

(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
2012 年 11 月 1 日(01.11.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/147257 A1

- (51) 国際特許分類:
G05F 1/67 (2006.01) *H02M 3/155* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/001443
- (22) 国際出願日: 2012 年 3 月 2 日(02.03.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-096725 2011 年 4 月 25 日(25.04.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタホールディングス株式会社 (KONICA MINOLTA HOLDINGS, INC.) [JP/JP]; 〒1000005 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 塩田 奈津子 (SHIOTA, Natsuko) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタテクノロ

ジーセンター株式会社内 Tokyo (JP). 木戸 稔人 (KIDO, Toshihito) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 久保 幸雄, 外 (KUBO, Yukio et al.); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島 7 丁目 1 番 2 6 号 オリエンタル新大阪ビル Osaka (JP).

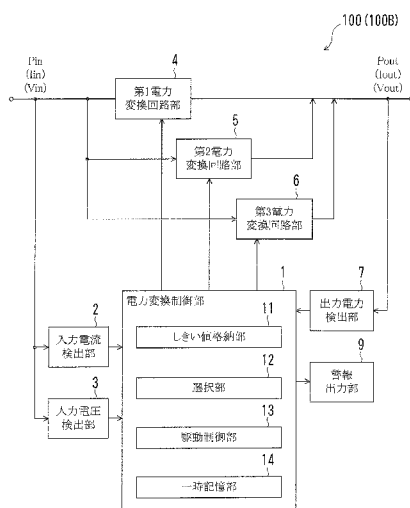
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, 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.

[続葉有]

(54) Title: POWER CONVERSION DEVICE AND SOLAR POWER GENERATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 電力変換装置および太陽光発電システム

[図2]



(57) Abstract: This power conversion device for power conversion of input power inputted as direct-current power and for output of output power comprises: an output power detection unit for detecting the output power; a plurality of power conversion circuit units for power conversion of the input power, the power conversion circuit units having mutually different input current ranges and having portions of overlap with neighboring input current ranges; and a power conversion control unit for selecting one power conversion circuit unit from among the plurality of power conversion circuit units, on the basis of the detection value from the output power detection unit, and controlling the maximum power point tracking for the one selected power conversion circuit unit.

(57) 要約: 直流電力として入力される入力電力を電力変換して出力電力を出力する電力変換装置であって、出力電力を検出する出力電力検出部と、入力電力を電力変換するものであり、入力電流範囲が互いに異なりかつ隣合う入力電流範囲とは重複する部分を有する複数の電力変換回路部と、出力電力検出部の検出値に基づいて、複数の電力変換回路部のうちから1つの電力変換回路部を選択し、選択した1つの電力変換回路部に対して最大電力点追従制御を行う電力変換制御部と、を有する。

- 1 Power conversion control unit
- 2 Input current detection unit
- 3 Input voltage detection unit
- 4 First power conversion circuit unit
- 5 Second power conversion circuit unit
- 6 Third power conversion circuit unit
- 7 Output power detection unit
- 9 Alarm output unit
- 11 Threshold value storage unit
- 12 Selection unit
- 13 Drive control unit
- 14 Temporary memory unit



(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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, 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：電力変換装置および太陽光発電システム

背景技術

- [0001] 本発明は、直流電力として入力される入力電力を電力変換して出力する電力変換装置、および該電力変換装置を備える太陽光発電システムに関する。
- [0002] 近年、化石燃料の枯渇に対応するため、環境への配慮の必要性等から、再生可能な自然エネルギーの普及が望まれている。特に太陽電池は、環境への影響が少なく、今後の一層の発展が期待される。太陽電池により発電された電力は、蓄電池に蓄電されたり、電力会社に売電されることにより有効に利用されている。太陽電池は日射量により出力が変動することから、天候等により出力が左右されるため、電力の供給量を制御することは困難である。太陽電池の出力の変動幅の全域において、高い変換効率で出力が取り出されることが好ましい。
- [0003] 図15は、一般的な太陽電池の特性の例を示すグラフである。図15において、横軸は、太陽電池の出力電圧を示し、縦軸は太陽電池の出力電流を示す。図15に示されているように、太陽電池の出力特性は、日射量により大きく変動し、特に出力電流幅が大きく変動する。
- [0004] 例えば、太陽電池により発電された電力を商用電力として利用する場合には、太陽電池の直流の出力電力を商用電力の交流周波数と電圧とに整合させる必要がある。この整合を行う装置を連系用整合装置と呼ぶが、連系用整合装置での整合の効率を高く保つために、太陽電池の出力を連系用整合装置に直接に入力するのではなく、連系用整合装置の効率を高く保てる範囲の入力電圧および入力電流に変換してから連系用整合装置に入力することが好ましい。この変換を行う回路を電力変換回路と呼ぶ。そして、電力変換回路は、変動幅の大きい太陽電池の出力特性に合わせて、広い入力電流域において高い変換効率を有することが好ましい。
- [0005] 電力変換回路において、広い入力電流域に対して高い変換効率を維持するためには、出力電流域が広い場合であっても高い変換効率が要求される。出

力電圧を一定の値に維持する場合には、所定の範囲の出力電流において高い変換効率を有する電力変換回路を実現することは可能であるが、広い出力電流域において高い変換効率を維持する電力変換回路を実現することは困難である。従来の電力変換回路においては、出力電流が所定の範囲から外れると、電力変換回路の変換効率が低下することになる。つまり、出力電流として大電流が必要な場合には、出力電流が大電流である場合に高い変換効率を有する電力変換回路を用いればよいが、その電力変換回路により小電流を出力させる場合には、変換効率が低下する可能性がある。

[0006] 単一の電力変換回路により、大電流の出力電流および小電流の出力電流のいずれにおいても高い変換効率を実現するために、出力電流の範囲に応じて、電力変換における周波数または制御方式（PWM・PFM）等の制御条件を変更することが行われている。例えば、出力電流が大きい場合は周波数一定のPWM制御とし、出力電流が小さい場合にはON幅一定のPFM制御として回路を制御することにより対応している。

[0007] また、特許文献1には、同じ構成の電力変換回路を複数持ち、出力電流に応じて、使用する回路数を増減する電源装置が開示されている。この電源装置は、複数の回路を組み合わせることで、出力電流に応じた電力変換回路を構成し、単一の電力変換回路を用いる場合よりも広い出力電流域において高い変換効率を維持することができる。

[0008] 上述したように、単一の電力変換回路において、周波数や制御方式（PWM・PFM）等を変更することで、ある程度の範囲の出力電流域において高い変換効率を維持することは可能である。しかし、その出力電流域の範囲には限界があり、太陽電池の出力を効率よく取り出すには十分な範囲とは言えない。

[0009] 特許文献1の電源装置は、組み合わせる回路の数を増やすことにより、高い変換効率を維持できる出力電流域の範囲を広げることができるが、その範囲にも限界があり、太陽電池の出力を効率よく取り出すには十分な範囲とは言えない。特許文献1の電源装置は、同じ構成の回路を組み合わせることか

ら、必要とする回路の数が比較的多くなるため、電源装置が大型化、高コスト化するという問題がある。また、同じ構成の回路を組み合わせることにより広い出力電流域において最適の電力変換回路を構成するには、回路の設計が複雑になり、回路設計にかかる時間が長くなるという問題がある。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開2009-232587号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 本発明の目的は、広い入力電流域および出力電流域を持ち、広い範囲での入力電流の変動に対応して効率よく電力を出力し、かつ、小型化・低コスト化が可能な電力変換装置を提供することである。

[0012] 本発明に係る一実施形態の電力変換装置は、直流電力として入力される入力電力を電力変換して出力電力を出力する電力変換装置であって、前記出力電力を検出する出力電力検出部と、前記入力電力を電力変換するものであり、入力電流範囲が互いに異なりかつ隣合う入力電流範囲とは重複する部分を有する複数の電力変換回路部と、前記出力電力検出部の検出値に基づいて、前記複数の電力変換回路部のうちから1つの電力変換回路部を選択し、選択した前記1つの電力変換回路部に対して最大電力点追従制御を行う電力変換制御部と、を有する。

[0013] 一実施形態の電力変換装置によれば、広い入力電流域および出力電流域を持ち、広い範囲での入力電流の変動に対応して効率よく電力を出力し、かつ、小型化・低コスト化が可能である。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]実施形態に係る電力変換装置を用いた太陽光発電システムの構成を示すブロック図である。

[図2]本実施形態に係る電力変換装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図3]本実施形態に係る電力変換装置の構成の一例の一部を回路図とした説明図である。

[図4]本実施形態に係る電力変換装置の各電力変換回路部の入力電流と出力電力との関係を示すグラフである。

[図5]電力変換回路部における出力電流と変換効率との関係の例を示すグラフである。

[図6]出力電力が第1しきい値と等しい場合の各電力変換回路部の出力電圧および出力電力の関係を示す図である。

[図7]出力電力が第2しきい値と等しい場合の各電力変換回路部の出力電圧および出力電力の関係を示す図である。

[図8]第3電力変換回路部を用いることが好ましい状態における各電力変換回路部の出力電圧および出力電力の関係を示す図である。

[図9]一般的なMPPT制御について説明するための太陽電池の出力におけるI-V特性およびP-V特性を示す図である。

[図10]実施形態1に係る電力変換装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図11]実施形態1に係る電力変換装置におけるしきい値に基づく電力変換回路部の選択についての動作の一例を示すフローチャートである。

[図12]MPPT制御の一例を示すフローチャートである。

[図13]実施形態2に係る電力変換装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図14]実施形態2に係る電力変換装置における電力変換回路部の選択について説明するための図である。

[図15]太陽電池の特性の例を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0015] 図1は、実施形態に係る電力変換装置を用いた太陽光発電システムの構成を示すブロック図である。図1に示すように、実施形態1または2に係る電力変換装置100（または100B）および太陽電池PVを用いて、商用電

力系統と連系して使用される太陽光発電システムを実現することができる。
この太陽光発電システムは、太陽電池 P V と、太陽電池 P V に接続された電力変換装置 1 0 0（または 1 0 0 B）と、電力変換装置 1 0 0 により電力変換された出力をさらに変圧したり、直流－交流変換等することで商用電力系統に整合させるための連系用整合装置 2 0 0 とを備え、連系用整合装置 2 0 0 は商用電力系統に接続されている。

[0016] 太陽電池 P V は日射量に応じて発電を行い、電力を出力する。

[0017] 電力変換装置 1 0 0（または 1 0 0 B）は、入力された電力を高い変換効率で変換して出力する。電力変換装置 1 0 0（または 1 0 0 B）の詳細については、後述する。

