

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 12 月 18 日(18.12.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/199422 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 7/49 (2007.01) H02M 7/48 (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/065915
- (22) 国際出願日: 2013 年 6 月 10 日(10.06.2013)
- (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: 株式会社 日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目
6 番 6 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 石垣 卓也(ISHIGAKI Takuya); 〒3191292
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会
社 日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 大久
保 敏一(OKUBO Toshikazu); 〒3191292 茨城県日
立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立
製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 叶田 玲彦
(KANOUDA Akihiko); 〒3191292 茨城県日立市大み

か町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立製作所
日立研究所内 Ibaraki (JP).

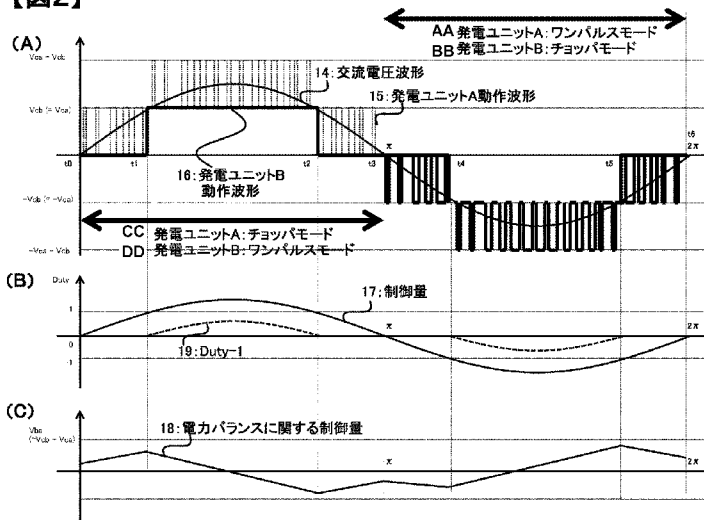
- (74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒
1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号
株式会社 日立製作所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

[続葉有]

(54) Title: POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称: 電力変換装置

【図2】



- 14 AC voltage waveform
15 Power generation unit A operation waveform
16 Power generation unit B operation waveform
17 Control variable
18 Power balance control variable
19 Duty -1
AA Power generation unit A: one-pulse mode
BB Power generation unit B: chopper mode
CC Power generation unit A: chopper mode
DD Power generation unit B: one-pulse mode

(57) Abstract: Provided is a power conversion device having a high power conversion efficiency. This power conversion device comprises a plurality of power sources which output direct current, and a plurality of power converters which are provided so as to correspond with said power sources and convert direct current to alternating current. The power conversion device is capable of outputting a plurality of voltage levels by superimposing the output power from the plurality of power converters, and controls the distribution of power flowing to each power converter by switching the operation mode thereof.

(57) 要約: 電力変換効率の高い、電力変換装置を提供する。本発明による電力変換装置は、直流電力を出力する複数の電源と、該複数の電源の各々に対応して設けられ、直流電力を交流電力に変換する複数の電力変換器と、該複数の電力変換器の出力電力を重畳することによって、複数の電圧レベルを出力できる電力変換装置であって、各電力変換器の動作モードを切り替えることによって、各電力変換器に流れる電力の配分を制御する電力変換装置である。



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))

明 細 書

発明の名称：電力変換装置

技術分野

[0001] 本発明は、太陽光発電システムなどの発電システムで用いられる電力変換装置に関する。

背景技術

[0002] 太陽光発電システム等の発電システムの電力変換装置に含まれる電力変換器は、発電した電力を、直流から交流に変換する機器である。この電力変換器に印加する直流電圧には、上限と下限が存在する。

[0003] 下限が存在するのは、電力系統のピーク電圧以下の電圧を電力変換器で交流に変換しても、その交流電力を電力系統に電流を流しこめないため、電力系統のピーク電圧よりも電力変換機に印加する直流電圧を大きくする必要があるからである。

[0004] 一方、上限が存在するのは、電力変換器内の素子の各々に耐圧が定められていることに加え、電力変換器に印加される電圧を高めると、高耐圧素子の利用による素子特性の制限、スイッチング素子のスイッチング損失の増大、電流リップルの増加による交流リアクトルACL鉄損の増加などが生じるため、印加電圧を抑制し、これらの不利益を避ける必要があるからである。

[0005] これに対し、電力変換装置内の電力変換器を多段化することで、各々の電力変換器に印加される電圧を下げ、上述の問題を回避する方法が知られている（例えば特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2010-94024号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1は、同文献の図1等にも示されるように、印加電圧の異なる複数

の電力変換器を直列に接続し、印加電圧の高い電力変換器から充電することにより、印加電圧の低い電力変換器の直流電圧を一定に保ち、上述した問題を解消するものである。

[0008] しかしながら、特許文献 1 の構成では、各電力変換器に印加される電圧が異なるため、各電力変換器で使用するスイッチング素子の耐圧が異なり、最も電圧レベルの高い電力変換器に使用するスイッチング素子は高耐圧品を用いなければいけないため、この電力変換器での損失が大きくなるという問題がある。

課題を解決するための手段

[0009] 上述の課題は、特許請求の範囲に記載された発明によって、解決される。

発明の効果

[0010] 本発明の電力変換装置を用いることにより、電力変換効率が高く、小型で安価な電力変換装置とすることができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施例 1 の電力変換装置の概略回路図。
[図2]実施例 1 の電力変換装置の動作波形図。
[図3]実施例 2 の電力変換装置の動作波形図。
[図4]実施例 3 の電力変換装置の動作波形図。
[図5]実施例 4 の電力変換装置の動作波形図。
[図6]実施例 1 の電力変換装置の詳細回路図。
[図7]実施例 5 の電力変換装置の概略回路図。
[図8]実施例 6 の電力変換装置の動作波形図。
[図9]実施例 7 の電力変換装置の動作波形図。
[図10]実施例 7 の電力変換装置の概略回路図。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

実施例 1

[0013] 図1は実施例1の電力変換装置1を示す。ここに示すように、電力変換装置1は、発電ユニットA 2、発電ユニットB 3、制御回路4、平滑フィルタ5を備えている。また、電力変換装置1は交流電力6 (V_{ac}) と接続されており、電力変換装置1から交流電力6へ出力された電力は、家庭内のコンセントに接続された負荷や、電力系統へ送られる。また、平滑フィルタ5は交流リアクトルACL 7と蓄電素子Cac 8から構成される。なお、交流電力6に代えてモータを電力変換装置1に接続する場合は、平滑フィルタ5と交流電力6とを合わせてモータと置き換えることができる。

[0014] 発電ユニットA 2は、電源9、電圧検出器10、電力変換器11Aを備える。電源9は内部で発電した電気エネルギーや、内部に貯蔵しておいた電気エネルギーを直流電圧に変換し、電力変換器11Aに印加する。電圧検出器10は、電力変換器11Aに印加された直流電圧値 V_{ca} を検出し、制御回路4内の制御量演算器12へ送るものである。なお、発電ユニットB 3も発電ユニットA 2と同様の構成であり、発電ユニットB 3内の電圧検出器10が検出した直流電圧値 V_{cb} は、制御回路4内の制御量演算器12に送られる。なお、以下では発電ユニットB 3内の電力変換器を電力変換器11Bと称することとし、電力変換器11A、11Bをまとめて電力変換器11と称することもある。

[0015] 制御量演算器12は、各電圧検出器10から送られる直流電圧値(V_{ca} 、 V_{cb})に基づいて電力変換機11の制御量17を演算し、駆動信号生成器13へ送る。なお、交流電力6が電力系統と接続されている場合は、系統と連携するために系統の電圧 V_{ac} も制御量演算器12に送られ、制御量17が演算される。

[0016] 制御量演算器12内部には、直流電圧値 V_{ca} 、 V_{cb} の目標値である電圧指令値 V_{ref} が予め設定されている。なお、この電圧指令値 V_{ref} は外部から与えられているものとしても良い。制御量演算器12内部では、例えば $V_c = V_{ca} + V_{cb}$ のように、電圧の総和を計算し、 V_c と電圧指令値 V_{ref} の2倍とを比較することで、電源Aと電源Bが出力した電力の合計値と、電力変換装置1が出力し

ている電力と、を等しく制御できる制御量を得る。

[0017] また、駆動信号生成器 13 は、制御量演算器 12 から送られた制御量 17 から、電力変換器 11 内の各スイッチング素子 (Q1~Q8) を駆動する駆動信号を生成し、各電力変換器 11 へ送る。

[0018] 電力変換器 11 は、制御回路 4 からの駆動信号を受け取り、各スイッチング素子 (Q1~Q8) を駆動する。なお、図 1 では、各スイッチング素子を駆動するために必要なドライバ回路、ドライバ回路を駆動するために必要な補助電源等を図示していないが、これらは電力変換器 11 に含まれている。

[0019] 図 6 は図 1 をより詳細に記したものである。ここに示すように、電源 9 は、発電器 20、コンバータ 21、蓄電素子 Ca 22 から構成されている。ここで、発電器 20 は、太陽光パネル、熱電変換素子、風力発電機等の、外部エネルギーを電気エネルギーに変換する発電器でも良いし、鉛電池、リチウム電池等の 2 次電池でも良い。また、コンバータ 21 は DC-DC コンバータを想定しているが、発電器 20 の発生電力が AC であった場合は AC-DC コンバータとしても良い。更に、コンバータ 21 は、絶縁型でも非絶縁型でも良いし、単方向動作をするものでも双方向動作をするものでも良い。

