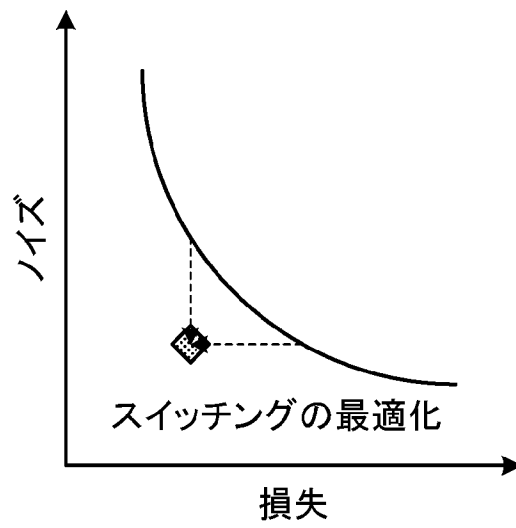
[図4]



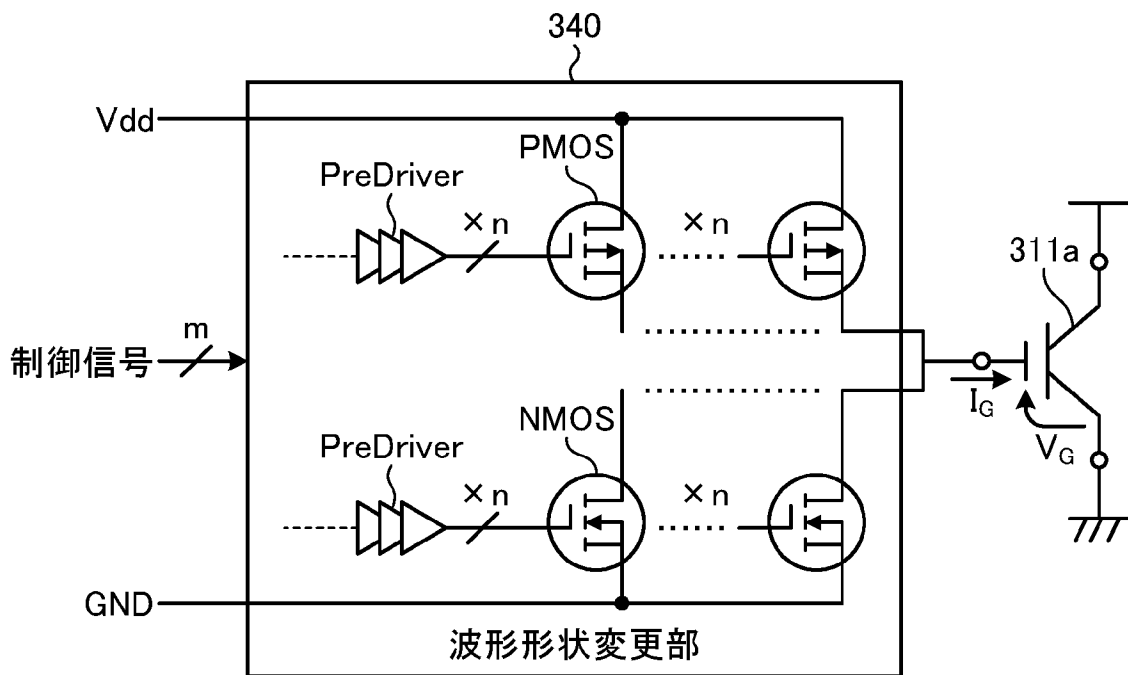
[図5]



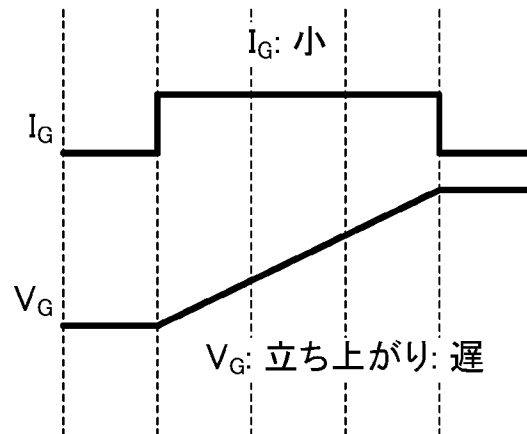
[図6]



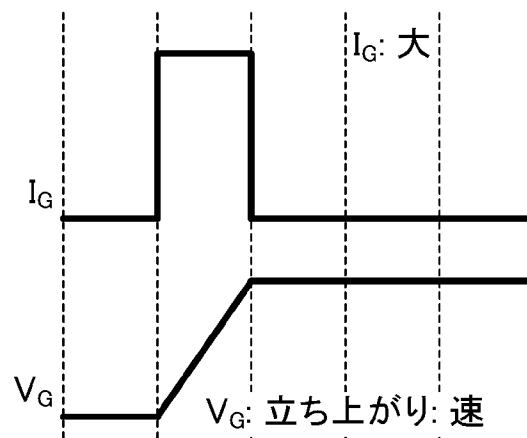
[図7]



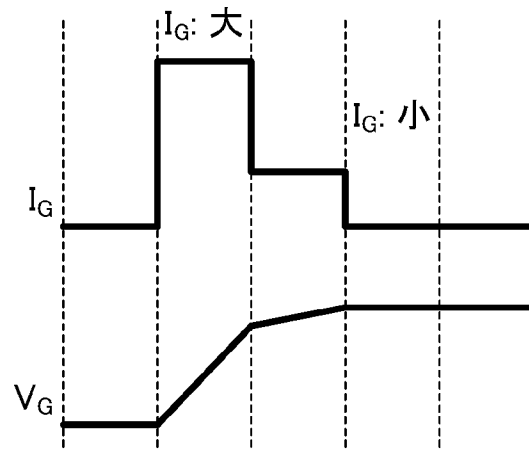
[図8]