[0018] 連系用整合装置 2 0 0 は、例えば D C－A C インバータ回路を備え、電力変換装置 1 0 0 からの出力を商用電力系統に送電できるように、1 0 0 V 程度または 2 0 0 V 程度の商用電力の交流電圧へと変換する。

[0019] 太陽光が入射することで発電した太陽電池 P V から出力された電力が、電力変換装置 1 0 0 に入力される。電力変換装置 1 0 0 では、太陽電池 P V からの出力を入力とし、その入力電流値の範囲にかかわらず高い変換効率で電力変換して出力する。電力変換装置 1 0 0 により変換された電力は連系用整合装置 2 0 0 に入力され、商用電力系統で伝送可能なように適宜変換され、商用電力系統へと送電される。これにより、太陽電池 P V からの出力を有効に売電することができる。

[0020] また、電力変換装置 1 0 0 の入力側は太陽電池 P V に接続した状態で、出力側を蓄電池に接続して、太陽電池 P V により発電された電力を蓄電池に蓄電することもできる。

[0021] （実施形態 1）

実施形態 1 に係る電力変換装置 1 0 0 を用いることにより、太陽電池 P V からの出力を高い変換効率で取り出すことができる太陽光発電システムを構成することができる。実施形態 1 に係る電力変換装置 1 0 0 について、図面を参照して説明する。

[0022] 図2は本実施形態に係る電力変換装置の構成の一例を示すブロック図である。図3は本実施形態に係る電力変換装置の構成の一例の一部を回路図とした説明図であって、実施形態1に係る電力変換装置100に太陽電池PVが接続されている。

[0023] 図2に示すように、電力変換装置100は、電力変換制御部1と、入力電力 P_{in} の電流である入力電流 I_{in} を検出する入力電流検出部2と、入力電力 P_{in} の電圧である入力電圧 V_{in} を検出する入力電圧検出部3と、電力変換を行う第1電力変換回路部4、第2電力変換回路部5および第3電力変換回路部6と、出力電力 P_{out} を検出する出力電力検出部7と、警報信号を出力する警報出力部9とを備えている。なお、出力電力 P_{out} は、出力電力 P_{out} の電流である出力電流 I_{out} と、出力電力 P_{out} の電圧である出力電圧 V_{out} との積で表される。

[0024] 第1～3電力変換回路部4～6は、それぞれ入力電力を変換して出力するように構成された回路であって、これらは互いに入力電流範囲が異なる。第1～3電力変換回路部4～6には、電力変換装置100に入力された電力が入力されるが、その入力には電力変換制御部1により制御されている。

[0025] 図3に示すように、第1～3電力変換回路部4～6は、スイッチング素子 $FET1$ 、 $FET2$ 、 $FET3$ と、転流ダイオード $D1$ 、 $D2$ 、 $D3$ と、電力変換時にエネルギーを蓄積するためのインダクタであるコイル（リアクトル） $L1$ 、 $L2$ 、 $L3$ と、コンデンサ $C1$ 、 $C2$ 、 $C3$ とを備えている。

[0026] スwitching素子 $FET1$ ～3は、いずれも $MOSFET$ （Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor：金属－酸化物－半導体電界効果型トランジスタ）とすればよい。転流ダイオード $D1$ ～3は、通常のダイオードであってもツェナーダイオードであってもよい。第1～3電力変換回路部4～6は、降圧型の DC/DC コンバーターを構成している。スイッチング素子 $FET1$ ～3のゲートは、それぞれ電力変換制御部1に接続されていて、電力変換制御部1から送信される駆動信号 $S1$ ～3により、 ON 、 OFF が制御される。電力変換制御部1により、太陽電池PVの出力を変換するた

めに第1～3電力変換回路部4～6のいずれを用いるかを選択することができ、さらに電力変換制御部1により、第1～3電力変換回路部4～6のそれぞれが制御される。

[0027] 第1～3電力変換回路部4～6において、各コイルL1～3のインダクタンスは互いに異なる値を有しており、それぞれにおける入力電流に対する出力電力の値が互いに異なる。

[0028] 図4を用いて、第1～3電力変換回路部4～6の入力電流 I_{in} と出力電力 P_{out} との関係について説明する。図4は本実施形態に係る電力変換装置の各電力変換回路部の入力電流と出力電力との関係を示すグラフである。図4に示すように、第1～3電力変換回路部4～6は、それぞれ入力電流 I_{in} に対する出力電力 P_{out} の特性が異なる。各第1～3電力変換回路部4～6におけるピークの出力電力を得るときの入力電流 I_{in} の値も各電力変換回路部において互いに異なる。

[0029] 第1～3電力変換回路部4～6の各入力電流範囲が互いに異なり、かつ隣合う入力電流範囲とは重複する部分を有している。つまり、図4に示しているように、第1電力変換回路部4および第2電力変換回路部5の入力電流範囲は隣合っていて、これらの電流範囲は重複している（図4において破線で示した部分を参照）。同様に、第2電力変換回路部5および第3電力変換回路部6の入力電流範囲は隣合っていて、これらの電流範囲は重複している（図4において破線で示した部分を参照）。

[0030] 第1～3電力変換回路部4～6のいずれか1つを用いて電力変換を行う場合に、最も大きな出力電力 P_{out} を得ることができる各電力変換回路部の入力電流 I_{in} の境界が、しきい値 I_{th1} および I_{th2} であり、小電流側に位置するものを小電流側しきい値 I_{th1} とし、大電流側に位置するものを大電流側しきい値 I_{th2} とする。

[0031] 入力電流 I_{in} が小電流側しきい値 I_{th1} よりも小さい場合は第1電力変換回路部4により電力変換を行うことが好ましく、入力電流 I_{in} が小電流側しきい値 I_{th1} 以上で大電流側しきい値 I_{th2} よりも小さい場合は

第2電力変換回路部5により電力変換を行うことが好ましく、入力電流 I_{in} が大電流側しきい値 I_{th2} 以上である場合は第3電力変換回路部6により電力変換を行うことが好ましい。

[0032] ここで、図4に示すように、入力電流 I_{in} =小電流側しきい値 I_{th1} の場合の出力電力を第1しきい値 P_{th1} とし、入力電流 I_{in} =大電流側しきい値 I_{th2} の場合の出力電力を第2しきい値 P_{th2} とする。本実施形態では、電力変換に用いる電力変換回路部を、第1しきい値 P_{th1} および第2しきい値 P_{th2} を用いて選択する。電力変換された結果としての出力電力を用いて電力変換回路部を選択することで、より正確に電力変換回路部を選択することができる。

[0033] 第1～3電力変換回路部4～6は、入力電流 I_{in} および出力電流 I_{out} の値により変換効率が変化する。特に、コイル L_1 ～3のインダクタンスおよび直流抵抗により変換効率の高低が決まってくる。図5は、電力変換回路部における出力電流と変換効率との関係の例を示すグラフである。図5（A）は出力電流 I_{out} が比較的大きい場合に好ましい電力変換回路部に関するグラフであり、図5（B）は出力電流 I_{out} が比較的小さい場合に好ましい電力変換回路部に関するグラフである。変換効率 η は入力電力 P_{in} に対する出力電力 P_{out} の比であり、変換効率 η が大きいほど高い効率の電力変換が可能な電力変換回路部であるといえる。

[0034] 図5（A）および図5（B）において用いた電力変換回路部は、いずれも、第1～3電力変換回路部4～6と同様の回路構成を有する電力変換回路部であるが、それぞれのコイルのインダクタンスは互いに異なる。

[0035] 図5（A）の電力変換回路部は、入力電圧120V、出力電圧100V、出力電流が0.2A～10A程度の条件において動作し、入力電流が10A付近において最も高い変換効率 η を得ることができるよう設計されている。この電力変換回路部には、大電流出力が可能なコイルが選択される。一般的に大電流型のコイルは L 値が0.1 μ H～数 μ Hと比較的小さく、300kHz～1MHzの高周波でPWM（Pulse Width Modulation）スイッチン

グ制御することにより、出力電流が10A付近で変換効率90%以上を実現できる。しかし、出力電流が1A以下では自己回路損失が大きいため50%程度まで変換効率 η が低下する。

[0036] 図5(B)の電力変換回路部は、入力電圧120V、出力電圧100V、出力電流0A～1A程度の条件において動作し、入力電流が1A付近において最も高い変換効率 η を得ることができるように設計されている。この電力変換回路部には、小電流出力が可能なコイルが選択される。一般的に小電流型のコイルはL値が数十 μ H～数百 μ Hで、300kHz以下の比較的低い周波数でPWMスイッチング制御することにより、0.01A～1A程度の電流域において変換効率90%前後を実現できる。しかし、出力電流が1Aを超えると出力が低下し、大電流を出力するには適していない。

[0037] 第1～3電力変換回路部4～6は、それぞれ異なる入力電流の範囲において高い変換効率の電力変換がなされ、それらの入力電流の範囲により、電力変換装置100に入力されることが予定されている入力電流の範囲をカバーできる。

[0038] なお、第1～3電力変換回路部4～6は、それぞれ高い変換効率を得ることができる入力電流の範囲が異なるコンバーターであればよく、図3に示した回路構成に限定されるわけではない。電力変換装置100の使用目的に応じてそれぞれ設計されればよい。例えば、スイッチング素子としてMOSFETの代わりにバイポーラトランジスタを用いてもよい。また、転流ダイオードの代わりに、MOSFETまたはバイポーラトランジスタといったスイッチング素子を用いて同期整流式としても、第1～3電力変換回路部4～6と同様の動作をする電力変換回路部を構成することができる。また、第1～3電力変換回路部4～6とは異なる構成の電力変換回路部を用いてもよく、例えば昇圧型や昇降圧型でもよい。また、電力変換回路部の数は複数であればよく、3個に限定されるわけではない。電力変換回路部の回路構成およびその数は、電力変換装置100に接続される電力源の出力等に応じて決定される電力変換装置100の入力電流の範囲等に応じて適宜調整すればよい。