[0020] また、制御回路 4 と電圧検出手段 10 の間、制御回路 4 と電力変換器 11 の間、および、制御回路 4 と交流電力 6 の間には、適宜、絶縁手段 23 を設けている。ここでは、発電ユニット B 3 の負側電位と制御回路 4 の負側電位が等しい構成を示しているため、直流電圧値 V_{cb} 、Q7 用の駆動信号、Q8 用の駆動信号の信号線には絶縁素子 23 を設けておらず、他の信号線には絶縁素子 23 を設けた例を示しているが、絶縁素子 23 の設置箇所はこの例に限られない。

[0021] 次に、交流電力 6 の商用周波数 1 周期分の動作波形を示す図 2 を用いて、電力変換装置 1 の基本動作を説明する。

[0022] 図 2 (A) は、商用周波数 1 周期分の交流電圧波形 V_{ac} 14 (実線) と、発電ユニット A 2 の出力電圧波形 15 (破線) と、発電ユニット B 3 の出力電圧波形 16 (太実線) の関係を示す図である。ここに示すように、出力電

圧波形 1 5 と出力電圧波形 1 6 を重畳した電圧の平均値が交流電圧波形 Vac 1 4 と一致するように各発電ユニットが制御されており、具体的には、発電ユニット A 2 で検出される電圧値 Vca と発電ユニット B 3 で検出される電圧値 Vcb が電圧指令値 Vref と略等しくなるように各電力変換器 1 1 内のスイッチング素子 Q1~Q8 が制御される。また、交流電圧波形 Vac 1 4 の位相が 0、 π 、 2π となる時刻を夫々 t0、t3、t6 とし、交流電圧波形 Vac 1 4 が Vcb (=Vca) と等しくなる時刻を順に t1、t2、t4、t5 とする。

[0023] また、図 2 (B) は制御量演算器 1 2 が駆動信号生成器 1 3 に出力する制御量 1 7 を表している。電源 A の出力電流、電源 B の出力電流、交流電力 6 の電圧実効値、および、電流実効値の夫々が時間変化に対して一定値を維持する定常状態では、Vca と Vcb が等しい場合、制御量 1 7 は、 $Duty = Vac / Vca$ で表され、交流電圧波形 Vac と同期した正弦波となる。従って、制御量 1 7 は、t0、t3、t6 でゼロ、t1、t2 で 1、t4、t5 で -1 となる。

[0024] また、図 2 (C) は電力バランスに関する制御量 Vba 1 8 である。この制御量 Vba 1 8 は、 $Vba = Vcb - Vca$ で演算され、これが略零になるように各電力変換器 1 1 を制御することで、Vca と Vcb を略等しくすることができる。すなわち、Vba が正のときは Vca を上げるか Vcb を下げるように電力変換器 1 1 を制御し、Vba が負のときは Vca を下げるか Vcb を上げるように電力変換器 1 1 を制御する。

[0025] まず、時刻 t0~t3 での電力変換装置 1 の動作を説明する。図 2 (C) に示す例では、時刻 t0 に電力バランスに関する制御量 Vba 1 8 が正の値となっている。これは、直流電圧値 Vcb が Vca よりも大きく、両者のバランスが崩れていることを示しており、例えば、発電ユニット B 3 の発電量が過多であり、 $Vcb = Vref$ とするために発電ユニット B 3 が出力すべき電力よりも、実際の出力電力が少なかった場合等が該当する。この例では、発電ユニット B 3 の電力出力を促し Vcb を下げることで、Vcb を電圧指令値 Vref に近づけることができるので、時刻 t0~t3 の時間は、発電ユニット B 3 の出力電力が発電ユニット A 2 の出力電力よりも多くなるような制御を行う。例えば、発電ユニッ

トB 3を後述するワンパルスモードで動作させるとともに、発電ユニットA 2を後述するチョッパモードで動作させる。これらの動作により、 V_{cb} を電圧指令値 V_{ref} に近づけることができ、結果的に電力バランスに関する制御量 V_{ba} 18を小さくできる。

[0026] なお、本実施例の「ワンパルスモード」とは、交流電圧波形が電力変換器の印加電圧(Aなら V_{ca})以下の場合は電力変換器の出力をゼロ（短絡）にし、交流電圧が電力変換器以上の電圧ならば電力変換器の出力を電力変換器の印加電圧を出力するモードであり、「チョッパモード」とは、スイッチング周波数に相当する周期で電力変換器の出力電圧をゼロ（短絡）と、電力変換器の印加電圧（Bなら V_{cb} ）とを交互に出力するモードである。

[0027] ワンパルスモードで動作する発電ユニットB 3は、 $t_0 \sim t_1$ と $t_2 \sim t_3$ では、スイッチング素子Q5、Q6をオン、Q7、Q8をオフにした短絡状態を維持することで発電ユニットBの出力電圧をゼロに維持し（短絡）、 $t_1 \sim t_2$ では、Q5、Q8をオン、Q6、Q7をオフにした電圧印加状態を維持することで発電ユニットBの出力電圧を V_{cb} に維持している。

[0028] 一方、チョッパモードで動作する発電ユニットA 2は、 $t_0 \sim t_3$ では、制御量17に従いスイッチング素子Q1とQ4をオン、Q2とQ3をオフにした電圧印加状態と、スイッチング素子Q1とQ2をオン、Q3とQ4をオフにした短絡状態の両状態を短時間で繰り返すチョッピング動作を実施する。より詳細に説明すると、時刻 $t_0 \sim t_1$ 、 $t_2 \sim t_3$ では、制御量17（duty）に連動するように、発電ユニットA 2の電圧印加比を制御し、時刻 $t_1 \sim t_2$ では、制御量17から1を除算した制御量19（ $duty - 1$ ）に連動するように、発電ユニットA 2の電圧印加比を制御する。

[0029] 以上で説明したように、発電ユニットA 2は、 $t_0 \sim t_3$ の期間、制御量17または19に従ったチョッパモードで電力を出力している。また、発電ユニットB 3は、 $t_0 \sim t_1$ と $t_2 \sim t_3$ の期間は電力を出力せず、 $t_1 \sim t_2$ の期間はワンパルスモードで常に電力を出力する。この結果、電力変換装置1は両発電ユニットの出力電力を重畳した電力を出力する。

[0030] $t_0 \sim t_3$ の期間に、以上で説明した動作をしたときに、ワンパルスモードとチョッパモードの出力電力割合は、 V_{ac} と、 V_{ca} または V_{cb} と、の大小関係によって決まる。

[0031] 本実施例では、ワンパルスモードの出力電力の方がチョッパモードの出力電力よりも大きい場合を想定している。この場合、時刻 t_0 時点で電力バランスに関する制御量18が正であったとしても、発電ユニットB3にワンパルスモードを用いることによって直流電圧値 V_{cb} が急激に低下するため、やがて発電ユニットA2の直流電圧値 V_{ca} が相対的に大となり、 $V_{ba} = V_{cb} - V_{ca}$ で表される制御量18は時刻 t_3 に至る前に負になる。すなわち、時刻 t_3 以後も発電ユニットA2をチョッパモード、発電ユニットB3をワンパルスモードで動作させると、両発電ユニットの電力バランスが当初とは逆方向に悪化することになるので、適切なタイミングで、各発電ユニットの動作モードを切り替える必要がある。本実施例では、交流電圧波形 V_{ac} 14が略零となるタイミングで動作モードの切り替えの要否を再度判定することとする。なお、 V_{ba} は単純な差分として演算するのではなく、PI制御などの演算によって V_{ba} を求めても構わないし、半周期内のどのタイミングで V_{ca} と V_{cb} を読み V_{ba} を計算しても構わない。

[0032] 次に、時刻 $t_3 \sim t_6$ での電力変換装置1の動作を説明する。交流電圧波形 V_{ac} 14が略零となる時刻 t_3 のとき、電力バランスに関する制御量18が負であるので、 V_{ca} が過大となっていると判断することができる。すなわち、発電ユニットA2からの電力出力を促し、発電ユニットB3からの電力出力を抑制すべく、発電ユニットA2はワンパルスモードで動作し、発電ユニットB3はチョッパモードで操作する必要がある。

[0033] 時刻 $t_3 \sim t_6$ での動作も、上記 $t_0 \sim t_3$ とほぼ同じ動作だが、逆電圧を印加する。すなわち、発電ユニットA2は短絡時にQ1とQ2とをオン状態にし、電圧印加時はQ2とQ3とをオン状態にする。発電ユニットB3は短絡時にQ5とQ6をオン状態にし、電圧印加時はQ6とQ7をオン状態にする。

[0034] 以上で説明したように、本実施例の電力変換装置では、直列に接続した複

数の発電ユニットを同等の構成とし、各電力変換器 11 に印加する電圧 V_{ca} , V_{cb} を直列数分の一となるように制御するため、各電力変換器のスイッチング素子として同等の低耐圧のスイッチング素子を用いることができる。

[0035] また、本実施例の電力変換装置では、上述の時刻 $t_1 \sim t_6$ の制御により、発電器 20 の発電電力量と電力変換器 11 の出力電力量が等しくなるので、発電電力の全てを各発電ユニット外に出力することができる。すなわち、各発電ユニット内の蓄電素子 22 に充放電が発生しないため、蓄電素子 22 の内部抵抗に起因する損失発生を回避でき、電力変換装置 1 全体としても損失の発生を抑制できる。

[0036] なお、本実施例では、2つの発電ユニット A、B を直列に接続し、図 2 (A) に示したように、0、 V_{cb} ($=V_{ca}$)、 $V_{ca}+V_{cb}$ の 3 レベルの電圧を出力できる電力変換装置を構成したが、3つ以上の発電ユニットを直列に接続して構成した、4 レベル以上の電圧を出力できる電力変換装置に本実施例の制御を適用しても良い。

実施例 2

[0037] 図 3 は実施例 2 の電力変換装置の動作波形を示す。実施例 2 は、実施例 1 の、駆動信号生成器 13 内の、制御量と駆動信号の関係が変化した形態であり、共通する点は説明を省略する。