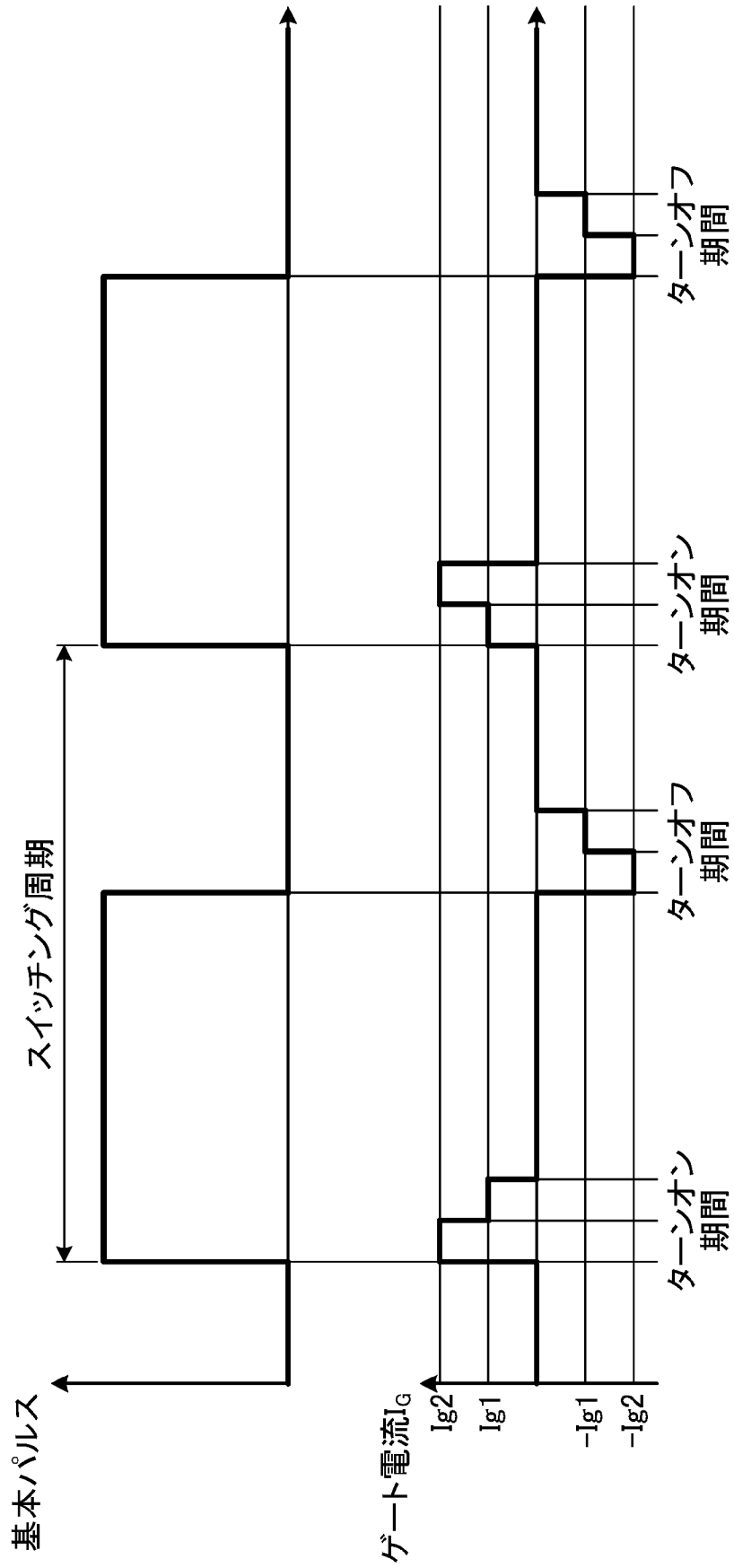
[図9]



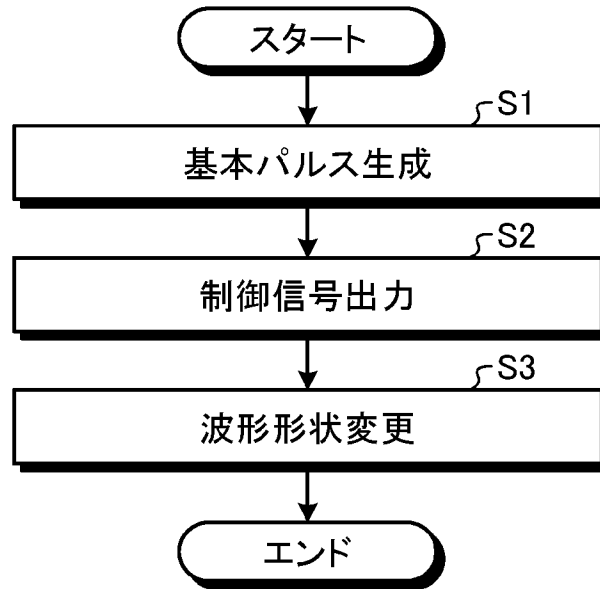
[図10]



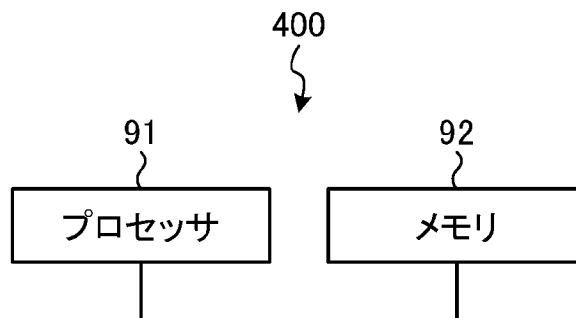
[図11]