- [0039] 入力電流検出部 2 は、入力電流 I_{in} の値を随時検出し、電力変換制御部 1 に送信する。入力電流検出部 2 は例えば電流検出用の抵抗等を用いて構成され、A/D変換器を有し、アナログ信号の検出値をデジタル信号へと変換して電力変換制御部 1 に送信する。
- [0040] 入力電圧検出部 3 は、入力電圧 V_{in} の値を随時検出し、電力変換制御部 1 に送信する。入力電圧検出部 3 は例えば分圧抵抗等を用いて構成され、A/D変換器を有し、アナログ信号の検出値をデジタル信号へと変換して電力変換制御部 1 に送信する。
- [0041] 出力電力検出部 7 は、出力電力 P_{out} の値を随時検出し、電力変換制御部 1 に送信する。例えば、例えば電流検出用の抵抗および分圧抵抗等を用いて構成され、A/D変換器を有し、アナログ信号の検出値をデジタル信号へと変換して電力変換制御部 1 に送信する。なお、出力電力 P_{out} は、出力電流 I_{out} と出力電圧 V_{out} との積であることから、出力電流検出部、出力電圧検出部およびこれらの検出値を積算する積算器により出力電力検出部 7 を構成してもよい。
- [0042] 警報出力部 9 は、電力変換制御部 1 からの信号を受けて電力変換装置 100 の動作に異常が生じていることを操作者に知らせるために警報信号を出力する。警報出力部 9 としては、警報音を鳴らすことで異常を操作者に知らせるブザー、点灯または点滅により異常を操作者に知らせる警報灯（ランプ）、異常であることを表示画面に文字等を表示することにより操作者に知らせる表示装置等とすればよい。
- [0043] 電力変換制御部 1 は、しきい値格納部 11 と、選択部 12 と、駆動制御部 13 と、一時記憶部 14 とを備えている。電力変換制御部 1 は、例えば CPU、不揮発性メモリ、RAM等を用いて構成することが可能である。電力変換制御部 1 は、出力電力検出部 7 により検出された出力電力 P_{out} に基づいて、第 1～3 電力変換回路部 4～6 のうちから 1 つの電力変換回路部を選択する。さらに電力変換制御部 1 は、選択された電力変換回路部が最も大きい出力電力 P_{out} を得ることができるよう電力変換回路部を制御する。

[0044] しきい値格納部 11 は、例えば不揮発性メモリであって、図 4 で述べた第 1 しきい値 P_{th1} および第 2 しきい値 P_{th2} を格納している。第 1 しきい値 P_{th1} および第 2 しきい値 P_{th2} は、第 1 ～第 3 電力変換回路部 4 ～6 を出力電力 P_{out} に基づいて切換える際の境界として設定されている。ここで、第 1 しきい値 P_{th1} が第 1 電力変換回路部 4 に対する好ましい出力電力 P_{out} の上限値であり、第 2 しきい値 P_{th2} が第 2 電力変換回路部 5 に対する好ましい出力電力 P_{out} の上限値である。第 3 電力変換回路部 6 は最も大電流側の電力変換回路部であることから、第 3 電力変換回路部 6 の上限値を示すしきい値は設定しなくてもよい。

[0045] しきい値は、第 1 ～第 3 電力変換回路部 4 ～6 を有する電力変換装置 100 を用いて実測することで求め、予めしきい値格納部 11 に格納しておけばよい。出力電力 P_{out} が第 1 しきい値 P_{th1} 以下である場合は第 1 電力変換回路部 4 により電力変換を行うことが好ましい。出力電力 P_{out} が第 1 しきい値 P_{th1} よりも大きく第 2 しきい値 P_{th2} 以下である場合は第 2 電力変換回路部 5 により電力変換を行うことが好ましい。出力電力 P_{out} が第 2 しきい値 P_{th2} よりも大きい場合は第 3 電力変換回路部 6 により電力変換を行うことが好ましい。

[0046] なお、電力変換回路部の数を増加させる場合には、それに応じてしきい値の数を増加させればよい。

[0047] ここで、しきい値格納部 11 に格納されている、第 1 しきい値 P_{th1} および第 2 しきい値 P_{th2} について図 6 ～図 8 を参照しながら説明する。

[0048] 図 6 は出力電力のピーク値が第 1 しきい値 P_{th1} と等しい場合の各電力変換回路部の出力電圧および出力電力の関係を示す図であり、図 7 は出力電力のピーク値が第 2 しきい値 P_{th2} と等しい場合の各電力変換回路部の出力電圧および出力電力の関係を示す図であり、図 8 は第 3 電力変換回路部 6 を用いることが好ましい状態における各電力変換回路部の出力電圧および出力電力の関係を示す図である。図 6 ～図 8 において縦軸は出力電力 P_{out} であり、横軸は出力電圧 V_{out} である。

- [0049] 図6に示すように、第1電力変換回路部4を用いた場合の出力電力 P_{out} のピーク値が、第2電力変換回路部5および第3電力変換回路部6をそれぞれ用いた場合の出力電力 P_{out} のピーク値よりも大きく、出力電力 P_{out} の値がこの値よりも大きくなると、第2電力変換回路部5を用いた場合の方が大きな出力電力 P_{out} を得ることができるような出力電力 P_{out} の値が、第1しきい値 P_{th1} として設定される。
- [0050] 第1しきい値 P_{th1} よりも出力電力 P_{out} が大きくなったとしたときに、出力電力 P_{out} のピーク値が最も大きくなるのは第2電力変換回路部5を用いた場合となる。
- [0051] 図7に示すように、第2電力変換回路部5を用いた場合の出力電力 P_{out} のピーク値が、第1電力変換回路部4および第3電力変換回路部6をそれぞれ用いた場合の出力電力 P_{out} のピーク値よりも大きく、出力電力 P_{out} の値がこの値よりも大きくなると、第3電力変換回路部6を用いた場合の方が大きな出力電力 P_{out} を得ることができるような出力電力 P_{out} の値が、第2しきい値 P_{th2} として設定される。
- [0052] 第2しきい値 P_{th2} よりも出力電力 P_{out} が大きくなったとしたときに、出力電力 P_{out} のピーク値が最も大きくなるのは第3電力変換回路部6を用いた場合となる。
- [0053] 図8に示すように、第3電力変換回路部6を用いた場合の出力電力 P_{out} のピーク値が、第1電力変換回路部4および第2電力変換回路部5を用いた場合の出力電力 P_{out} のピーク値よりも大きい。出力電力 P_{out} がこのような値をとる場合には、第3電力変換回路部6を用いて電力変換を行うことが好ましい。
- [0054] 選択部12は、出力電力検出部7により検出された出力電力 P_{out} としきい値格納部11に格納されたしきい値 P_{th1} および P_{th2} に基づいて電力変換回路部を選択する。具体的には、選択部12は、検出された出力電力 P_{out} と第1しきい値 P_{th1} とを比べ、出力電力 P_{out} が第1しきい値 P_{th1} 以下であれば、第1電力変換回路部4を選択する。また、検出

された出力電力 P_{out} が第 1 しきい値 P_{th1} よりも大きく第 2 しきい値 P_{th2} 以下であれば、選択部 12 は第 2 電力変換回路部 5 を選択する。また、検出された出力電力 P_{out} が第 2 しきい値 P_{th2} よりも大きい場合は、選択部 12 は第 3 電力変換回路部 6 を選択する。

[0055] 駆動制御部 13 は、選択部 12 により選択されたいずれかの電力変換回路部を駆動させ、最も大きな出力電力 P_{out} を得ることができるよう制御する。駆動制御部 13 は、駆動信号 $S_1 \sim S_3$ をそれぞれ第 1 ～ 3 電力変換回路部 4 ～ 6 に送信することによりこれらを制御する。駆動信号 $S_1 \sim S_3$ は、第 1 ～ 3 電力変換回路部 4 ～ 6 が PWM スイッチング制御を行うための信号であり、ON と OFF とを一定の周期で繰り返す信号である。この信号により、第 1 ～ 3 電力変換回路部 4 ～ 6 のスイッチング周波数および ON-OFF のデューティ比が制御される。

[0056] さらに、駆動制御部 13 は、最大電力点追従制御（MPPT 制御）により、第 1 ～ 3 電力変換回路部 4 ～ 6 を駆動させている。MPPT（Maximum Power Point Tracking）制御とは、太陽電池 PV 等のように出力が変化する電源から常に最大電力を取り出すことができる制御方法である。

[0057] 太陽電池 PV の $I-V$ 特性は、日射強度またはモジュール温度の変化により変化する。太陽電池 PV から常に最大の電力（電圧と電流との積）を取り出すためには、最大電力点を追従するように制御すればよい。具体的には、太陽電池 PV の出力電圧を変化（例えば増大）させ、太陽電池の出力電力が増大傾向にあるときには引き続き出力電圧を同じように変化（増大）させる。太陽電池 PV の出力電圧を変化（例えば増大）させたときに、太陽電池の出力電力が減少傾向にあるときには出力電圧を逆方向に変化（減少）させる。この制御方法により、太陽電池 PV の最大出力点を追従することができる。

[0058] MPPT 制御について、図を用いて説明する。図 9 は、一般的な MPPT 制御について説明するための太陽電池の出力における $I-V$ 特性および $P-V$ 特性を示す図である。太陽電池 PV の出力における $I-V$ 特性は、図 9 の

電流－電圧曲線で表すことができる。また、この電流－電圧曲線に対応する、太陽電池のP－V特性は破線で示される電力－電圧曲線で表すことができる。電力－電圧曲線において出力電力が最大となるピーク値（ P_{max} ）が存在する。

[0059] 出力電圧が、例えば V_a （点a）であった場合に出力電圧を減少させると、出力電力も減少する。これに対して出力電圧を増大させると、出力電力が増大し、 P_{max} へと近づく。すなわち、P－V曲線において矢印A方向に進んで、ピーク値（ P_{max} ）に近づいていく。

[0060] 出力電圧が増大していくと、いずれは出力電圧が P_{max} をとる電圧値よりも大きくなる。例えば、出力電圧が V_b （点b）となる。このとき、出力電圧が増大すれば出力電力が減少する。この場合は、出力電圧を減少させることにより、出力電力が増大し、 P_{max} へと近づく。すなわち、P－V曲線において矢印B方向に進んで、ピーク値（ P_{max} ）に近づいていく。この動作を繰り返すことで、出力電圧の値が増減しながら、出力電力のピーク値を追従することができる。日射強度等が変化することによりP－V特性が変動しても、出力電力のピーク値（ P_{max} ）を追従することができる。

[0061] この一般的なMPPT制御と同様に本実施形態においては、電力変換装置100の出力電圧 V_{out} を変化させた際の出力電力 P_{out} の変化に応じて、出力電圧 V_{out} を調整することにより、MPPT制御を行うことができる。出力電圧 V_{out} を増減させるためには、駆動信号 $S_1 \sim 3$ のデューティ比を増減させればよい。このようにして、出力電力 P_{out} が最大値をとるようにMPPT制御を行えばよい。

[0062] 一時記憶部14は、RAM等により構成されていて、出力電力検出部7により検出された出力電力 P_{out} 等を一時的に記憶する。MPPT制御においては、電力変換回路部の出力電圧 V_{out} を変化させて、出力電圧 V_{out} の変化前後における出力電力 P_{out} を互いに比較する。このようなときに、一時記憶部14が異なる時間における複数の出力電力 P_{out} を記憶しておけばよい。