[0038] 実施例 2 では、発電ユニット A 2 と発電ユニット B 3 の動作を、メイン動作モードとサブ動作モードに分けている。

[0039] なお、メイン動作モードとは、相対的に大きな電力を出力する動作モードであり、サブ動作モードとは、相対的に小さな電力を出力する動作モードである。図 3 の $t_0 \sim t_3$ を例に説明すると、 $t_0 \sim t_1$ では、チョップモードの電力変換器 11 B の方が動作していない電力変換器 11 A よりも大きな電力を出力し、 $t_1 \sim t_2$ では、ワンパルスモードの電力変換器 11 B の方がチョップモードの電力変換器 11 A よりも大きな電力を出力し、 $t_2 \sim t_3$ では、チョップモードの電力変換器 11 B の方が動作していない電力変換器 11 A よりも大きな電力を出力している。すなわち、 $t_0 \sim t_3$ では、電力変換器 11 B の出力

電力が常に大きいため、電力変換器 11B が常にメイン動作モード、電力変換器 11A が常にサブ動作モードであることになる。一方、 $t_3 \sim t_6$ では、電力変換器 11A の出力電力が常に大きいため、電力変換器 11A が常にメイン動作モード、電力変換器 11B が常にサブ動作モードであることになる。

[0040] 従って、本実施例における、メイン動作モードとは、 $t_0 \sim t_1$ の期間はチョップモード、 $t_1 \sim t_2$ の期間はワンパルスモード、 $t_2 \sim t_3$ の期間はチョップモードで動作する動作モードのことであり、サブ動作モードとは、 $t_0 \sim t_1$ の期間は短絡、 $t_1 \sim t_2$ の期間はチョップモード、 $t_2 \sim t_3$ の期間は短絡で動作する動作モードのことである。

[0041] 発電ユニットA 2 がサブ動作モードであり、発電ユニットB 3 がメイン動作モードとなる時刻 $t_0 \sim t_3$ の時間、発電ユニットB 3 は制御量Dutyが0以上1未満の時にチョッピングする。Dutyが1以上の時はDuty=1として動作する。つまり、 $t_0 \sim t_1$ と $t_2 \sim t_3$ の期間はチョップモードで動作し、 $t_1 \sim t_2$ の期間はワンパルスモードで操作する。

[0042] 一方、発電ユニットA 2 は制御量が1以上の時にDuty=1の割合でチョップモードで動作する。つまり、 $t_0 \sim t_1$ と $t_2 \sim t_3$ の期間は短絡状態であり、 $t_1 \sim t_2$ の期間はチョップモードで操作する。

[0043] 以上のように制御すれば、メイン動作モードで駆動している発電ユニットB 3 は $t_0 \sim t_3$ まで電力を供給でき、サブ動作モードで駆動している発電ユニットA 2 は $t_1 \sim t_2$ の期間の一部の電力を供給するため、発電ユニットA 2 と発電ユニットB 3 の発電量バランスが大きく崩れていても対応できる。

[0044] なお、図3のように電力バランスに関する制御量18が反転した場合は、実施例1と同様にメイン動作モードとサブ動作モードを切り替えることによって、電力変換器は所望の電力バランスで電力を出力することが可能である。

実施例 3

[0045] 図4は実施例3の電力変換装置の動作波形を示す。実施例3は、実施例2の、駆動信号生成器13内の、動作モード切り替えタイミングが変化した形

態であり、共通する点は説明を省略する。

[0046] 実施例 1 と実施例 2 では、 V_{ac} が略零となるタイミングで動作モードを切り替えた。実施例 3 は、電力バランスに関する制御量 18 が正負切り替わった時に動作モードを切り替えている。

[0047] ただし、発電ユニット A 2 と発電ユニット B 3 の動作モードを切り替えるタイミングは、各電力変換器のスイッチング状態が等しい時でなければならない。例えば、両電力変換器が短絡状態のときであれば、Q1 と Q2 と Q5 と Q6 がオンの時に切り替える。両電力変換器が正の電圧印加状態であれば、Q1 と Q4 と Q5 と Q8 がオンの時に切り替える。両電力変換器が負の電圧印加状態であれば、Q2 と Q3 と Q6 と Q7 がオンの時に切り替える。

[0048] このように切り替えることで、所望の電力配分に対する誤差は最小限に抑えられる。さらに、スイッチング状態が等しい時に切り替えることでノイズの発生を最小限に抑えることができる。

実施例 4

[0049] 図 5 は実施例 4 の電力変換装置の動作波形を示す。実施例 4 は、実施例 3 の、駆動信号生成器 13 内に、充電モード切り替え制御を追加した形態であり、共通する点は説明を省略する。

[0050] 図 5 (C) に示すように、電力バランスに関する制御量に閾値 V_{th} を設けており、 $t_0 \sim t_7$ までは閾値を超えている。このとき、充電モードで電力変換装置は動作する。

[0051] 以下、充電モードの動作を説明する。まず、 $t_0 \sim t_1$ までは、メイン動作モードで動作している発電ユニット B 2 からサブ動作モードで動作している発電ユニット A 3 へ充電が可能である。そこで、発電ユニット B 2 は電圧印加し、発電ユニット A 3 は逆電圧を印加する。このように制御すると、 $t_0 \sim t_1$ の期間は発電ユニット B 3 から発電ユニット A 3 へ充電することになる。ただし、この時は、発電ユニット A 2 がチョッパ動作をするが、逆電圧を印加するため、Duty は反転する。つまり、Duty の割合で、Q1 と Q2 がオン状態の短絡モードとなり、 $1 - \text{Duty}$ の割合で、Q2 と Q3 がオン状態となる逆電圧印加モー

ドとなる。

[0052] 次に、 $t_1 \sim t_2$ の期間は、発電ユニットB 3から発電ユニットA 2へ充電はできないため、実施例3と同様の動作をする。

[0053] $t_2 \sim t_3$ は $t_0 \sim t_1$ と同じ条件なので、同様の充電モードで動作する。

[0054] $t_3 \sim t_7$ は、逆電圧で充電モード動作をする。発電ユニットA 2はメイン動作モードで動いているので、Q6とQ7をオン状態にして逆電圧を印加し、発電ユニットB 3は1-Dutyの割合で正電圧を印加するチョッパモードで動作する。

[0055] $t_7 \sim t_6$ は、電力バランスに関する制御量が閾値以下なので、実施例3に示したメイン動作モードとサブ動作モードを、電力バランスに関する制御量に従い切り替えて動作する。

[0056] なお、充電モードに切り替えるタイミングおよび、充電モードから切り替わるタイミングも、各電力変換器のスイッチング状態が等しい時に行うことが望ましい。

[0057] 以上のように、充電モードを追加することによって、さらに発電量バランスが大きく崩れていても、所望の電力バランスで電力を出力することが可能である。

実施例 5

[0058] 図7は実施例5の電力変換装置の動作波形を示す。実施例5は、実施例1の、電源Aおよび電源Bへの電力供給回路30と電力変換器の状態量検出器31を追加した形態であり、共通する点は説明を省略する。

[0059] 電力供給部内には、発電器20と電源C32と絶縁トランス33を備える。発電器が発電した電力を電源Cから電源Aと電源Bが受け取る。電源Aと電源Bへ送る電力の配分は電源で調整することも可能である。しかし、電源Aと電源Bが電力配分を制御しなくとも、電力変換器が本実施例のモード切り替え制御を行えば、電力は自由に配分できる。

[0060] 一例として、電力変換器から状態量検出器31を介して、電力変換器の発熱量を制御回路に送信した場合、発熱量の大きな電力変換器が出力する電力

を減らし、発熱量の小さな電力変換器が出力する電力を増やす制御が可能である。

[0061] これにより、熱分散制御が実現できるため、ファンやフィンなど冷却機構の小型化、筐体の小型化、低コスト化に貢献できる。

実施例 6

[0062] 図 8 は実施例 6 の電力変換装置の動作波形を示す。実施例 6 は実施例 2 の発電ユニットが三段あった場合の実施例であり、共通する点は説明を省略する。

[0063] 各電力変換器に印加される直流電圧は、ほぼ等しい値であり、負荷電力のピーク電圧が、2 倍以上であり、かつ、3 倍以下となる値とする。

[0064] 電力バランスに関する制御量は各電力変換器の印加電圧を比較して、電力を出力したい発電ユニット順にメイン動作モード、サブ 1 動作モード、サブ 2 動作モードを割り当てる。図 8 (C) には発電ユニット B 3 と発電ユニット C の電力バランスに関する制御量 V_{ba_bc} のみ示し、前半周期は動作モードを順に、発電ユニット C をメイン動作モード、発電ユニット B をサブ 1 動作モード、発電ユニット A をサブ 2 動作モードとした。後半周期は V_{ba_bc} が反転したので、メイン動作モードとサブ 1 動作モードが切り替わる。

[0065] 図 8 (B) に示すように三段なので、制御量 17 は 3 以下の値となる。Duty 1 以下では、Duty に従いメイン動作モードの電力変換器が駆動し、Duty が 1 以上 2 以下では、メイン動作モードの電力変換器は Duty=1 の動作（つまり、常に電圧印加状態を維持）をし、サブ 1 動作モードの電力変換器が Duty-1 に従いチョッパ動作を行う。Duty が 2 以上では、メイン動作モードとサブ 1 動作モードの電力変換器は Duty=1 の動作をし、サブ 2 動作モードの発電器が Duty-2 に従いチョッパ動作を行う。

[0066] 実施例 6 では略 $V_{ac}=0$ の時に動作モードを切り替える場合を記したが、3 段以上の動作も電力バランスに関する制御量に従い、切り替える電力変換器の素子状態が等しいときであれば、いつでも切り替えて構わない。