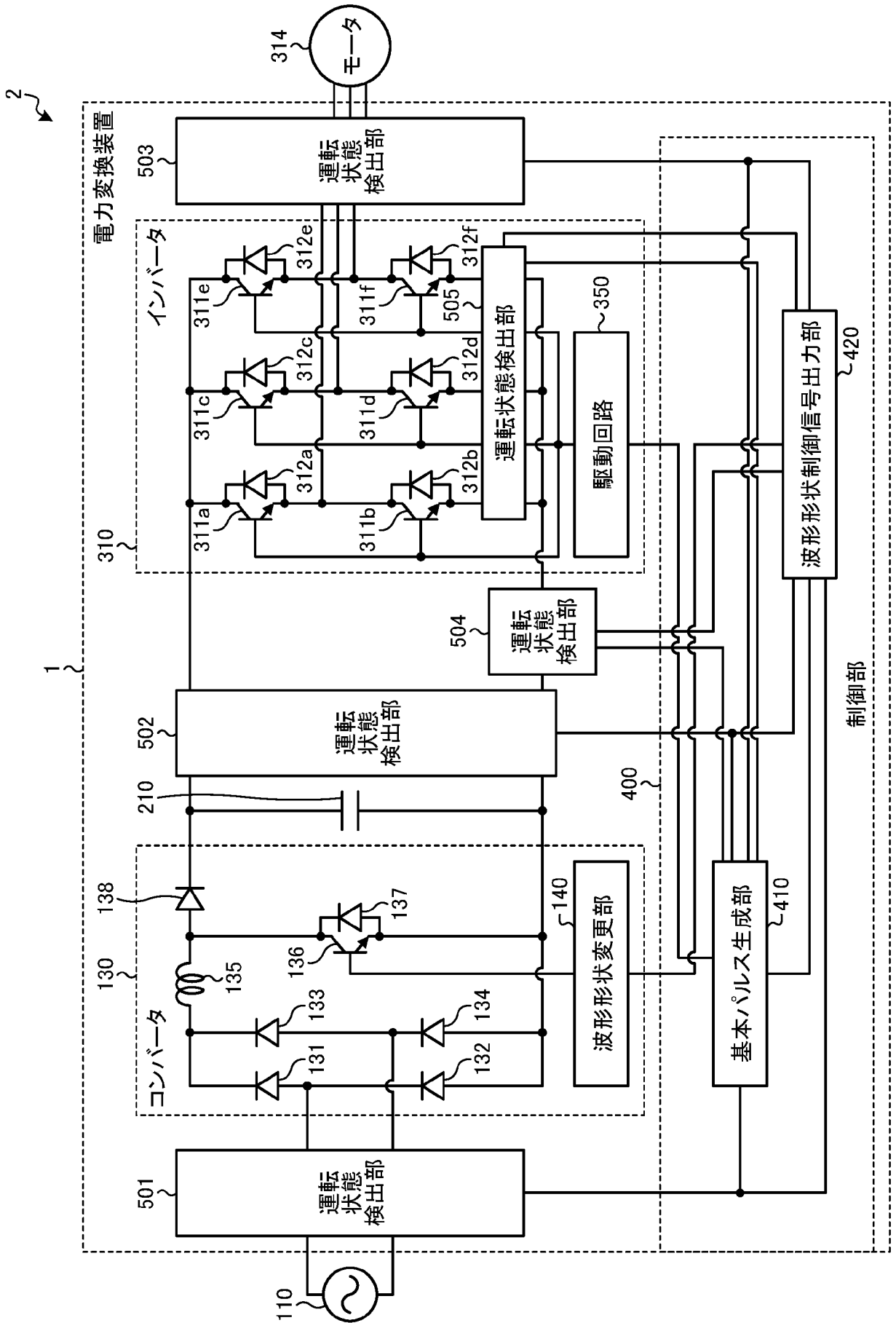
[図12]



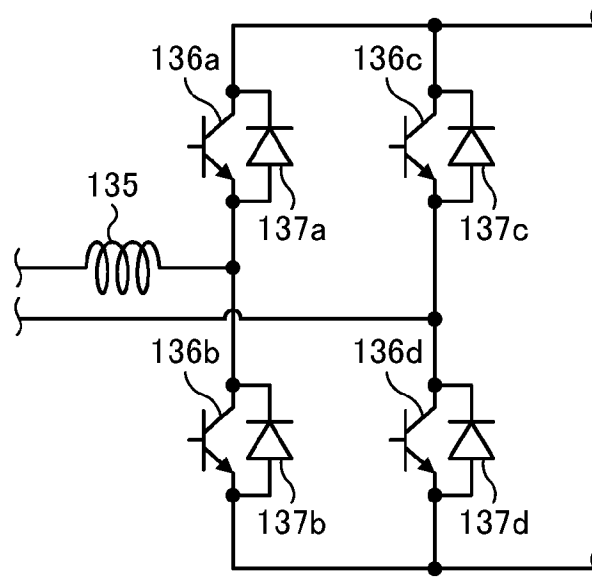
[図13]



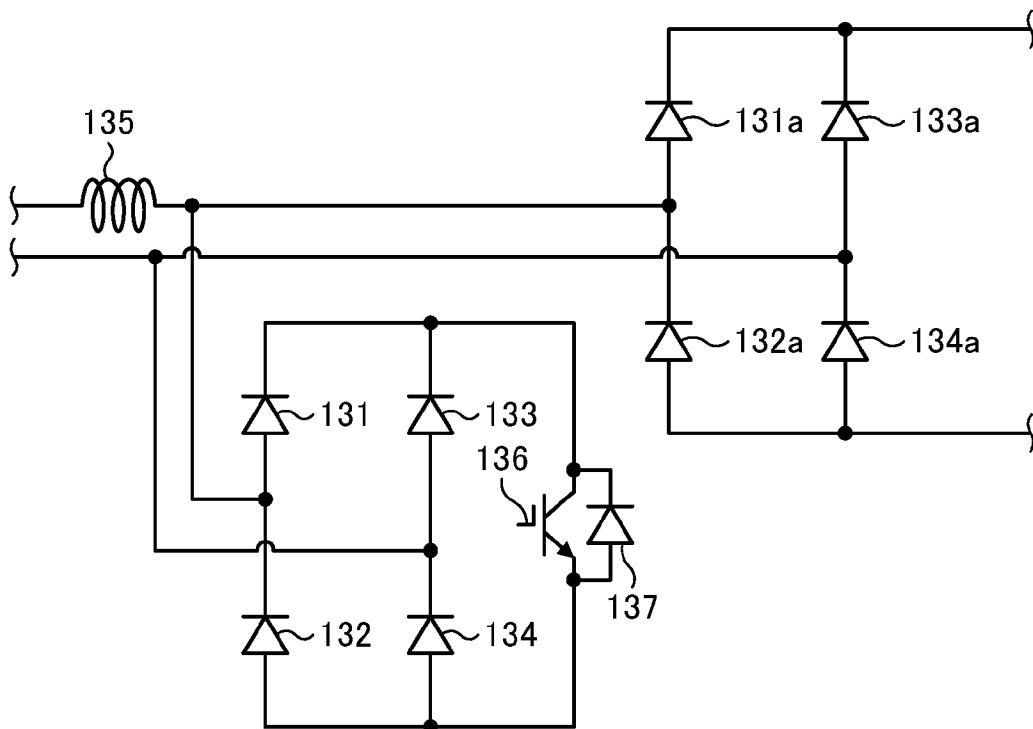
[図14]