- [0063] 次に、図10～図12を用いて実施形態1に係る電力変換装置100の動作について説明する。図10は実施形態1に係る電力変換装置の動作の一例を示すフローチャートであり、図11は実施形態1に係る電力変換装置におけるしきい値に基づく電力変換回路部の選択についての動作の一例を示すフローチャートであり、図12はMPP T制御の一例を示すフローチャートである。
- [0064] 図1に示す太陽光発電システムにおいて、太陽電池PVで発電された電力が電力変換装置100に入力され、電力変換されて出力される。日射強度の変化等により太陽電池PVの発電量は変化するが、電力変換装置100により常時高い変換効率での電力変換が可能である。
- [0065] 図10に示すように、電力変換装置100を使用し始めた際には、デフォルトとして設定されている電力変換回路部が駆動される（＃11）。デフォルトとして第1電力変換回路部4が設定されているとすると、駆動制御部13により第1電力変換回路部4がPWMスイッチング制御により駆動される。具体的には、駆動信号S2および駆動信号S3がOFFであり、駆動制御部13により駆動信号S1のみが送られる。
- [0066] 駆動制御部13により、第1電力変換回路部4がMPP T制御により駆動される（＃12）。これにより、第1電力変換回路部4は最も大きい出力電力Poutを出力する。なお、MPP T制御の動作については図12で後述する。
- [0067] 第1電力変換回路部4が駆動されている際に、電力変換回路部の切換えが必要であるかについて選択部12により判断される（＃13）。電力変換回路部の切換えが必要であると判断された場合には（＃13でYes）、電力変換回路部が切り換えられる（＃14）。
- [0068] つまり、選択部12により、第1～3電力変換回路部4～6のうちから好ましい出力電力が得られる1つの電力変換回路部が選択され、選択された電力変換回路部が現在駆動している電力変換回路部、すなわち第1電力変換回路部4とは異なる場合には選択された電力変換回路部に切換えが必要である

と選択部 12 により判断される。

[0069] 選択部 12 により、例えば第 1 電力変換回路部 4 を第 2 電力変換回路部 5 に切換えることが必要であると判断された場合には、駆動制御部 13 が駆動信号 S1 を OFF にして駆動信号 S2 のみを送り（# 14）、# 12 の工程に戻る。

[0070] これに対して、選択された電力変換回路部が第 1 電力変換回路部 4 である場合には、電力変換回路部の切換えが必要ではないと、選択部 12 により判断される（# 13 で No）。この場合には、そのまま # 12 の工程に戻る。つまり、駆動制御部 13 が駆動信号 S1 のみを送り、第 1 電力変換回路部 4 は MPPT 制御による駆動が継続される（# 12）。

[0071] 例えば日没等により太陽電池 PV での発電ができなくなった等で電力変換回路部の動作を終了する場合には、例えば電力変換制御部 1 に、入力電流検出部 2 からの出力電流が所定値以下となった状態を検出し、割り込み処理等により図 10 のループを終了する機能を持たせればよい。

[0072] なお、# 14 の工程で電力変換回路部が切り換えられた場合に、切り換え前の電力変換回路部の MPPT 制御条件（例えば駆動信号のデューティ比）から、切り換え後の電力変換回路部の最適な MPPT 制御条件を算出し、算出された MPPT 制御条件で切り換え後の MPPT 制御を開始するとよい。これによって、切り換え後に初期状態から最適な MPPT 制御条件を求める必要がなくなり、切り換え直後から安定した MPPT 制御が行える。

[0073] ここで、図 11 を用いて、選択部 12 による 1 つの電力変換回路部の選択の動作について説明する。選択部 12 は、所定時間が経過する度に、出力電力検出部 7 によって検出された出力電力 Pout に基づいて 1 つの電力変換回路部を選択する。この所定時間は、例えば 10～100ms、100～1000ms または 1～10 秒等とすることが可能であるが、1～10 秒程度とすることが好ましい。

[0074] 出力電力検出部 7 により、出力電力 Pout が検出される（# 21）。選択部 12 により、出力電力 Pout の検出値としきい値格納部 11 に格納さ

れた第1しきい値 P_{th1} とが比較される(#22)。出力電力 P_{out} の検出値が第1しきい値 P_{th1} 以下であれば(#22でYes)、選択部12により、第1電力変換回路部4が好ましい1つの電力変換回路部として選択される(#23)。

[0075] 出力電力 P_{out} の検出値が第1しきい値 P_{th1} よりも大きい場合は(#22でNo)、出力電力 P_{out} の検出値と、しきい値格納部11に格納された第2しきい値 P_{th2} とが選択部12により比較される(#24)。出力電力 P_{out} の検出値が第2しきい値 P_{th2} 以下であれば(#24でYes)、第2電力変換回路部5が好ましい1つの電力変換回路部として選択部12により選択される(#25)。

[0076] 出力電力 P_{out} の検出値が第2しきい値 P_{th2} よりも大きい場合は(#24でNo)、第3電力変換回路部6が好ましい1つの電力変換回路部として選択部12により選択される(#26)。

[0077] 選択部12が選択した1つの電力変換回路部が、現在駆動されている電力変換回路部と同一であれば電力変換回路部を切換える必要がないが(図10の#13でNo)、電力変換回路部が互いに異なる場合には電力変換回路部の切換えが必要である(図10の#13でYes)。

[0078] 次に、図12を用いてMPPT制御について説明する。まず、出力電力検出部7により出力電力 P_{out} が検出され、検出された出力電力 P_{out} が一時記憶部14により記憶される(#31)。

[0079] 駆動制御部13により、現在電力変換を行っている電力変換回路部が制御されている。駆動制御部13により駆動信号のデューティー比が増大される(#32)。これにより、出力電圧 V_{out} が増大する。出力電圧 V_{out} が増大したときの出力電力 P_{out} が、出力電力検出部7により検出され、検出された出力電力 P_{out} が一時記憶部14により記憶される(#33)。

[0080] 一時記憶部14に記憶された、デューティー比の変化前(増大前)および変化後(増大後)における各出力電力 P_{out} が、駆動制御部13により互

いに比較され（＃３４）、デューティー比の変化後に出力電力 P_{out} が増大しているならば（＃３４でYes）、再び＃３２に戻る。なお、デューティー比の変化前後における出力電力 P_{out} が互いに等しいときもこの場合に含まれる。

[0081] また、デューティー比の変化後に出力電力 P_{out} が減少しているならば（＃３４でNo）、駆動制御部１３によりデューティー比が減少させられる（＃３５）。これにより、出力電圧 V_{out} が減少する。出力電圧 V_{out} が減少したときの出力電力 P_{out} が、出力電力検出部７により検出され、検出された出力電力 P_{out} が一時記憶部１４により記憶される（＃３６）。

[0082] 一時記憶部１４に記憶された、デューティー比の変化前（減少前）および変化後（減少後）における各出力電力 P_{out} が、駆動制御部１３により互いに比較され（＃３７）、デューティー比の変化後に出力電力 P_{out} が増大しているならば（＃３７でYes）、再び＃３５に戻る。なお、デューティー比の変化前後における出力電力 P_{out} が互いに等しいときもこの場合に含まれる。

[0083] また、デューティー比の変化後に出力電力 P_{out} が減少しているならば（＃３７でNo）、＃３２に戻る。以上の各工程を図１０の＃１２の工程として所定時間の間繰り返した後、図１０の＃１３の工程に進めばよい。

[0084] 上記MPPT制御により、日射強度またはモジュール温度の変化により、太陽電池PVの出力が変化しても、電力変換装置１００は常に最大の出力電力 P_{out} を取り出すことができる。

[0085] なお、図１２のフローチャートで、出力電力 P_{out} のピーク値付近でデューティー比の変化方向が頻繁に逆転する現象、いわゆるハンチングを防止するために、デューティー比の変化方向を逆転（増→減あるいは減→増）させた場合には、その後所定時間の間、出力電力 P_{out} の増減の判定にヒステリシスを設けてもよい。

[0086] この電力変換装置１００において異常が発生した場合は、電力変換制御部

1 が警報出力部 9 に信号を送り、警報を出力することとすればよい。例えば、電力変換装置 100 において、入力電流 I_{in} または入力電圧 V_{in} の変化が大きい場合は、なんらかの異常が発生している可能性がある。この場合に電力変換制御部 1 が警報出力部 9 に信号を送ってもよい。

[0087] 具体的には、入力電流検出部 2 で検出された入力電流 I_{in} の所定時間当たりの変動幅および入力電圧検出部 3 で検出された入力電圧 V_{in} の所定時間当たりの変動幅を、電力変換制御部 1 により算出すればよい。予め記憶されている所定の設定値とこれらの値を比較し、どちらかの値がこの設定値以上の場合は警報出力部 9 に信号を送信し、警報出力部 9 が警報信号を出力し、操作者に知らせることとすればよい。例えば、ランプが点灯したり、警報音が鳴ったり、表示画面に警告表示がなされることとすればよい。

[0088] 上記説明では、第 1 ～ 3 電力変換回路部 4 ～ 6 の制御に PWM スイッチング制御を用いたが、電力変換を行うことができればよく、PFM 制御等の他の制御法を用いてもよい。

[0089] 実施形態 1 に係る電力変換装置 100 は、互いに異なる入力電流－出力電力特性を有する電力変換回路部 4 ～ 6 を持ち、それらを切換えることで広い入力電流域において高い変換効率を維持することができる。そのため、構成が複雑でなく、簡素化でき、回路設計も容易である。また、同一の回路を複数有して、それらを組み合わせることで広い入力電流域に対応する電力変換装置に比べて、回路を構成するための部品点数の増加量を抑えて、広い入力電流域に対して、効率よく出力を得ることができる。そのため、小型化・低コスト化が可能である。

[0090] また、電力変換装置 100 において、電力変換回路部 4 ～ 6 のうちいずれの電力変換回路部を用いるかは、出力電力に基づいて選択される。このように、実際の検出値に基づいて、電力変換を行う電力変換回路部を選択するので、より好ましい電力変換回路部が選択されることになり高効率の電力変換が可能である。

[0091] さらに、電力変換装置 100 では、電力変換回路部 4 ～ 6 の制御に MP P

T制御が用いられることから、太陽電池のように出力が変化する電力源から高効率で電力を取り出すことができる。

[0092] (実施形態2)

上述の実施形態1に係る電力変換装置100は、複数の電力変換回路部4～6を備え、選択部12によりこれらのうちから好ましい1つの電力変換回路部を出力電力Poutに基づいて選択し、選択した電力変換回路部においてMPPT制御を行っている。