[0067] 以上のように制御すれば、3 段以上の時も任意の電力バランスで発電器を

駆動することが可能となる。

[0068] さらに、図9に示すように、例えば電力変換装置をモータに接続し、モータへ供給する電流 I_{out} が図9（C）のように大きく変動した場合、制御量Dutyは2以上から1以下へ急減するが、その時の各発電ユニットの動作は、 $t_0 \sim t_1$ と同じ状態で動作するため、負荷急変にも耐えられる。

実施例 7

[0069] 図10は実施例7の電力変換装置の概略回路図を示す。実施例7は、実施例1の、電力供給部30が多層構造の太陽光パネルの実施例である。

[0070] 太陽光パネルが2層以上の構造体として製作され、A層とB層の励起準位が異なり、A層を透過した光のスペクトルの一部をB層が発電する構造とする。

[0071] 実施例7のように各層ごとに発電ユニットを分離することで、各層ごとの最大電力点に追従することができる。

[0072] 以上のように、発電ユニットを分離、直列接続することで、多層構造の太陽光パネルの場合、各層ごとに最適制御が行えるし、単層構造の太陽光パネルも配置位置や配置角度が異なる場合、例えば東面と西面に配置した場合など、各動作の条件が等しいパネルごとに最適制御が行えるため、発電効率が良い。これを実現するためには、実施例1～6に示したインバータの電力バランスを所望のバランスに設定する。

[0073] これにより、太陽光発電システムにおいて、実施例1～6で説明した効果を得ることができる。

符号の説明

- [0074]
- 1 電力変換装置
 - 2 発電ユニットA
 - 3 発電ユニットB
 - 4 制御回路
 - 5 平滑フィルタ
 - 6 交流電力
 - 7 交流リアクトルACL

8 蓄電素子Cac

9 電源

10 電圧検出器

11 電力変換器

12 制御量演算器

13 駆動信号生成器

14 交流電圧波形

15 発電ユニットA動作波形

16 発電ユニットB動作波形

17 制御量Duty

18 電力バランスに関する制御量Vba

19 制御量Dutyから1を引いた値。ただし、 $0 \leq \text{Duty}-1 \leq 1$ であり、 $\text{Duty}-1 < 0$ の時は $\text{Duty}-1 = 0$ とし、 $1 < \text{Duty}-1$ の時は $\text{Duty}-1 = 1$ とする。

20 発電器

21 コンバータ

22 蓄電素子Ca、Cb

23 絶縁素子

30 電力供給部

31 状態量検出器

32 電源C

33 絶縁トランス

40 発電ユニットC動作波形

41 制御量Dutyから2を引いた値。ただし、 $0 \leq \text{Duty}-2 \leq 1$ であり、 $\text{Duty}-2 < 0$ の時は $\text{Duty}-2 = 0$ とし、 $1 < \text{Duty}-2$ の時は $\text{Duty}-2 = 1$ とする。

42 負荷電流

Vca 電力変換器Aの両端電圧情報

Vcb 電力変換器Bの両端電圧情報

Vcc 電力変換器Cの両端電圧情報

Vth 閾値

Vac 交流電力の両端電圧情報

Vba_bc 電力変換器Bと電力変換器Cとの電力バランスに関する制御量

請求の範囲

- [請求項1] 直流電力を出力する複数の電源と、
該複数の電源の各々に対応して設けられ、直流電力を交流電力に変換する複数の電力変換器と、
該複数の電力変換器の出力電力を重畳することによって、3レベル以上の電圧レベルを出力できる電力変換装置であって、
各電力変換器の動作モードを切り替えることによって、
各電力変換器に流れる電力の配分を制御することを特徴とする電力変換装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の電力変換装置において、
各電源間の電圧が略等しくなるように制御することで、
各電力変換器に流れる電力の配分を制御することを特徴とする電力変換装置。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の電力変換装置において、
各電力変換器は、
交流電力の半周期に複数回電圧を出力するチョッパモードと、
前記交流電力の半周期に1回だけ電圧を出力するワンパルスモードと、
の両モードを切り替えて電圧を出力することができ、
両モードの切り替えは、前記交流電力が略零となるタイミングで行われることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項4] 請求項1または2に記載の電力変換装置において、
各電力変換器は一つの制御量を共有し、
各電力変換器のスイッチング状態が等しい時に、
メイン動作モードとサブ動作モードを切り替えることで、
各電力変換器に流れる電力の配分を制御することを特徴とする電力変換装置。
- [請求項5] 請求項1または2に記載の電力変換装置において、

電力バランスに関する一つの制御量を演算し、
該制御量が閾値を超えている時に、
充電モードで動作することを特徴とする電力変換装置。

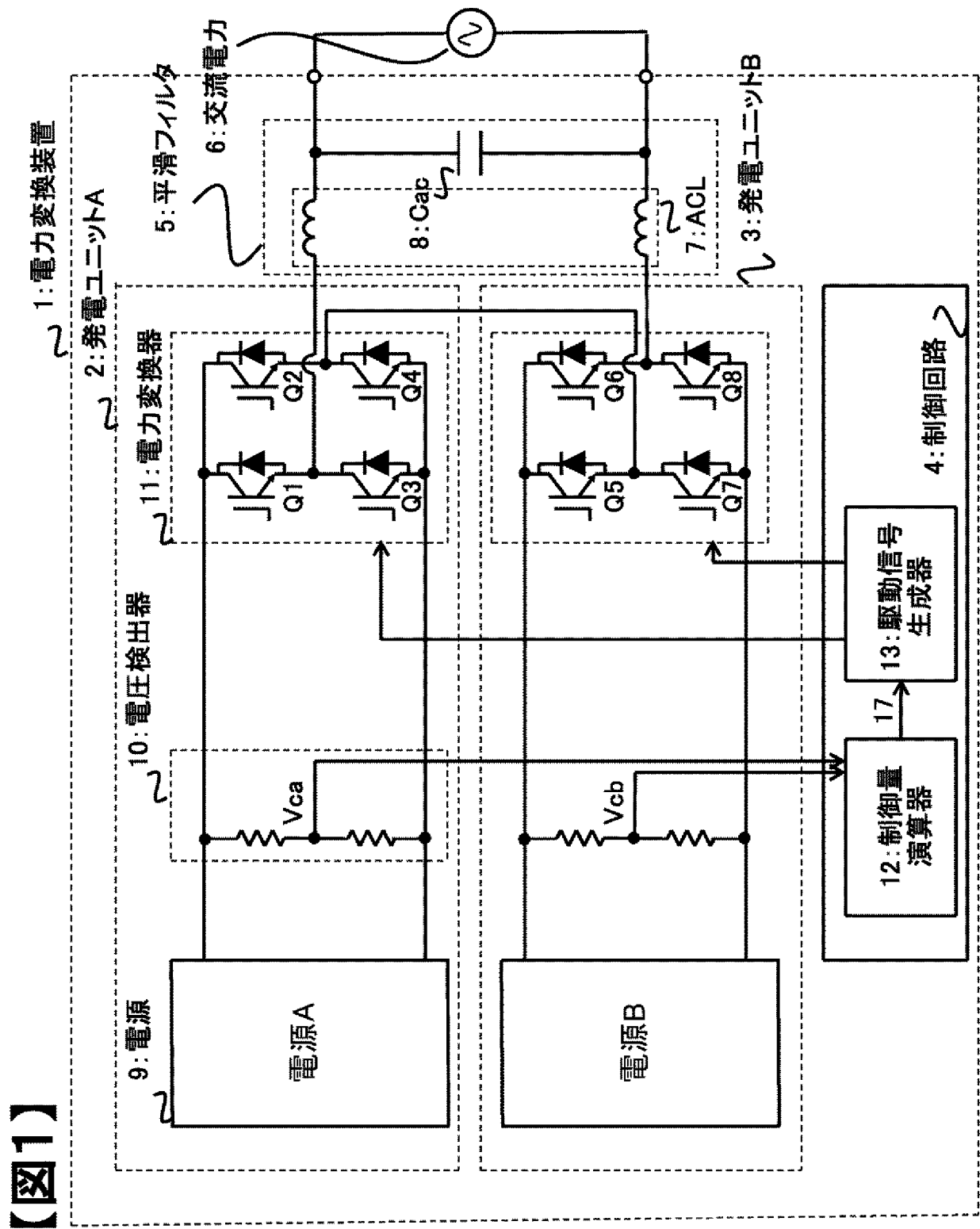
- [請求項6] 発電器と、電力変換器と、制御回路を有し、交流電力を入出力する電力変換装置において、
前記発電器とコンバータと蓄電素子と電力変換器を有する発電ユニットが複数台直列に接続され、
前記発電ユニットを制御する制御回路を有し、
前記全ての発電ユニット内の該電力変換器の印加電圧を電圧検出器によって検出し、前記検出された電圧の総和と電圧指令値とを制御量演算器で比較演算し、該演算結果をもとに駆動信号生成器が駆動信号に変換し、全ての発電ユニット内の電力変換器を駆動することで、交流電力を出力することを特徴とする電力変換装置。

- [請求項7] 請求項6に記載の電力変換装置において、
前記発電ユニットがN個直列接続されている場合において、
前記電圧検出器は、少なくともN-1個は絶縁型で電圧検出器が構成され、
前記電力変換器の駆動信号は、少なくともN-1個の発電ユニットの駆動信号は全て絶縁手段を介して電力変換器を駆動することを特徴とする電力変換装置。