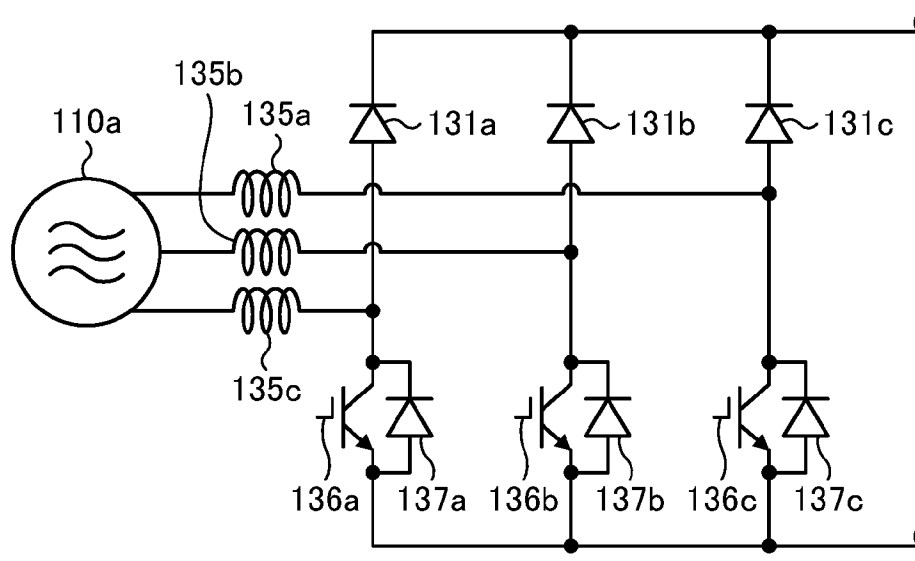
[図15]



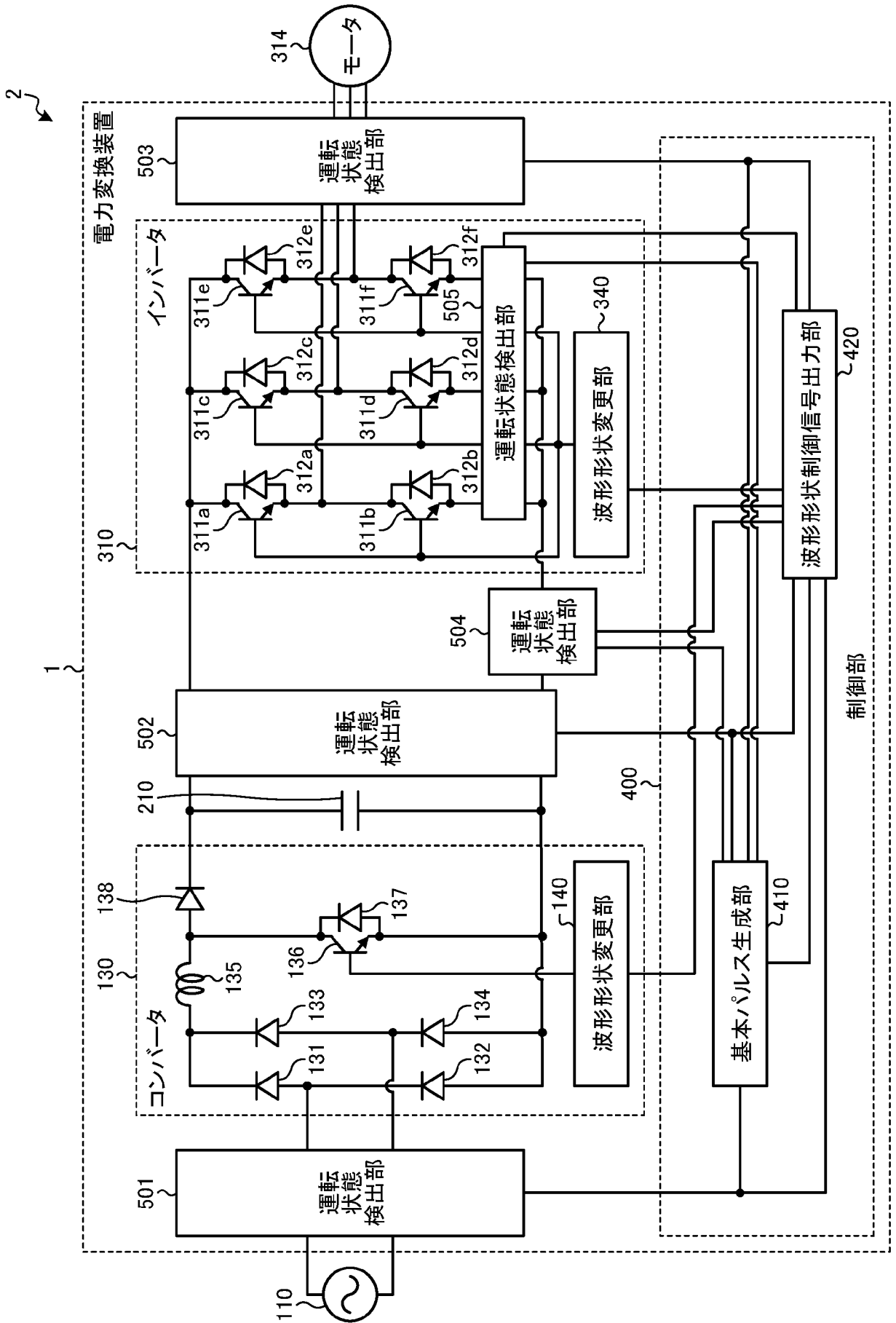
[図16]