[0093] 実施形態2に係る電力変換装置100Bは、電力変換装置100の上記動作に加えて、電力変換回路部を切替えた後に、現在駆動している電力変換回路部の出力電力Poutと、切替え前に駆動していた電力変換回路部の出力電力Poutとを比較して、出力電力Poutが大きい方の電力変換回路部で電力変換を行うこととする。

[0094] 以下、実施形態2に係る電力変換装置100Bについて説明するが、実施形態1に係る電力変換装置100と同様の部材については同一の符号を付し、同様の点については説明を省略する。

[0095] 図2および図3に示すように、実施形態2に係る電力変換装置100Bは実施形態1に係る電力変換装置100と同様の構成を有しているが、駆動制御部13および一時記憶部（出力電力記憶部）14については、実施形態1において説明した機能に加えて、以下の機能を有する。これら以外の部材については実施形態1と同様なので、説明を省略する。

[0096] 駆動制御部13は、電力変換回路部の切替えを行った後に、切替え後の電力変換回路部における出力電力Poutと、一時記憶部14に記憶された切替え前の電力変換回路部における出力電力Poutとを比較して、切替え前の電力変換回路部における出力電力Poutの方が大きい場合は、切替え後の電力変換回路部に換えて、再び切替前の電力変換回路部を駆動させる。

[0097] 一時記憶部14は出力電力記憶部を含んで構成され、選択部12が、現在駆動している電力変換回路部とは異なる電力変換回路部を選択した際に、出力電力検出部10により検出されてしきい値と比較された出力電力Pout

を記憶する。

[0098] 次に、実施形態 2 に係る電力変換装置 100B の動作について図 13 を用いて説明する。図 13 は実施形態 2 に係る電力変換装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[0099] 図 1 に示す太陽光発電システムにおいて、太陽電池 PV で発電された電力が電力変換装置 100B に入力され、電力変換されて出力される。日射強度等の変化により太陽電池 PV の発電量は変化するが、電力変換装置 100B により常時高い変換効率での電力変換が可能である。

[0100] 図 13 に示すように、電力変換装置 100B を使用し始めた際には、デフォルトとして設定されている電力変換回路部が駆動される（#41）。デフォルトとして第 1 電力変換回路部 4 が設定されているとすると、駆動制御部 13 により第 1 電力変換回路部 4 が PWM スイッチング制御により駆動される。具体的には、駆動信号 S2 および駆動信号 S3 が OFF であり、駆動制御部 13 により駆動信号 S1 のみが送られる。

[0101] 駆動制御部 13 により、第 1 電力変換回路部 4 が MPPT 制御により駆動される（#42）。これにより、第 1 電力変換回路部 4 は最も大きい出力電力 *Power* を出力する。なお、MPPT 制御については図 12 を用いて上述したので、ここでは説明を省略する。

[0102] 第 1 電力変換回路部 4 が駆動されている際に、電力変換回路部の切換えが必要であるかについて選択部 12 により判断される（#43）。電力変換回路部の切換えが必要であると判断された場合には（#43 で Yes）、電力変換回路部が切り換えられる（#44）。

[0103] つまり、選択部 12 により、第 1～3 電力変換回路部 4～6 のうちから好ましい出力電力が得られる 1 つの電力変換回路部が選択され、選択された電力変換回路部が現在駆動している電力変換回路部、すなわち第 1 電力変換回路部 4 とは異なる場合には選択された電力変換回路部に切換えが必要であると選択部 12 により判断される。

[0104] 選択部 12 により、例えば第 1 電力変換回路部 4 から第 2 電力変換回路部

５に切換えることが必要であると判断された場合には、駆動制御部１３が駆動信号Ｓ１をＯＦＦにして駆動信号Ｓ２のみを送る。

[0105] これに対して、選択された電力変換回路部が第１電力変換回路部４である場合には、電力変換回路部の切換えが必要ではないと、選択部１２により判断される（＃４３でＮｏ）。この場合には、＃４２の工程に戻る。つまり、駆動制御部１３が駆動信号Ｓ１のみを送り、第１電力変換回路部４はＭＰＰＴ制御による駆動が継続される（＃４２）。

[0106] なお、１つの電力変換回路部の選択については、図１１を用いて上述したので、ここでは説明を省略する。

[0107] 選択部１２により切換えが必要であると判断された場合には、選択部１２が１つの電力変換回路部の選択を行った際にしきい値と比較された出力電力Ｐｏｕｔが、一時記憶部１４により記憶される（＃４４）。

[0108] 一時記憶部１４がこの時に記憶した値は、現在の太陽電池ＰＶの出力に対して第１電力変換回路部４が出力できる最大の出力電力Ｐｏｕｔであるといえる。

[0109] 選択部１２により、例えば第２電力変換回路部５が選択された場合には、第２電力変換回路部５への切換えが必要であると判断されて、駆動制御部１３により、第１電力変換回路部４が第２電力変換回路部５に切換えられる（＃４５）。具体的には、駆動制御部１３が駆動信号Ｓ１をＯＦＦにして駆動信号Ｓ２のみを送る。

[0110] 駆動制御部１３により、第２電力変換回路部５がＭＰＰＴ制御により駆動される（＃４６）。

[0111] 駆動制御部１３により所定時間が経過したかが判断され（＃４７）、経過していない場合は（＃４７でＮｏ）、駆動制御部１３がＭＰＰＴ制御を続ける。ここで、所定時間とは、第２電力変換回路部５がＭＰＰＴ制御により、最も大きい出力電力Ｐｏｕｔを出力するまでにかかる十分な時間とすればよい。

[0112] 所定時間が経過した場合（＃４７でＹｅｓ）、すなわち第２電力変換回路

部 5 が最も大きい出力電力 P_{out} を出力する状態になった場合に、出力電力検出部 10 により出力電力 P_{out} が検出される。この検出値と、#44 の工程において一時記憶部 14 により記憶された出力電力 P_{out} とが駆動制御部 13 により比較される（#48）。

[0113] 一時記憶部 14 に記憶された出力電力 P_{out} の方が小さいあるいは両者の値が等しい場合は（#48 で No ）、駆動させる電力変換回路を切換えることなく、#42 の工程に戻って、駆動制御部 13 により第 2 電力変換回路部 5 の MPPT 制御が継続される。

[0114] また、一時記憶部 14 に記憶された出力電力 P_{out} の方が大きい場合は（#48 で Yes ）、駆動制御部 13 により、駆動させる電力変換回路部が前回駆動させていた第 1 電力変換回路部 4 に切換えられて（#49）、#42 の工程に戻って MPPT 制御が継続される。

[0115] 図 10 と同様に、例えば日没等により太陽電池 PV での発電ができなくなった等で電力変換回路部の動作を終了する場合には、例えば電力変換制御部 1 に、入力電流検出部 2 からの出力電流が所定値以下となった状態を検出し、割り込み処理等により図 13 のループを終了する機能を持たせればよい。

[0116] 上述の電力変換装置 100B の動作について図 14 を用いて具体的に説明する。図 14 は実施形態 2 に係る電力変換装置における電力変換回路部の選択について説明するための図である。図 14（A）は出力電力のしきい値に基づいて電力変換回路部が切換えられた後に、電力変換回路部の切換えが行われない場合であり、図 14（B）は出力電力のしきい値に基づいて電力変換回路部が切換えられた後に、再度電力変換回路部の切換えが行われる場合である。

[0117] 図 14（A）、（B）のそれぞれにおいて、縦軸は日射量および出力電力とし、横軸は時間とした。実線で示されているのが電力変換装置 100B の出力電力 P_{out} と時間との関係であり、破線で示されているのが日射量と時間との関係である。破線で示されるように、時間 T_1 までは一定であった日射量が時間 T_1 で上昇し始め、時間 T_2 において一定になった状況である

。図14 (A)、(B)ともに、出力電力 P_{out} は、時間 T_1 まではほぼ一定の値で推移している。

[0118] なお、出力電力 P_{out} が小刻みに上下動しているのは、MPPT制御によるためである。図14 (A)、(B)においては、MPPT制御により制御されていることを強調するために、微小範囲における上下動の幅 P_h （微小周期 t_1 における出力電力 P_{out} の増減量）を実際よりも大きく示している。また、微小周期 t_1 は、例えば1 msec程度である。

[0119] 図14 (A)、(B)のいずれにおいても、最初は第1電力変換回路部4を用いて電力変換を行っている。日射量が上昇して、時間 T_2 の直前に出力電力 P_{out} が第1しきい値 P_{th1} を超えたため、電力変換回路部が第2電力変換回路部5に切換えられる。第2電力変換回路部5への切換えが完了するのが時間 T_3 である。

[0120] 図14 (A)においては、第2電力変換回路部5に切換えられたことにより、切換え前に比べて出力電力 P_{out} が増大している。そのため、第2電力変換回路5をそのまま用いて電力変換が行われる。

[0121] これに対して、図14 (B)においては、第2電力変換回路部5に切換えられたことにより、切換え前に比べて出力電力 P_{out} が減少している。そのため、第2電力変換回路5から、時間 T_4 において再び第1電力変換回路部4に切換えられて電力変換が行われる。

[0122] このように実施形態2においては、予め設定しておいたしきい値を用いて電力変換回路部の選択を行った後に、実際の出力電力 P_{out} により、選択された電力変換回路部が最も大きい出力電力 P_{out} を出力できているかを確認し、最も大きい出力電力 P_{out} を出力する電力変換回路部により電力変換を行う。これにより、効率の高い電力変換が可能な電力変換装置100Bを実現することができる。

[0123] 検出された出力電力 P_{out} に基づいて、予め測定により求めたしきい値により電力変換回路部の選択を行った場合であっても、出力電力 P_{out} の値によっては（例えばしきい値近傍の値）、最も大きい出力電力 P_{out} を

得ることができる電力変換回路部以外を選択してしまう可能性があり得る。この理由としては、格納されているしきい値がずれている可能性が考えられる。しきい値がずれる理由としては、個々の電力変換装置特有の誤差、使用環境からの影響または電力変換装置の経時変化等が考えられる。

[0124] 実施形態2に係る電力変換装置100Bについて説明したが、電力変換装置100Bは実施形態1に係る電力変換装置100と同様の効果を奏する。

[0125] さらに、実施形態2に係る電力変換装置100Bでは、選択部12により電力変換回路部を選択した後に、さらに選択した電力変換回路部を実際に駆動させて検出した出力電力により、最も出力電力が大きい電力変換回路部を選択するので、より正確に好ましい電力変換回路部を選択することができ、効率の高い電力変換を行うことができる。