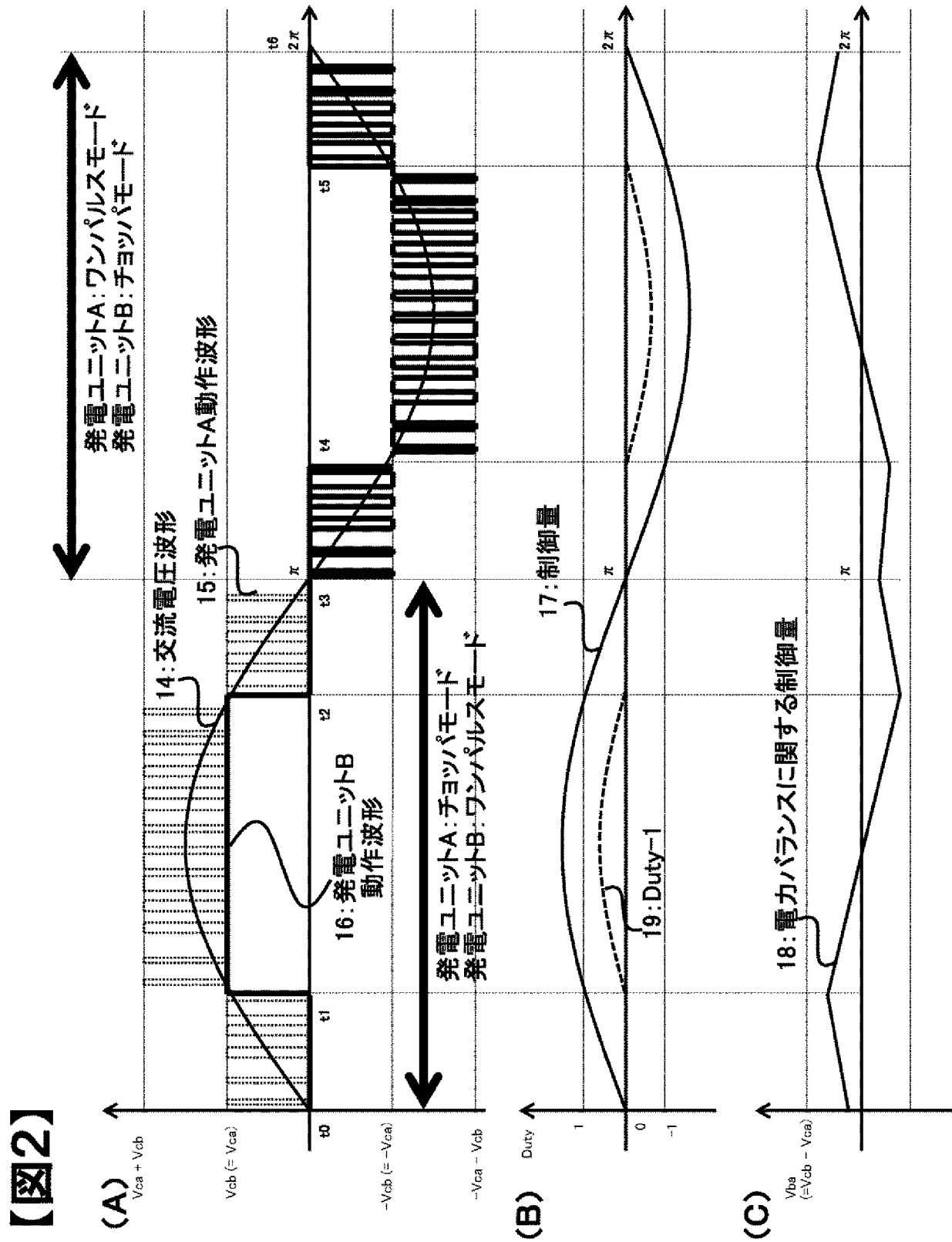
- [請求項8] 請求項7に記載の電力変換装置において、
前記交流電力の電圧を、絶縁手段を介して検出し、前記N個の蓄電素子の電圧と、該交流電力の電圧を前記制御回路内で演算し、駆動信号を得ることを特徴とする電力変換装置。