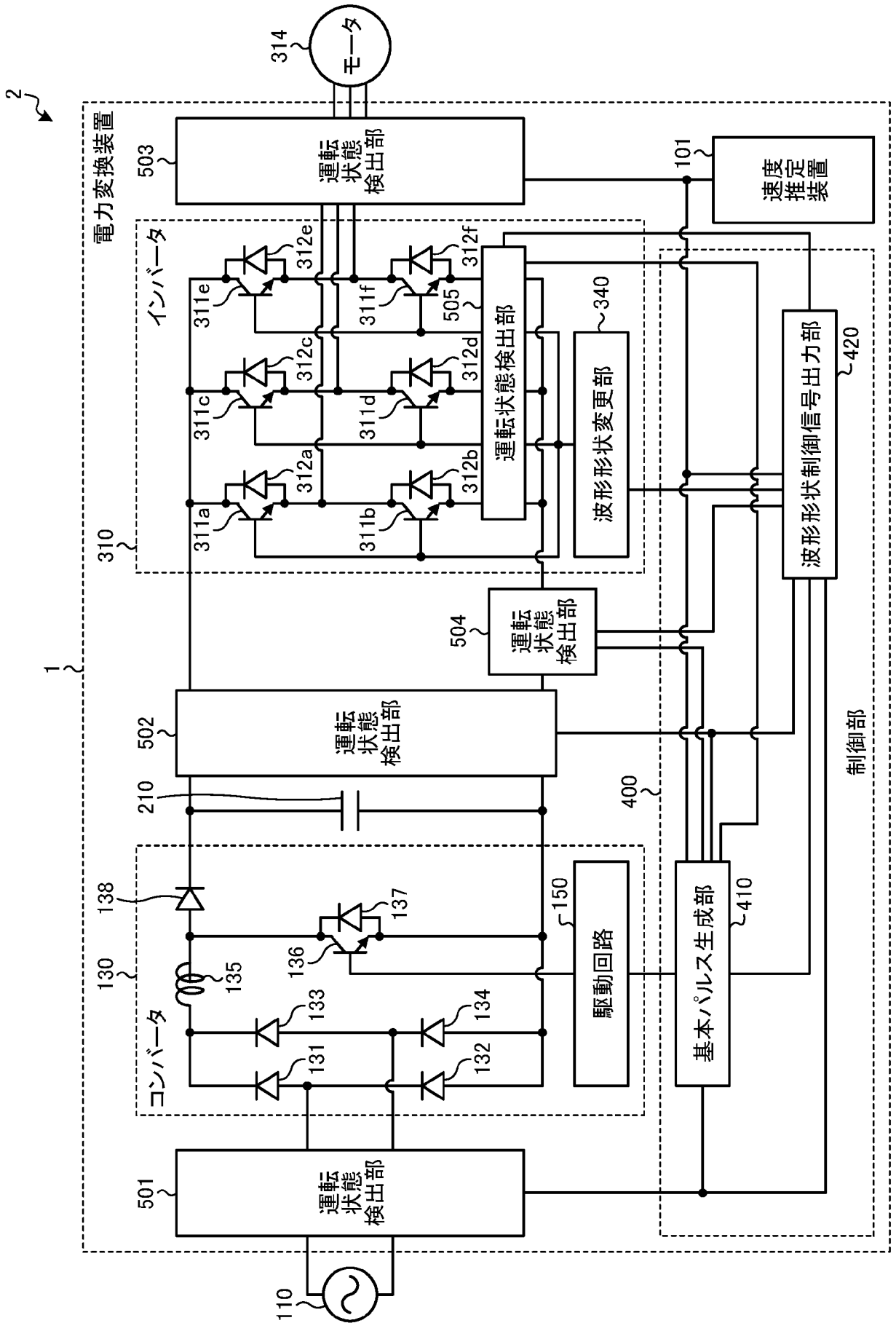
[図17]



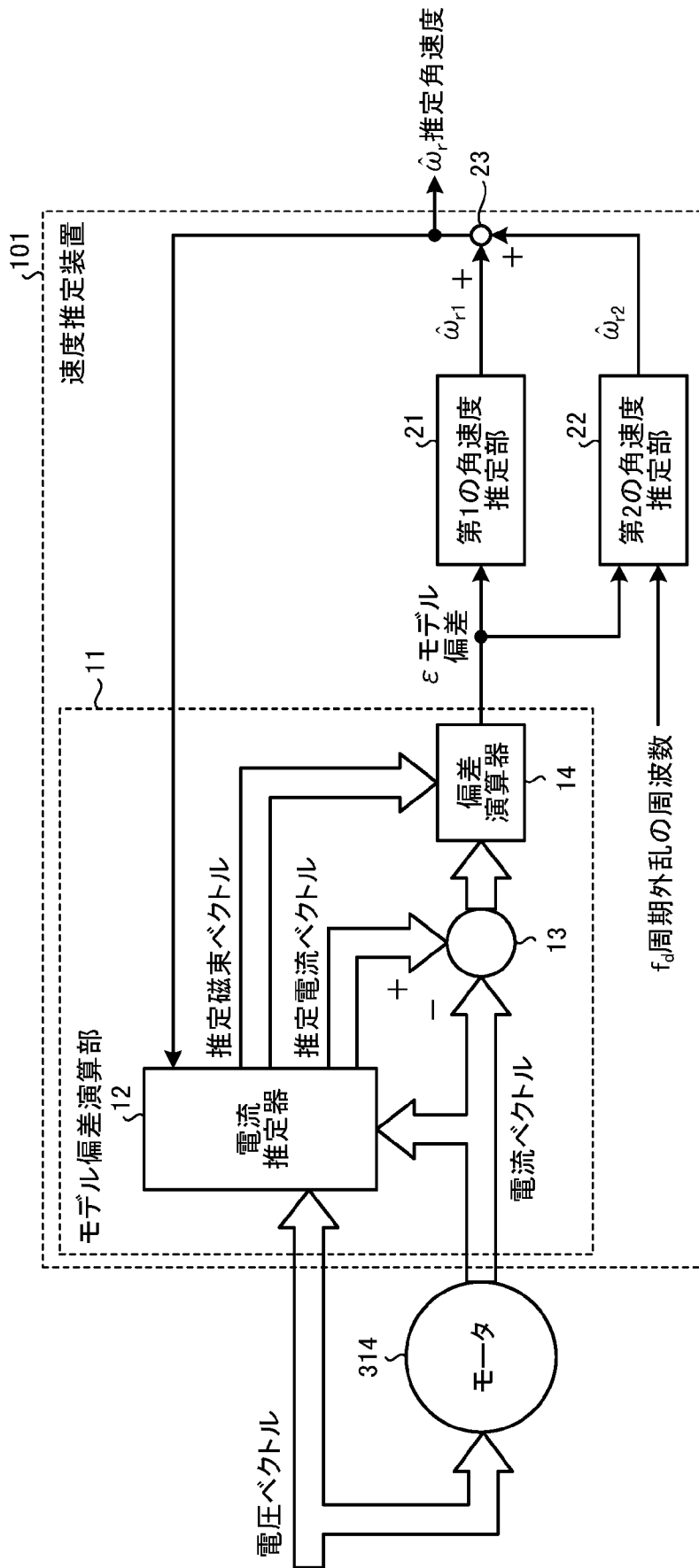
[図18]