[0126] 本実施形態に係る電力変換装置100、100Bによれば、異なる入力電流－出力電力特性を有する電力変換回路部を持ち、それらを切換えることで広い入力電流域において高い変換効率を維持でき、高効率の電力変換が可能である。本実施形態に係る電力変換装置100、100Bは、構成が複雑でなく簡素化でき、回路設計も容易である。また、同一の回路を複数有して、それらを組み合わせることで広い入力電流域に対応する電力変換装置に比べて、回路を構成するための部品点数の増加量を抑えて、広い入力電流域に対して、効率よく出力を得ることができる。そのため、小型化・低コスト化が可能である。

[0127] また、出力電力に基づいて電力変換回路部を切換え、各電力変換回路部についてMPP T制御を用いて駆動させているので、高い効率の電力変換が可能である。

[0128] 上に述べた実施形態において、電力変換装置100、100Bの全体または各部の構造、形状、寸法、個数、材質、組成などは、本発明の趣旨に沿って適宜変更することができる。

[0129] 上に述べた実施形態の電力変換装置100、100Bは、広い入力電流域および出力電流域を持ち、広い範囲の入力電流の変動に対応して全電流域で

最大電力を出力することができるうえ、損失も少ない。また、小型化・低コスト化が可能である。例えば、太陽電池に接続することで、太陽電池により発電された電力をより有効に取り出すことができる。したがって、太陽光発電システムの構成部品として好適に使用することができる。

符号の説明

- [0130]
- 1 電力変換制御部
 - 2 入力電流検出部
 - 3 入力電圧検出部
 - 4 第1電力変換回路部
 - 5 第2電力変換回路部
 - 6 第3電力変換回路部
 - 7 出力電力検出部
 - 9 警報出力部
 - 11 しきい値格納部
 - 12 選択部
 - 13 駆動制御部
 - 14 一時記憶部（出力電力記憶部）
 - 100、100B 電力変換装置
 - 200 連系用整合装置
 - L1～3 コイル
 - C1～3 コンデンサ
 - FET1～3 スイッチング素子
 - D1～3 転流ダイオード
 - PV 太陽電池

請求の範囲

- [請求項1] 直流電力として入力される入力電力を電力変換して出力電力を出力する電力変換装置であって、
- 前記出力電力を検出する出力電力検出部と、
- 前記入力電力を電力変換するものであり、入力電流範囲が互いに異なりかつ隣合う入力電流範囲とは重複する部分を有する複数の電力変換回路部と、
- 前記出力電力検出部の検出値に基づいて、前記複数の電力変換回路部のうちから1つの電力変換回路部を選択し、選択した前記1つの電力変換回路部に対して最大電力点追従制御を行う電力変換制御部と、
- を有する電力変換装置。
- [請求項2] 前記電力変換制御部は、
- 前記出力電力検出部により検出された前記出力電力と、前記複数の電力変換回路部のうちから前記1つの電力変換回路部を選択するために用いられる出力電力についてのしきい値とを比較することにより、前記1つの電力変換回路部を選択する選択部と、
- 前記電力変換回路部を駆動させ、当該電力変換回路部の前記出力電力が最大の値をとるように、最大電力点追従制御を行う駆動制御部と、
- を有する、
- 請求項1記載の電力変換装置。
- [請求項3] 前記駆動制御部は、前記電力変換回路部を駆動するための駆動信号のデューティ比を増大させることにより、前記出力電力が前記デューティ比を増大させる前の出力電力以上となった場合には、さらに前記デューティ比を増大させ、
- デューティ比を減少させることにより、前記出力電力が前記デューティ比を減少させる前の出力電力以上となった場合には、さらに前記デューティ比を減少させ、
- デューティ比を増大させることにより、前記出力電力が前記デューティ比を増大させる前の出力電力以上となった場合には、さらに前記デューティ比を増大させ、

ーティー比を増大させる前の出力電力よりも小さくなった場合には、前記デューティー比を減少させ、

デューティー比を減少させることにより、前記出力電力が前記デューティー比を減少させる前の出力電力よりも小さくなった場合には、前記デューティー比を増大させるように前記駆動信号を制御する、請求項 2 記載の電力変換装置。

[請求項4] 前記選択部が、現在駆動している前記電力変換回路部とは異なる電力変換回路部を選択した際に、前記出力電力検出部により検出されて前記しきい値と比較された出力電力を記憶し、

前記駆動制御部は、前記選択部により選択された当該電力変換回路部を最大電力点追従制御により駆動させて、前記出力電力検出部により検出された出力電力と、前記記憶された出力電力とを比較し、前記記憶された出力電力の方が大きい場合は、再び、前回駆動させていた電力変換回路部を最大電力点追従制御により駆動させる、