- [請求項9] 請求項6から8何れか一項に記載の電力変換装置において、
各発電ユニットに接続される発電器は、各発電条件が略等しいことを特徴とする電力変換装置。

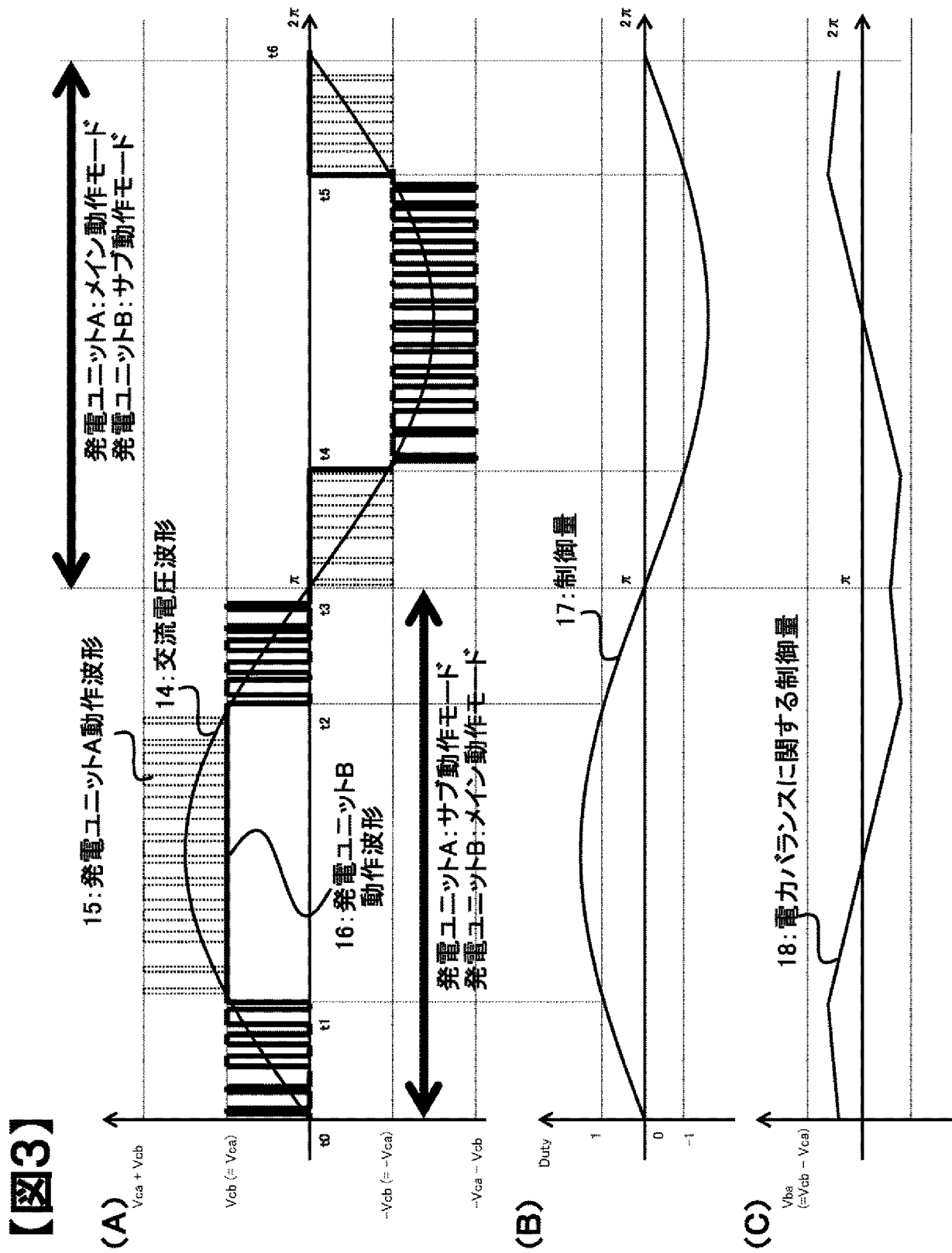
【図1】



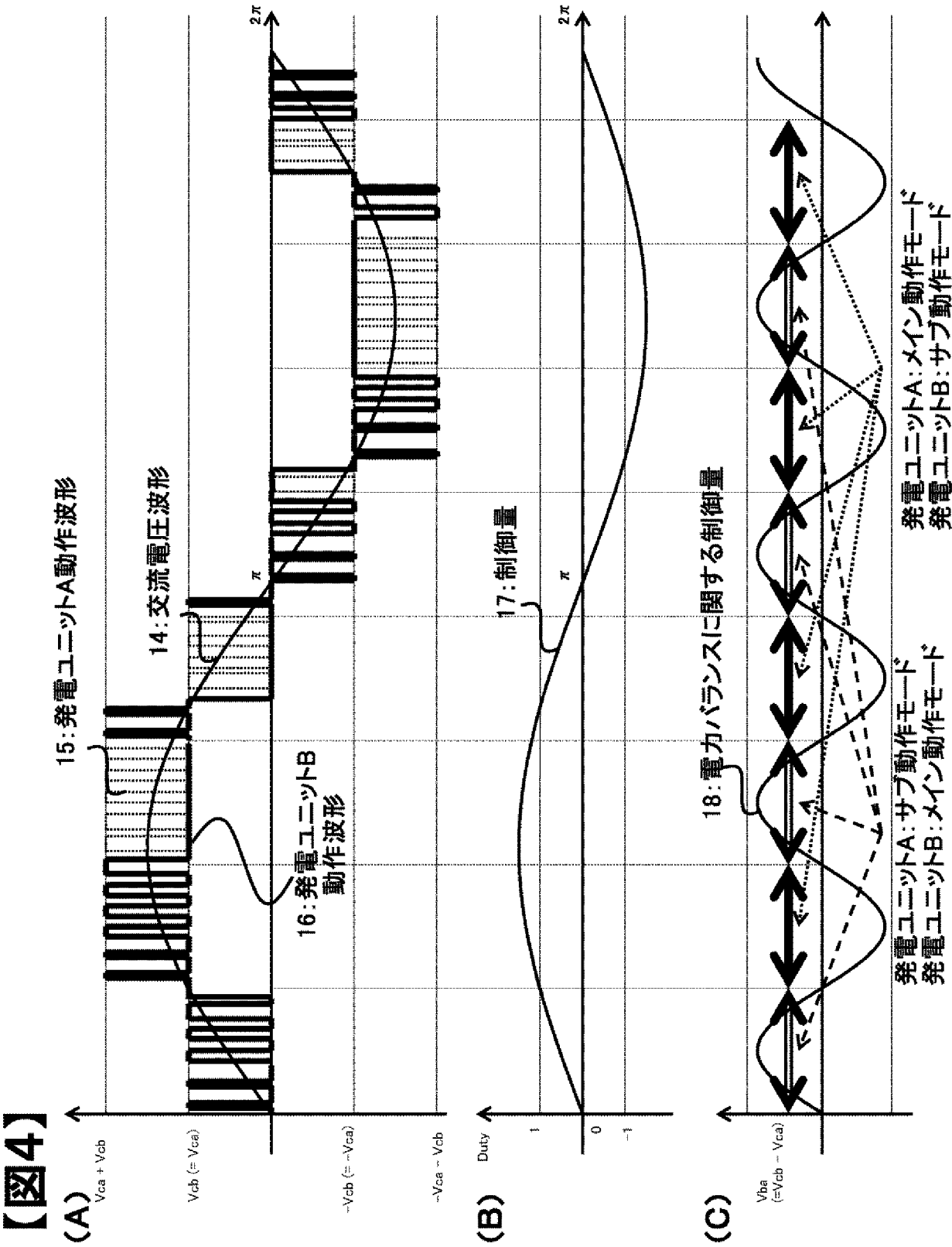
【図2】



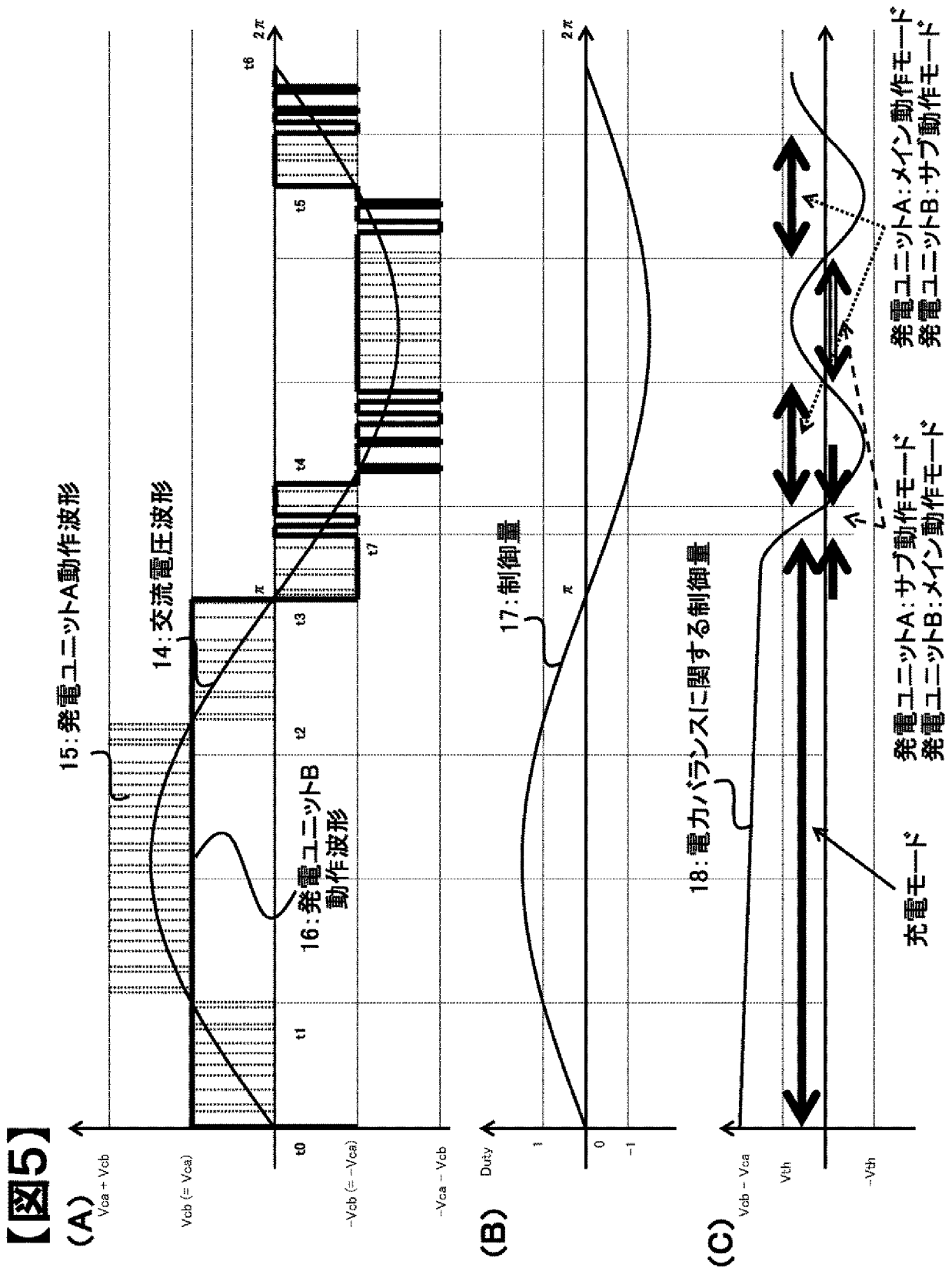
【図3】



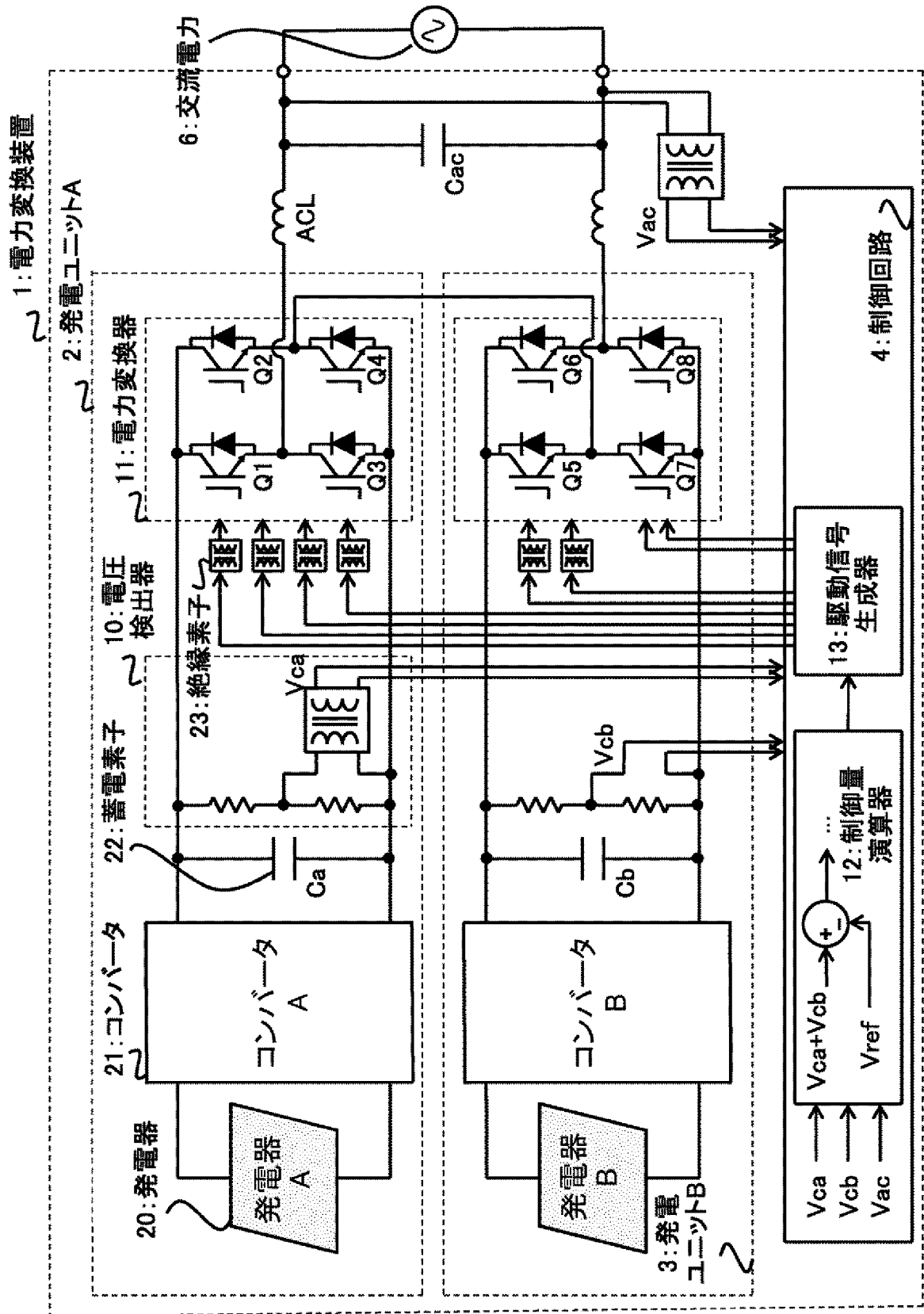
[図4]