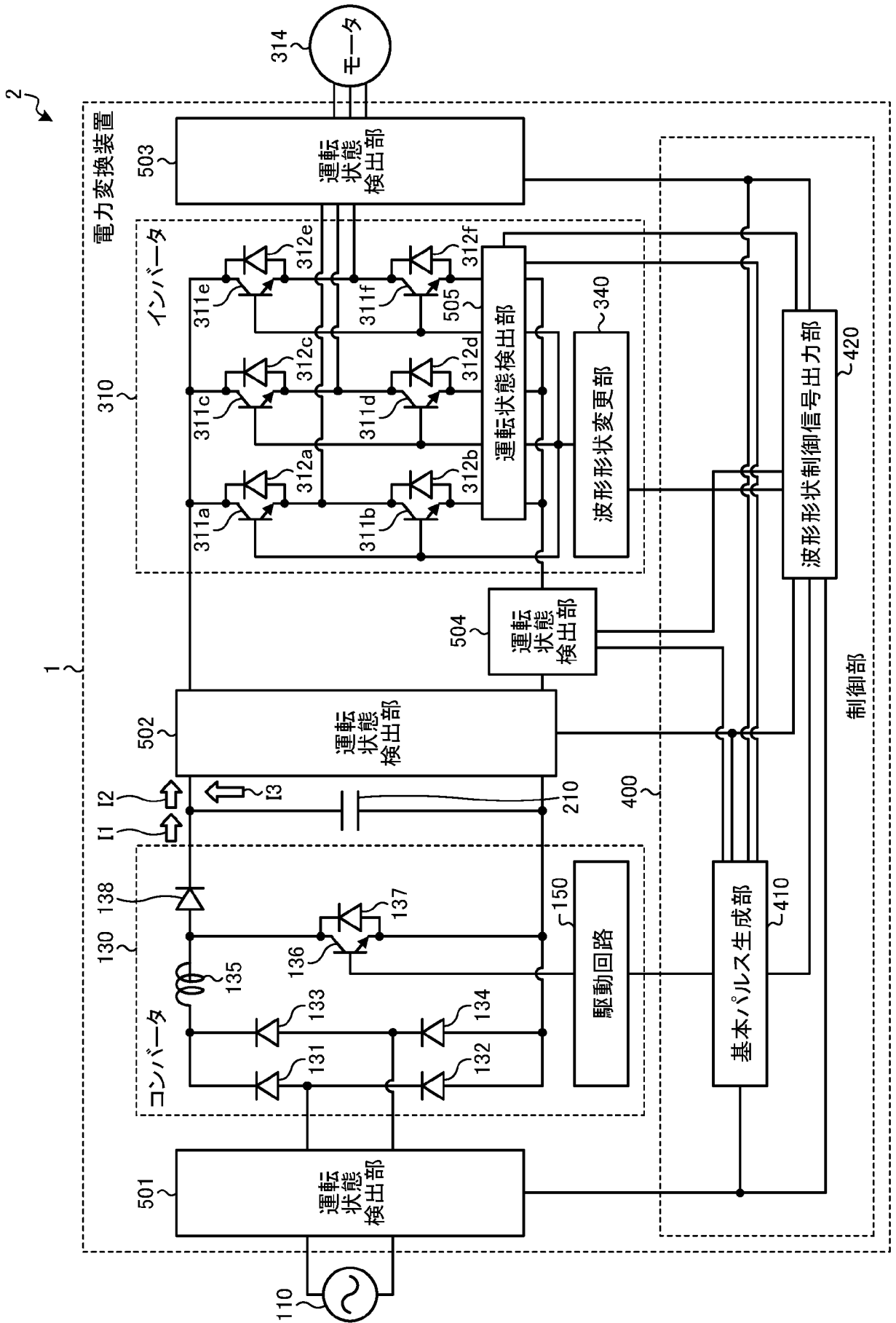
[図19]



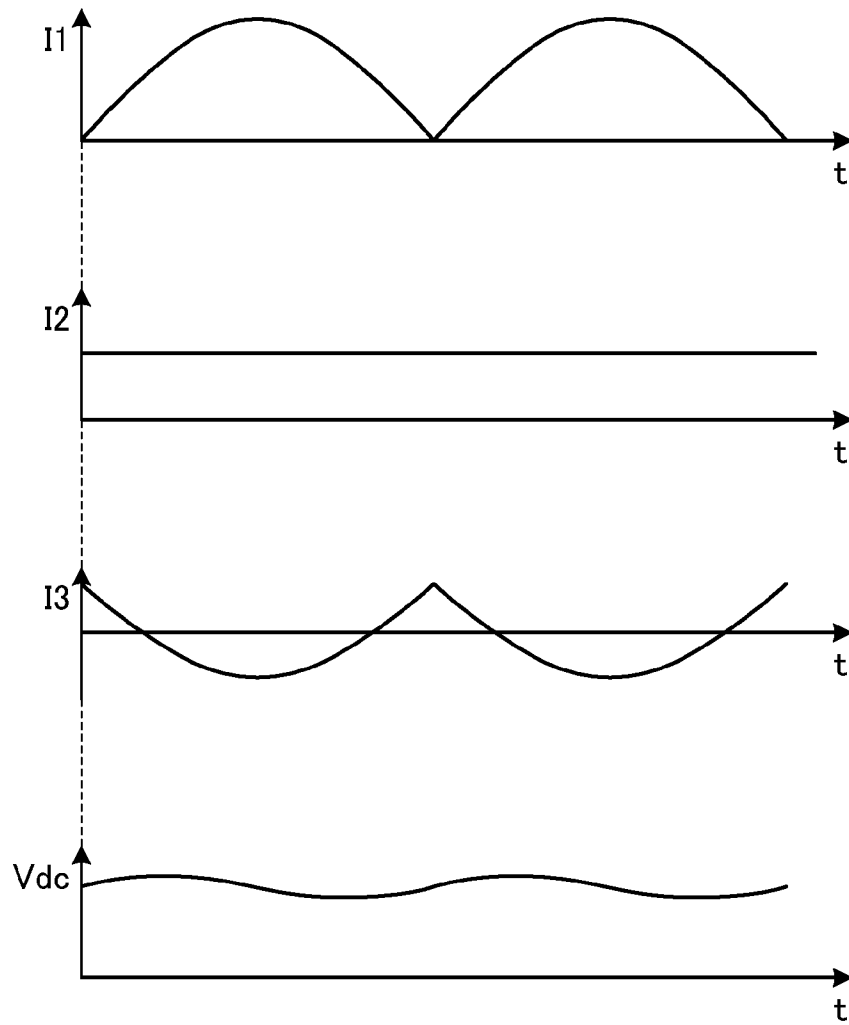
[図20]