請求項 2 または 3 記載の電力変換装置。

[請求項5] 前記複数の電力変換回路部は、それぞれ、スイッチング素子、電力変換時にエネルギーを蓄積するためのコイル、およびコンデンサを備え、

前記複数の電力変換回路部のそれぞれが備える前記コイルのインダクタンスが互いに異なっている、

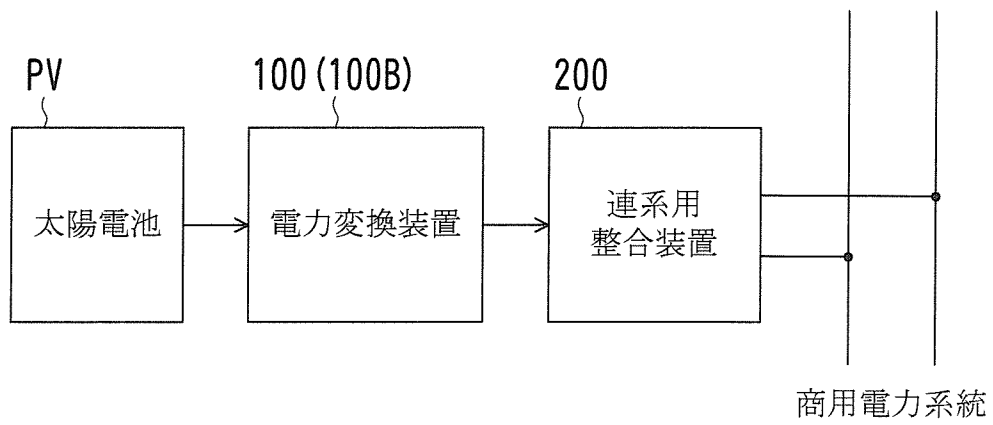
請求項 1 から 4 のいずれかに記載の電力変換装置。

[請求項6] 入射光を変換して電力を出力する太陽電池と、前記太陽電池の出力を電力変換する請求項 1 から 5 のいずれかに記載の電力変換装置と、

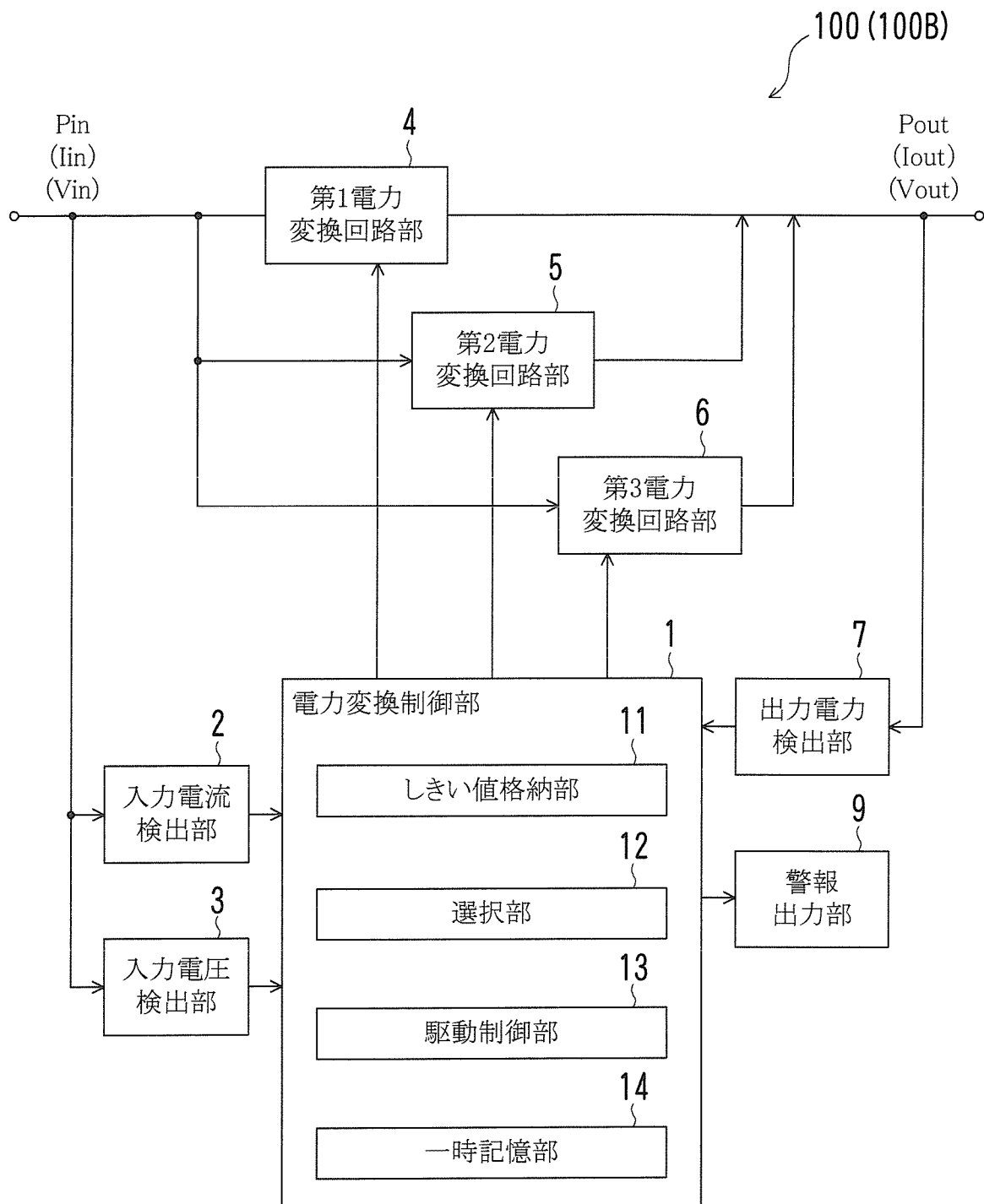
前記電力変換装置の出力を商用電力の周波数および電圧に変換する連系用整合装置と、

を備える太陽光発電システム。

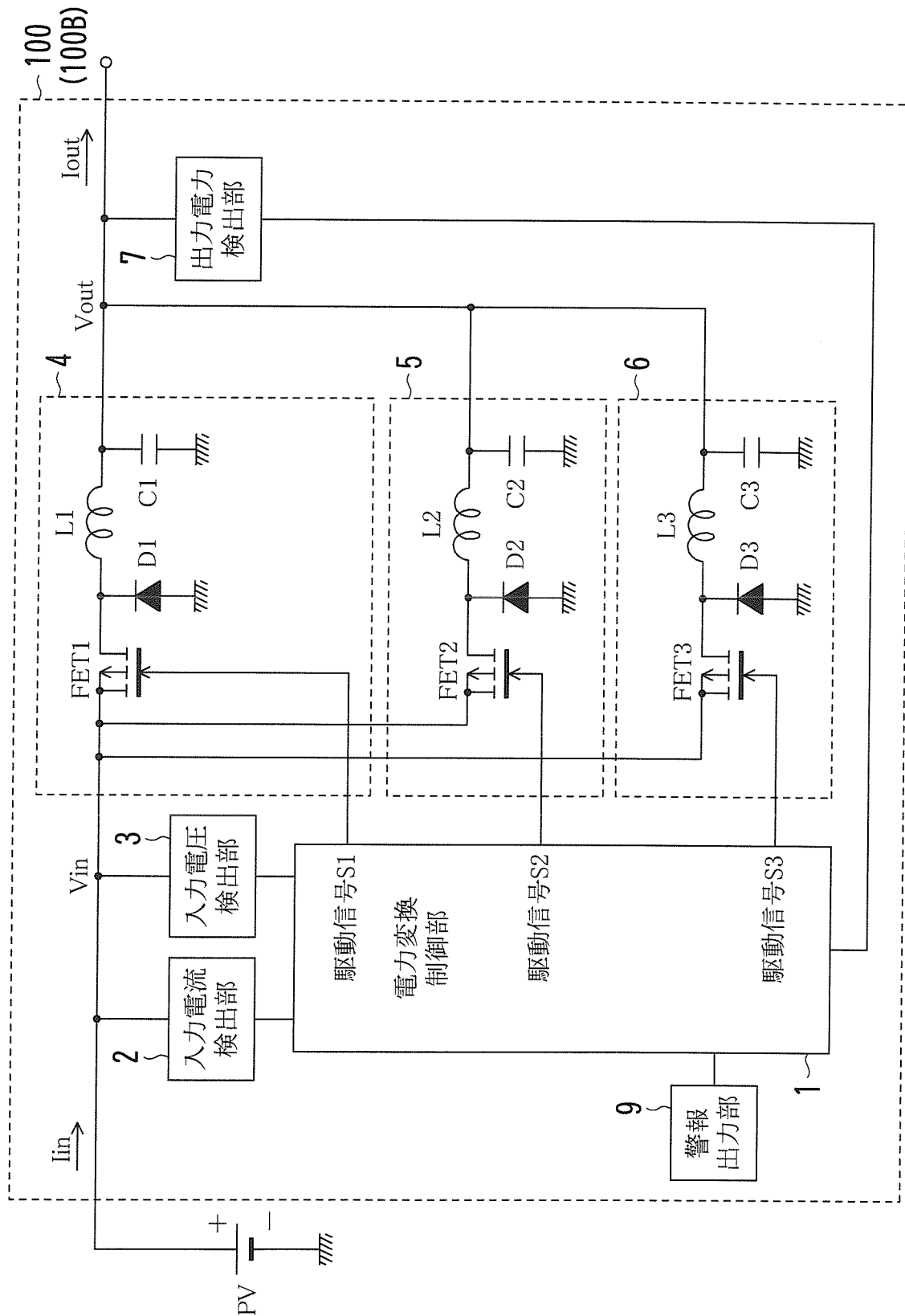
[図1]



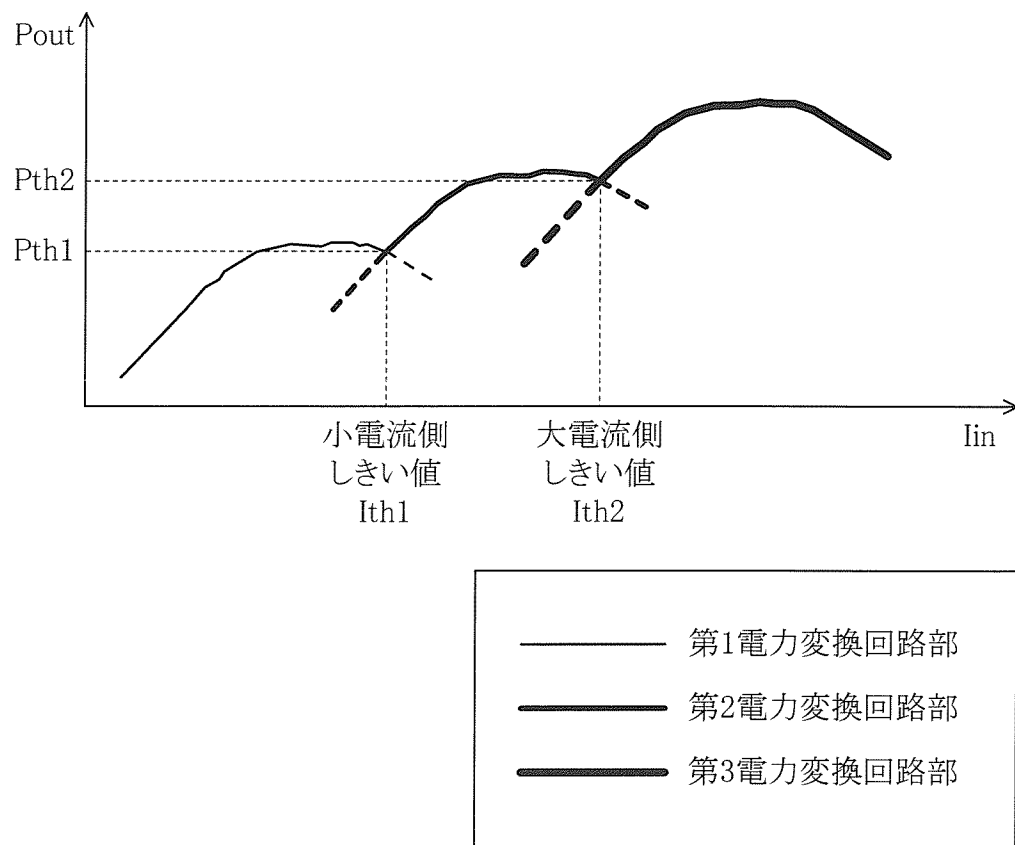
[図2]



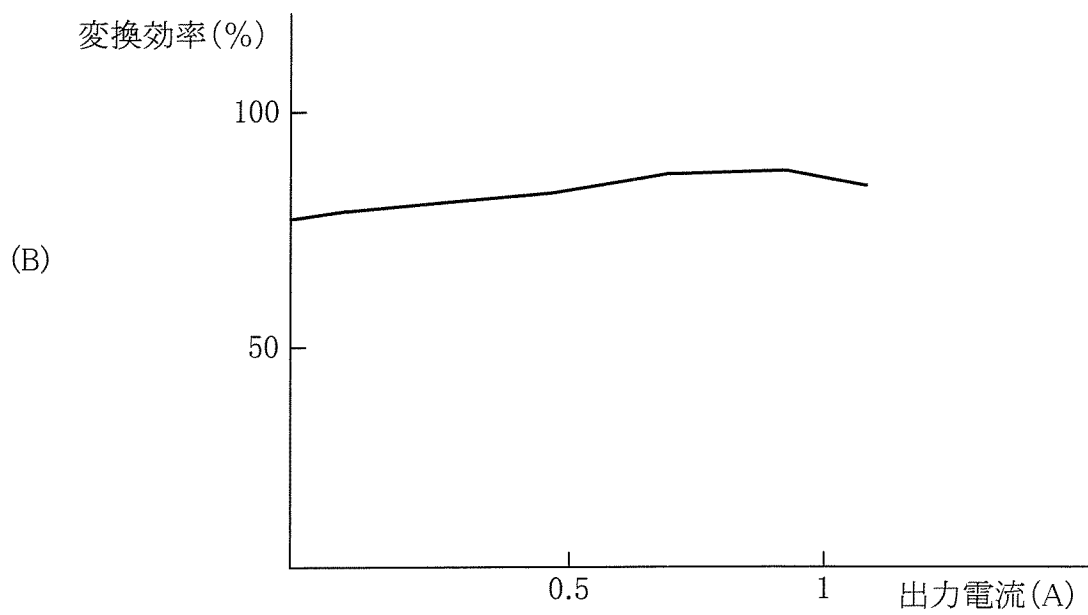
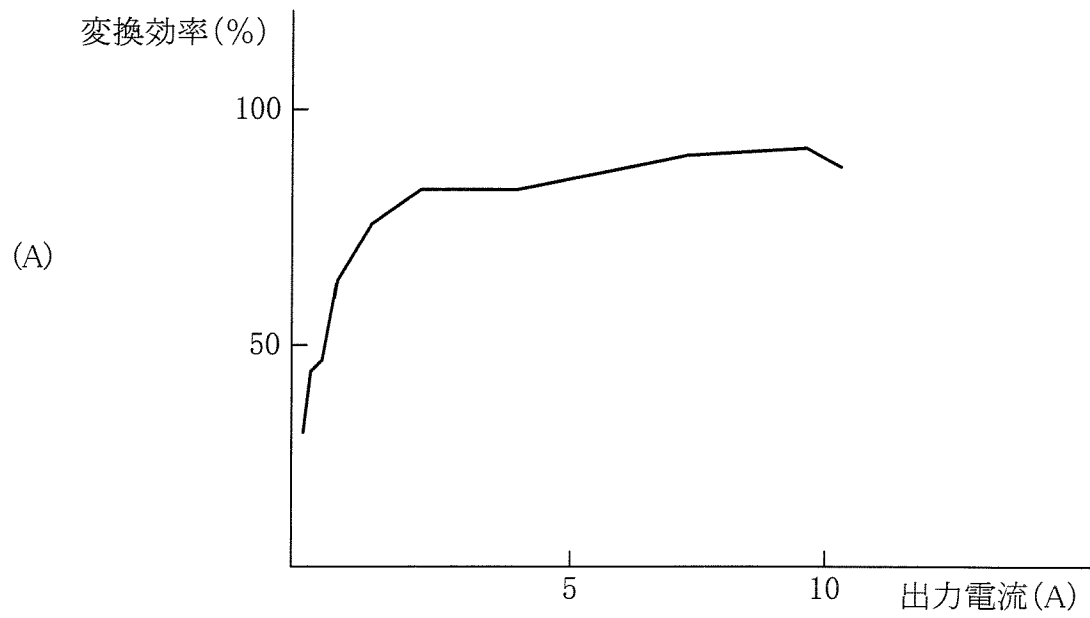
[図3]