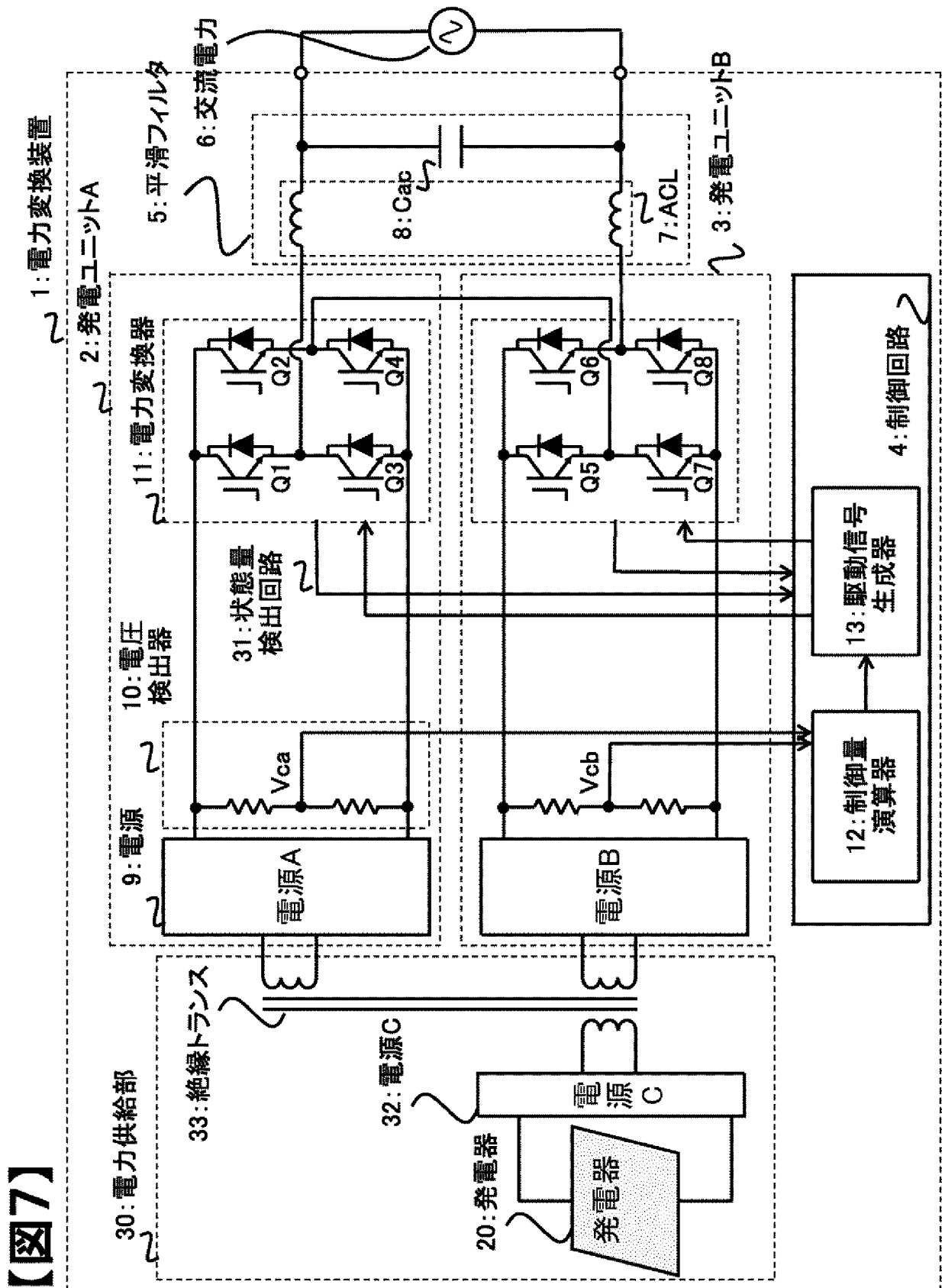
【図5】



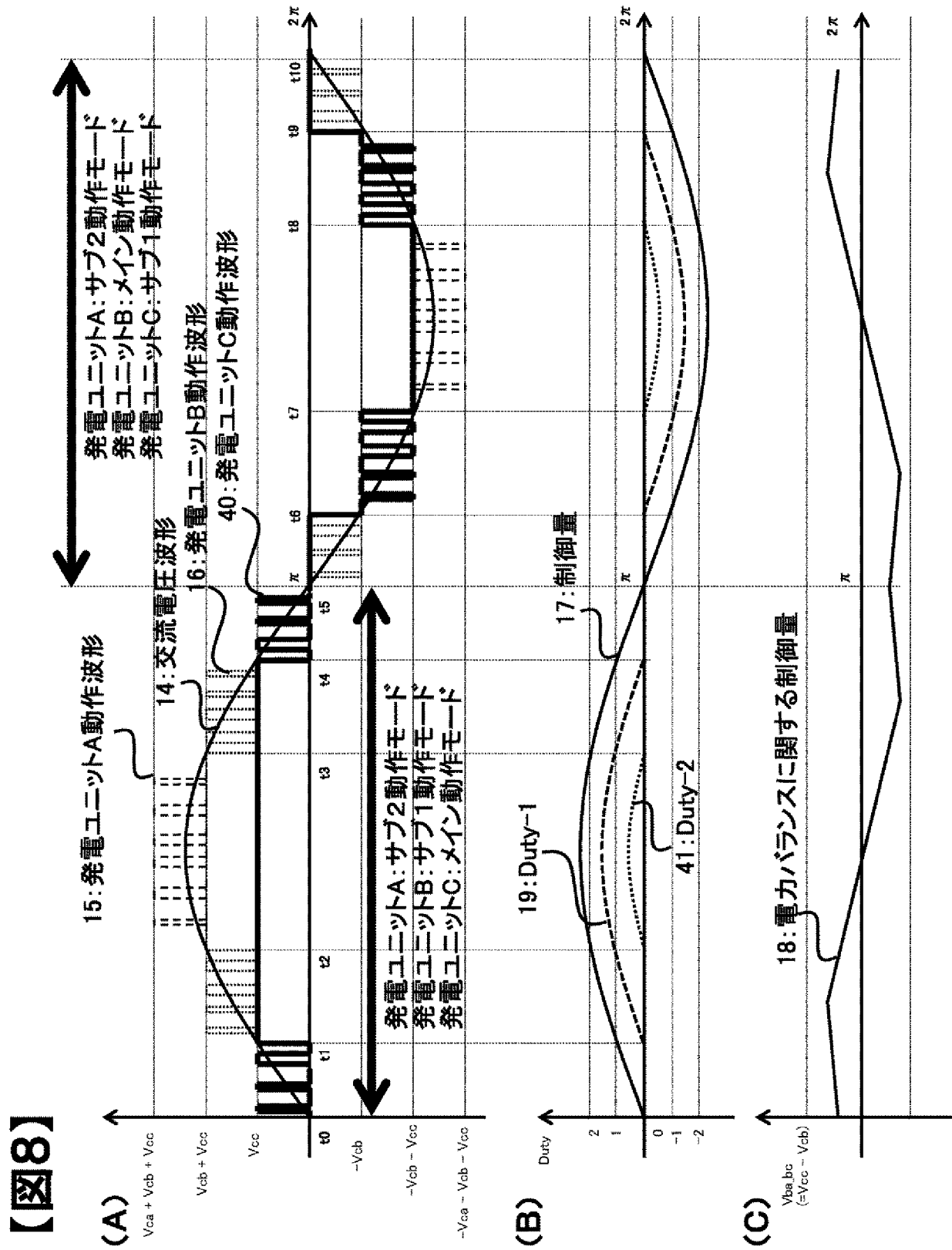
【図6】



【図7】

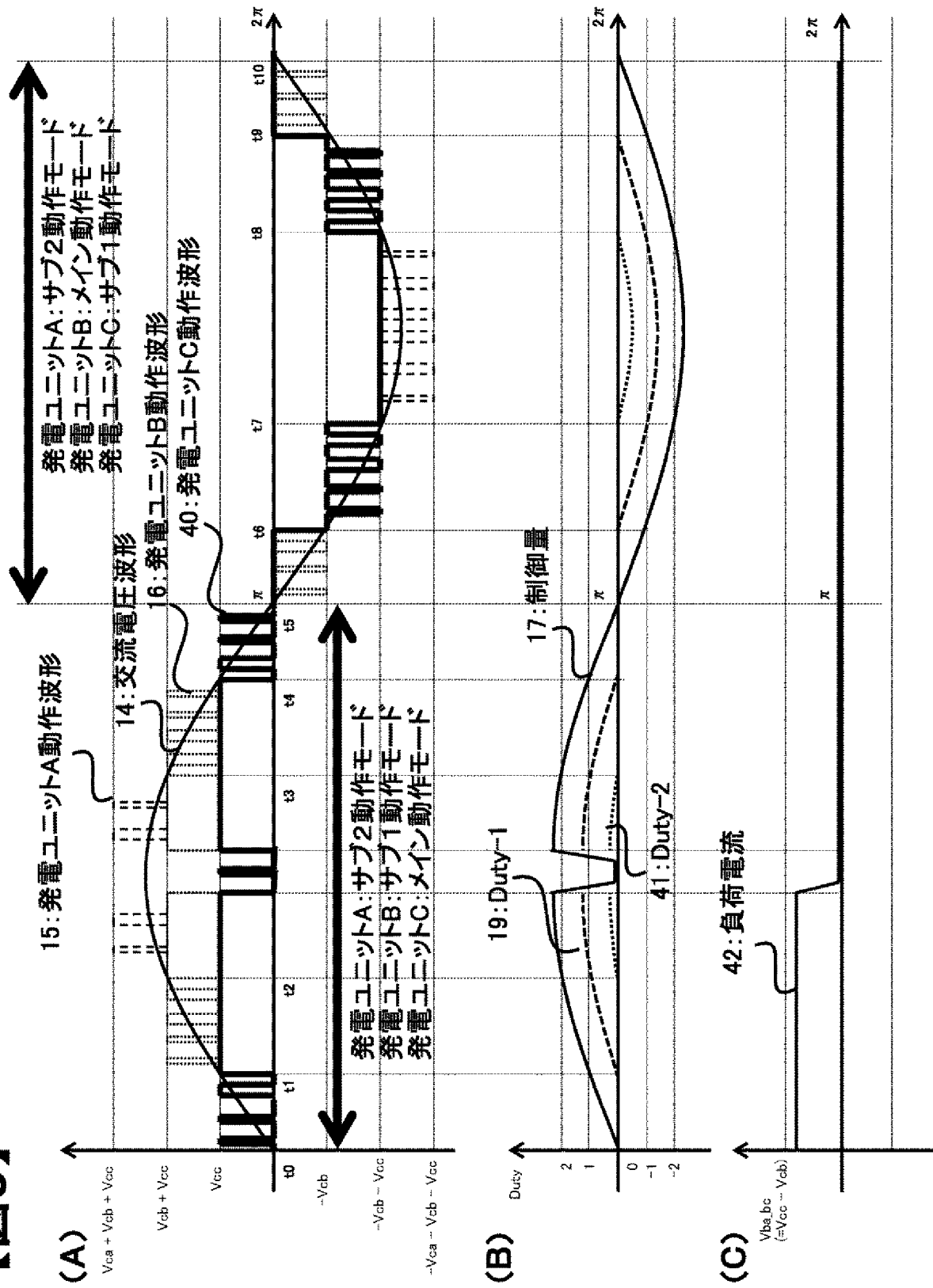


【図8】

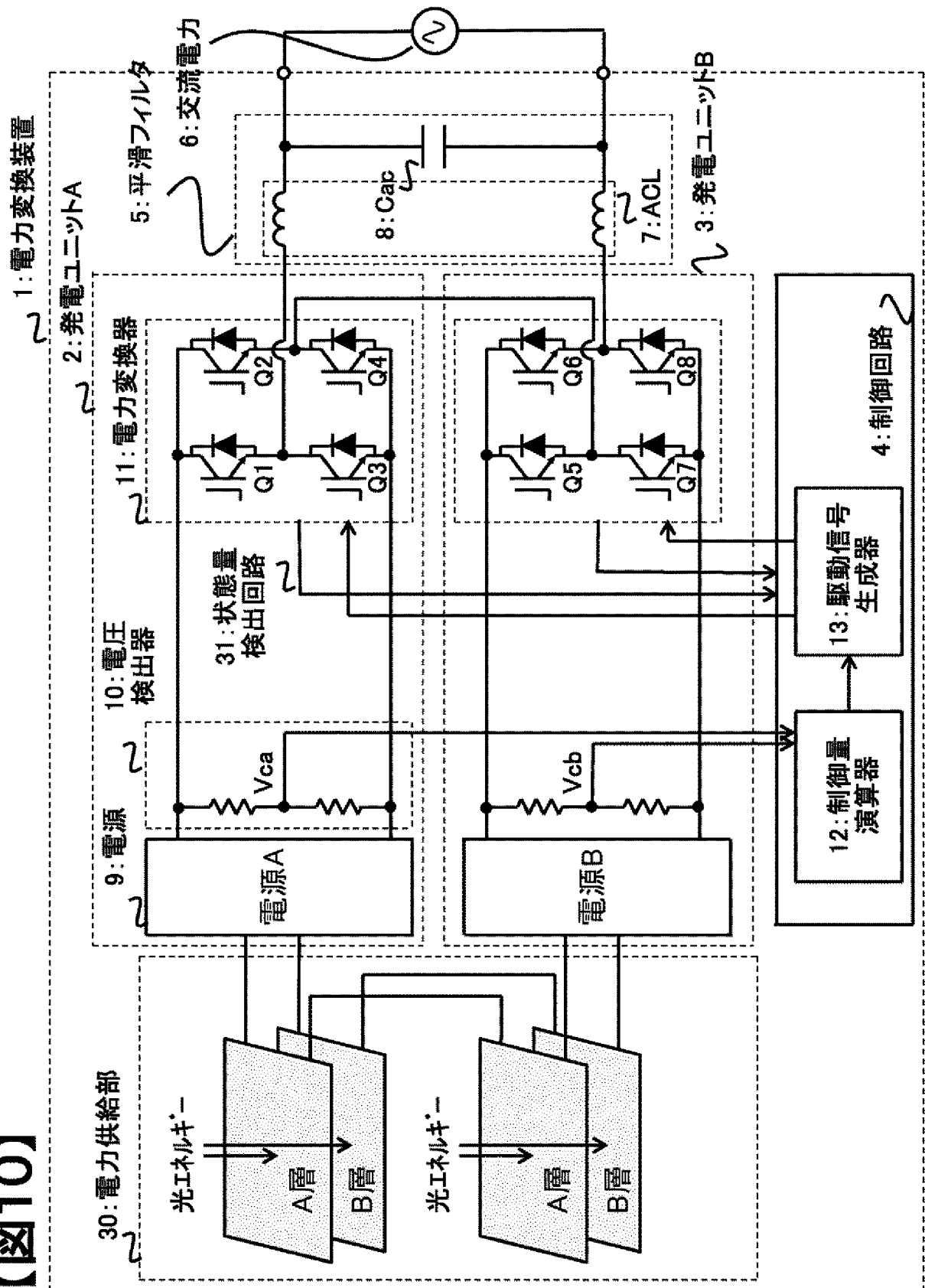


【図9】

【図9】



【O】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/065915

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M7/49(2007.01) 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)

H02M7/49, H02M7/48

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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	JP 2006-320103 A (Fuji Electric Systems Co., Ltd.), 24 November 2006 (24.11.2006), paragraphs [0018] to [0025]; fig. 15 to 18 (Family: none)	1-5
Y	WO 2011/033698 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 24 March 2011 (24.03.2011), paragraphs [0009] to [0012]; fig. 1 to 3 & US 2012/0099353 A1 & DE 112010003664 T5 & CN 102511123 A	1-5
Y	WO 2010/086929 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 05 August 2010 (05.08.2010), paragraphs [0009] to [0020]; fig. 1 to 5 & US 2011/0273916 A1 & EP 2383877 A1 & CN 102301579 A	2-5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 September, 2013 (02.09.13)Date of mailing of the international search report
10 September, 2013 (10.09.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/065915

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2013/080469 A1 (Panasonic Corp.), 06 June 2013 (06.06.2013), paragraphs [0154] to [0170]; fig. 4 (Family: none)	6-9
Y	JP 2012-65437 A (Toshiba Corp.), 29 March 2012 (29.03.2012), paragraphs [0012] to [0021]; fig. 3 (Family: none)	6-9
Y	JP 8-186984 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 16 July 1996 (16.07.1996), paragraph [0013]; fig. 3 (Family: none)	7-9
Y	JP 2010-142085 A (Omron Corp.), 24 June 2010 (24.06.2010), paragraphs [0009] to [0011]; fig. 5b (Family: none)	7-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/065915

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The technical feature common to the inventions of claims 1 and 6 is in that "a power conversion device has a plurality of power converters connected in series and superimposes and outputs the output powers of the power converters".

However, the above-said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the document 1 (JP 2006-320103 A (Fuji Electric Systems Co., Ltd.), 24 November 2006 (24.11.2006), paragraphs [0018] to [0025]; fig. 15 to 18).

(Continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/065915

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

Further, there is no other same or corresponding special technical feature between these inventions.

Accordingly, the following two inventions (invention groups) are involved in claims.

(Invention 1) the inventions of claims 1-5

The power conversion device of claim 1

(Invention 2) the inventions of claims 6-9

The power conversion device of claim 6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02M7/49(2007.01)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. H02M7/49, 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	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013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	JP 2006-320103 A（富士電機システムズ株式会社）2006.11.24, 段落【0018】－【0025】, 図15－18（ファミリーなし）	1-5
Y	WO 2011/033698 A1（三菱電機株式会社）2011.03.24, 段落[0009]－[0012], 図1－3 & US 2012/0099353 A1 & DE 112010003664 T5 & CN 102511123 A	1-5

☒ 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

02.09.2013

国際調査報告の発送日

10.09.2013

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）

安池 一貴

3V

9150

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

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
Y	WO 2010/086929 A1 (三菱電機株式会社) 2010.08.05, 段落 [0009] – [0020], 図 1 – 5 & US 2011/0273916 A1 & EP 2383877 A1 & CN 102301579 A	2-5
Y	WO 2013/080469 A1 (パナソニック株式会社) 2013.06.06, 段落 [0154] – [0170], 図 4 (ファミリーなし)	6-9
Y	JP 2012-65437 A (株式会社東芝) 2012.03.29, 段落【0012】–【0021】, 図 3 (ファミリーなし)	6-9
Y	JP 8-186984 A (日産自動車株式会社) 1996.07.16, 段落【0013】, 図 3 (ファミリーなし)	7-9
Y	JP 2010-142085 A (オムロン株式会社) 2010.06.24, 段落【0009】 – 【0011】, 図 5 b (ファミリーなし)	7-9

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明、請求項6に係る発明は、「電力変換器を複数台直列に接続し、複数の電力変換器の出力電力を重畳して出力する電力変換装置」という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1（JP 2006-320103 A（富士電機システムズ株式会社）2006.11.24、段落【0018】－【0025】、図15－18）の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、ほかに同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。そして、請求の範囲には、以下に示す2の発明（群）が含まれる。

（発明1）請求項1-5に係る発明

請求項1の事項を有する電力変換装置。

（発明2）請求項6-9に係る発明

請求項6の事項を有する電力変換装置。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。