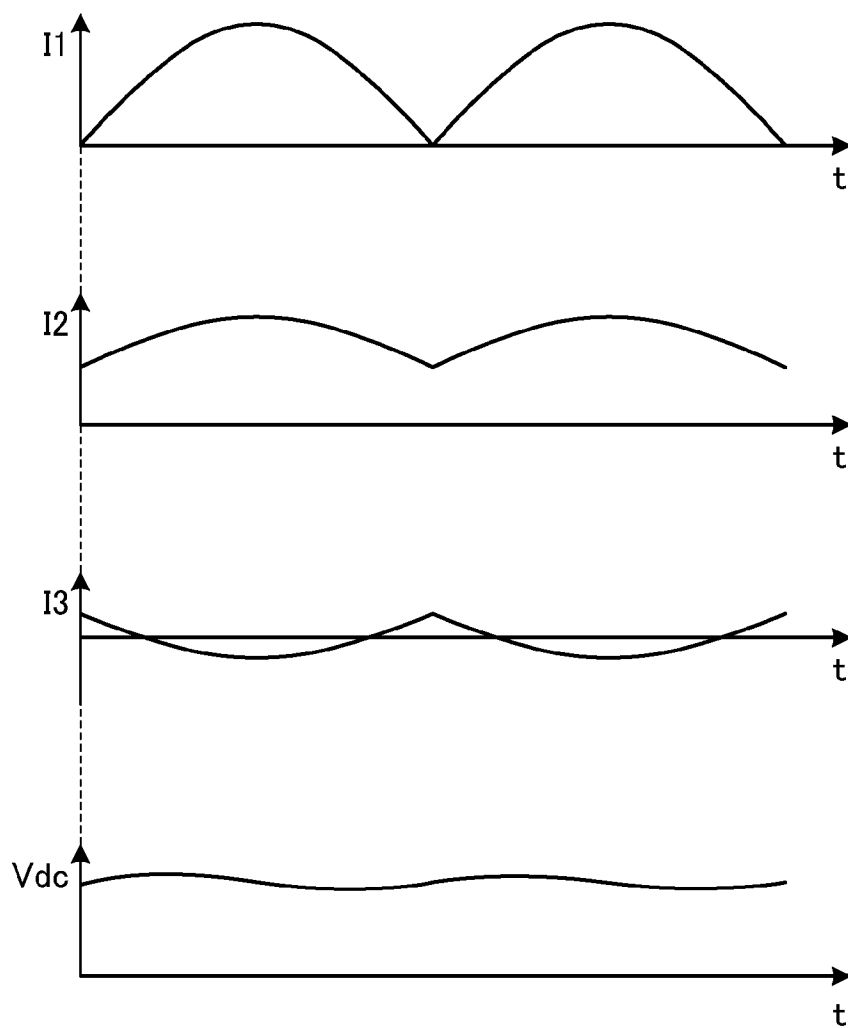
[図21]



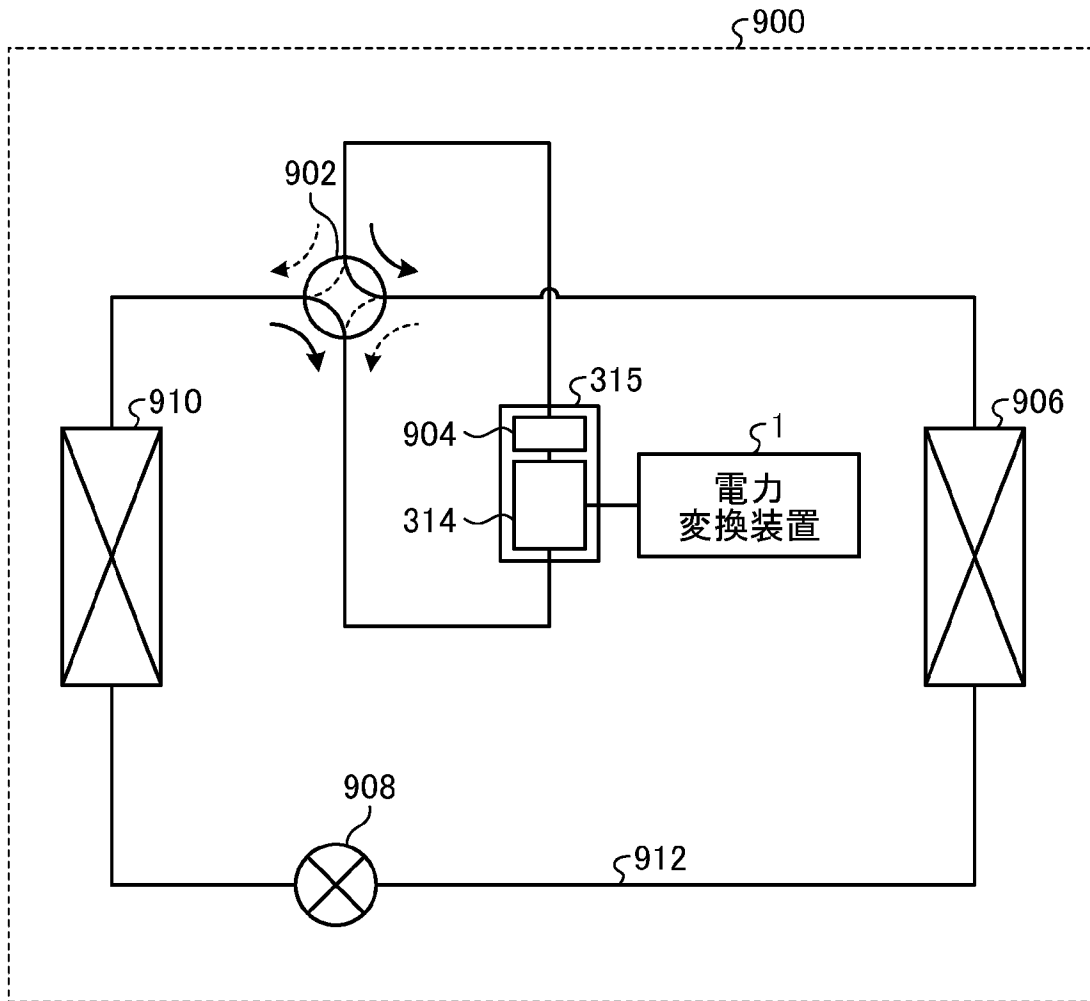
[図22]



[図23]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/023163

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H02M 1/08</i> (2006.01)i; <i>H02M 3/155</i> (2006.01)i; <i>H02M 7/48</i> (2007.01)i FI: H02M1/08 A; H02M7/48 E; H02M3/155 H		
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) H02M1/08; H02M3/155; 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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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.
X	JP 2015-171226 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 28 September 2015 (2015-09-28) paragraphs 5-38, fig. 1-7	1
Y	paragraphs 5-38, fig. 1-7	1-14
Y	JP 2012-157215 A (SANKEN ELECTRIC CO., LTD.) 16 August 2012 (2012-08-16) paragraphs 13-37, fig. 1, 2, 6	1-14
Y	WO 2017/212794 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 14 December 2017 (2017-12-14) abstract, claim 1	10, 13, 14
Y	JP 2002-354826 A (TAKAHASHI, Isao) 06 December 2002 (2002-12-06) paragraphs 72-168	11, 13, 14
Y	JP 3485047 B2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 13 January 2004 (2004-01-13) claim 1, paragraphs 14-31	12-14
A	WO 2019/176077 A1 (SHINDENGEN ELECTRIC MANUFACTURING CO., LTD.) 19 September 2019 (2019-09-19) entire text, all drawings	1-14
<input checked="" 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 "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 05 August 2022		Date of mailing of the international search report 16 August 2022
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

International application No.

PCT/JP2022/023163**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2022-48476 A (TOSHIBA CORP.) 28 March 2022 (2022-03-28) entire text, all drawings	1-14
A	JP 11-150462 A (MEIDENSHA CORP.) 02 June 1999 (1999-06-02) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2004-312817 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 04 November 2004 (2004-11-04) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2009-118650 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 28 May 2009 (2009-05-28) entire text, all drawings	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/023163

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2015-171226	A	28 September 2015	US 2015/0256083 A1 paragraphs 6-46, fig. 1-7	
				EP 2916458 A1	
				CN 104901576 A	
JP	2012-157215	A	16 August 2012	(Family: none)	
WO	2017/212794	A1	14 December 2017	US 2019/0145668 A1 abstract, claim 1	
				CN 109219922 A	
JP	2002-354826	A	06 December 2002	US 2004/0232863 A1 paragraphs 91-174	
				WO 2002/095918 A1	
				EP 1396927 A1	
				CN 1463484 A	
				KR 10-2003-0065456 A	
JP	3485047	B2	13 January 2004	(Family: none)	
WO	2019/176077	A1	19 September 2019	US 2021/0249946 A1 entire text, all drawings	
				EP 3767810 A1	
				CN 111771321 A	
JP	2022-48476	A	28 March 2022	(Family: none)	
JP	11-150462	A	02 June 1999	(Family: none)	
JP	2004-312817	A	04 November 2004	US 2004/0196678 A1 entire text, all drawings	
				DE 10356468 A1	
JP	2009-118650	A	28 May 2009	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02M 1/08(2006.01)i; H02M 3/155(2006.01)i; H02M 7/48(2007.01)i FI: H02M1/08 A; H02M7/48 E; H02M3/155 H		
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）） H02M1/08; H02M3/155; 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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
X	JP 2015-171226 A (三菱電機株式会社) 28.09.2015 (2015-09-28) 段落5-38, 図1-7	1
Y	段落5-38, 図1-7	1-14
Y	JP 2012-157215 A (サンケン電気株式会社) 16.08.2012 (2012-08-16) 段落13-37, 図1, 2, 6	1-14
Y	WO 2017/212794 A1 (三菱電機株式会社) 14.12.2017 (2017-12-14) 要約, 請求項1	10, 13, 14
Y	JP 2002-354826 A (高橋勲) 06.12.2002 (2002-12-06) 段落72-168	11, 13, 14
Y	JP 3485047 B2 (三菱電機株式会社) 13.01.2004 (2004-01-13) 請求項1, 段落14-31	12-14
A	WO 2019/176077 A1 (新電元工業株式会社) 19.09.2019 (2019-09-19) 全文, 全図	1-14
A	JP 2022-48476 A (株式会社東芝) 28.03.2022 (2022-03-28) 全文, 全図	1-14
<input checked="" 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、一般的な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 05.08.2022	国際調査報告の発送日 16.08.2022	
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） 佐藤 匡 5G 9650 電話番号 03-3581-1101 内線 3526	

C. 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 11-150462 A (株式会社明電舎) 02.06.1999 (1999 - 06 - 02) 全文, 全図	1-14
A	JP 2004-312817 A (三菱電機株式会社) 04.11.2004 (2004 - 11 - 04) 全文, 全図	1-14
A	JP 2009-118650 A (三菱電機株式会社) 28.05.2009 (2009 - 05 - 28) 全文, 全図	1-14

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/JP2022/023163

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2015-171226 A	28.09.2015	US 2015/0256083 A1 段落6-46, 図1-7 EP 2916458 A1 CN 104901576 A	
JP 2012-157215 A	16.08.2012	(ファミリーなし)	
WO 2017/212794 A1	14.12.2017	US 2019/0145668 A1 要約, 請求項1 CN 109219922 A	
JP 2002-354826 A	06.12.2002	US 2004/0232863 A1 段落91-174 WO 2002/095918 A1 EP 1396927 A1 CN 1463484 A KR 10-2003-0065456 A	
JP 3485047 B2	13.01.2004	(ファミリーなし)	
WO 2019/176077 A1	19.09.2019	US 2021/0249946 A1 全文, 全図 EP 3767810 A1 CN 111771321 A	
JP 2022-48476 A	28.03.2022	(ファミリーなし)	
JP 11-150462 A	02.06.1999	(ファミリーなし)	
JP 2004-312817 A	04.11.2004	US 2004/0196678 A1 全文, 全図 DE 10356468 A1	
JP 2009-118650 A	28.05.2009	(ファミリーなし)	