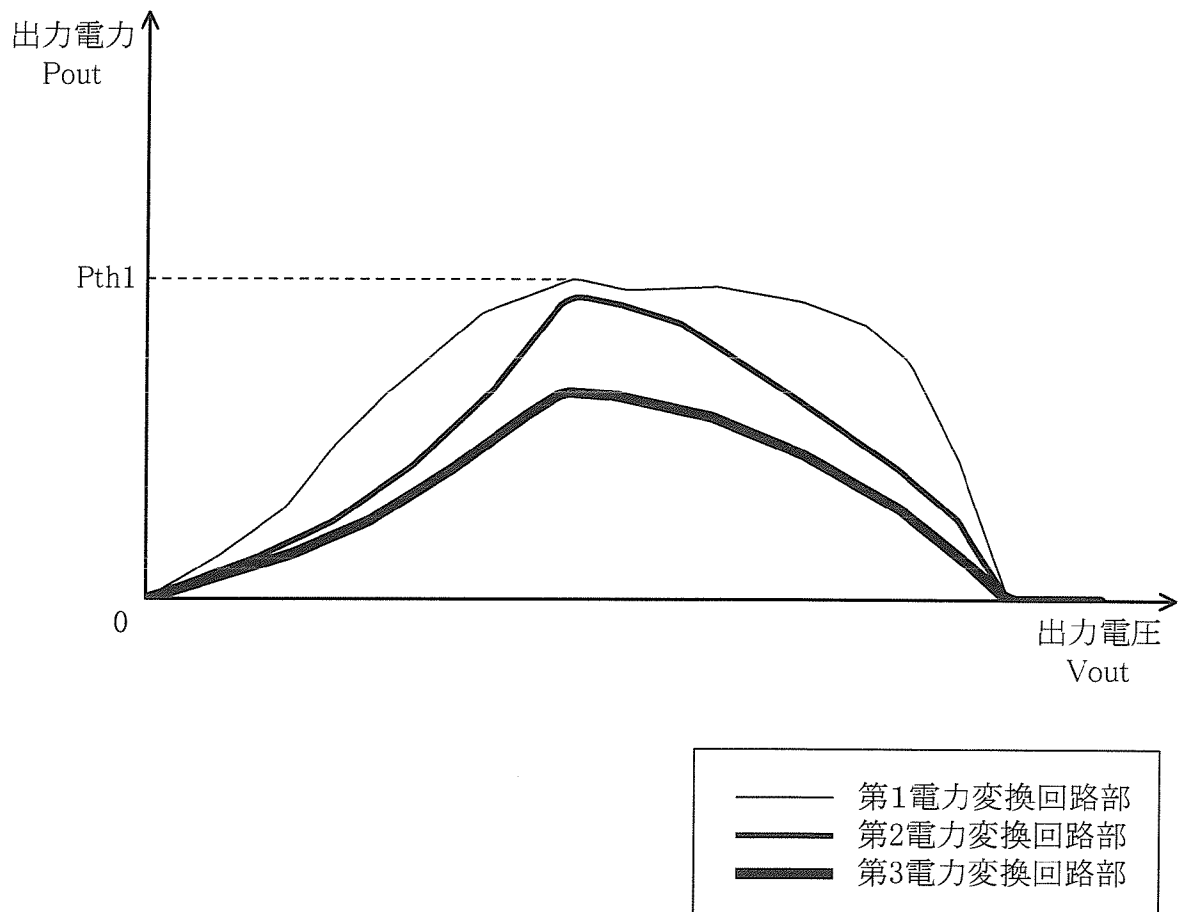
[図4]



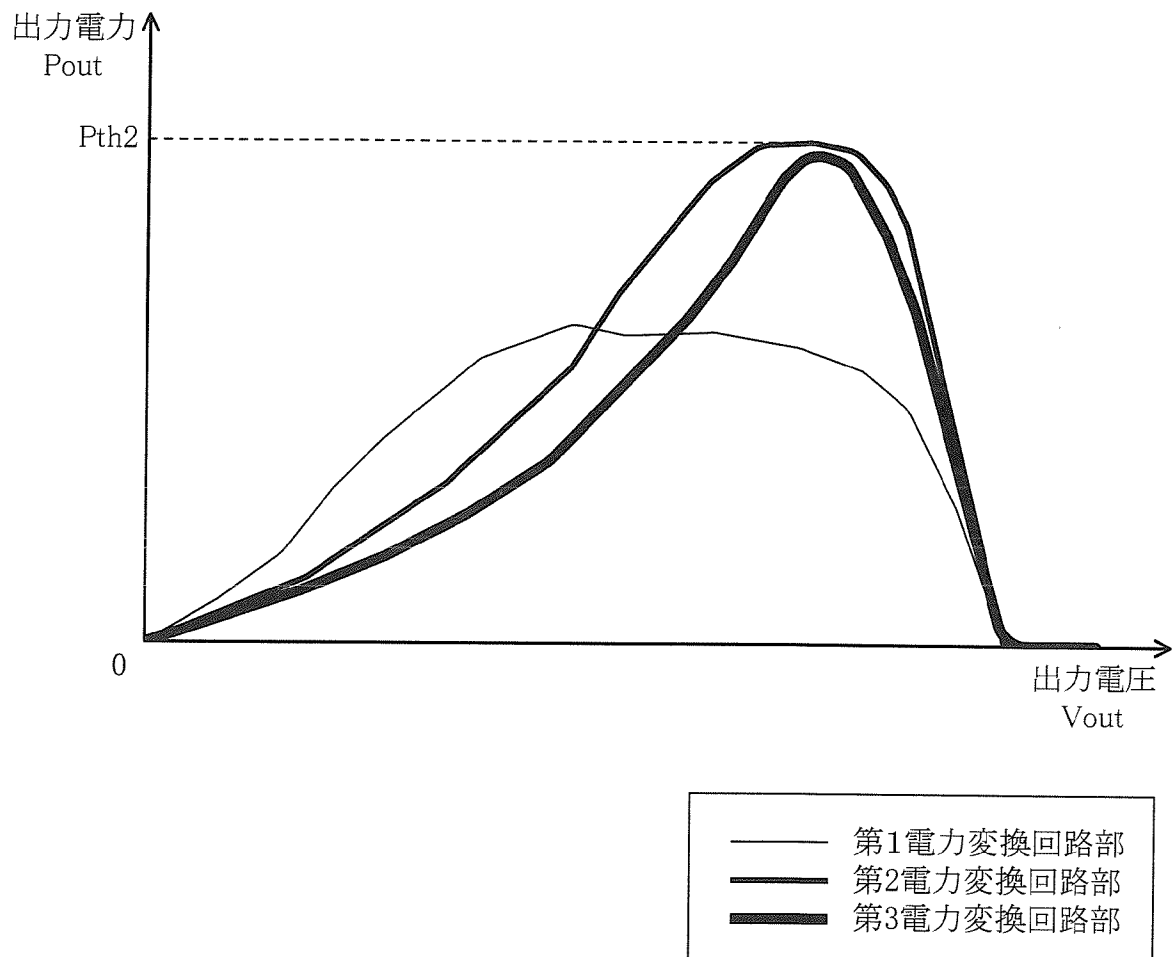
[図5]



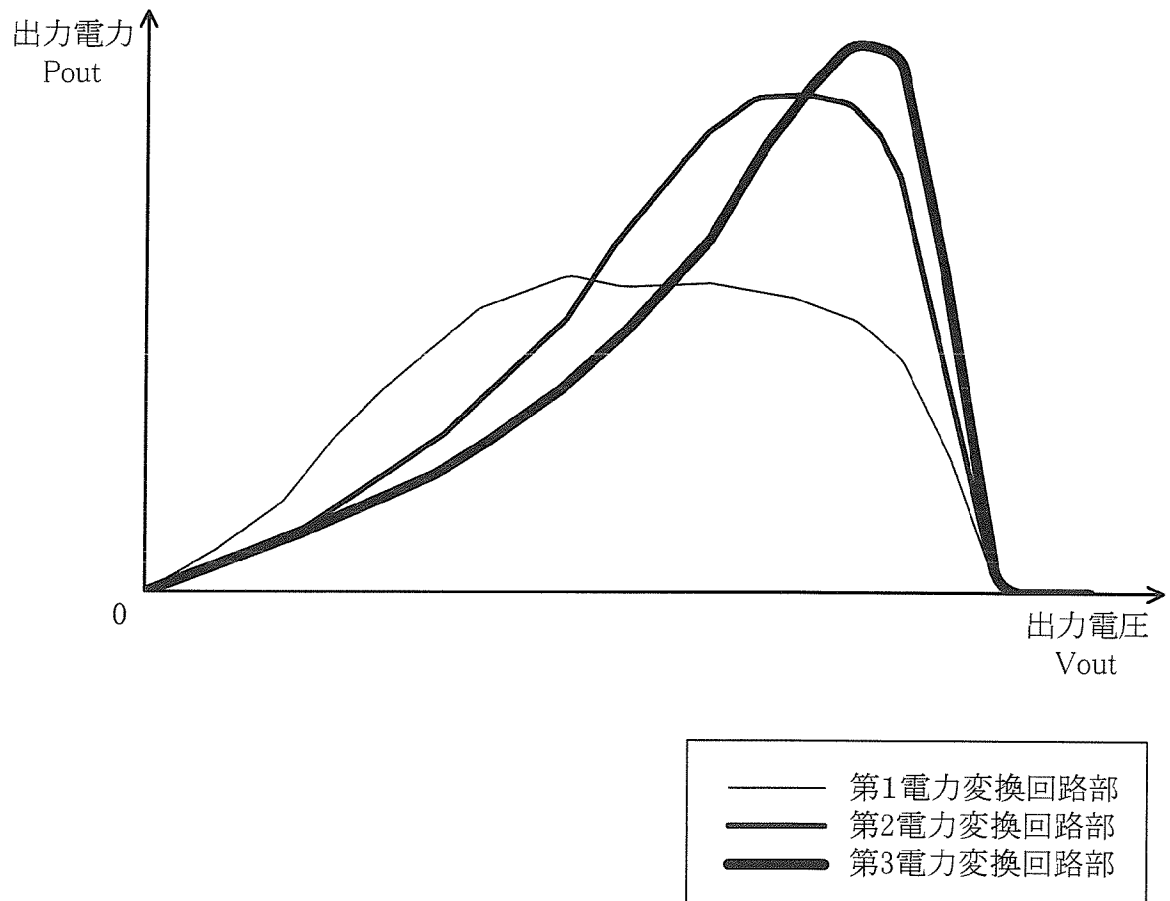
[図6]



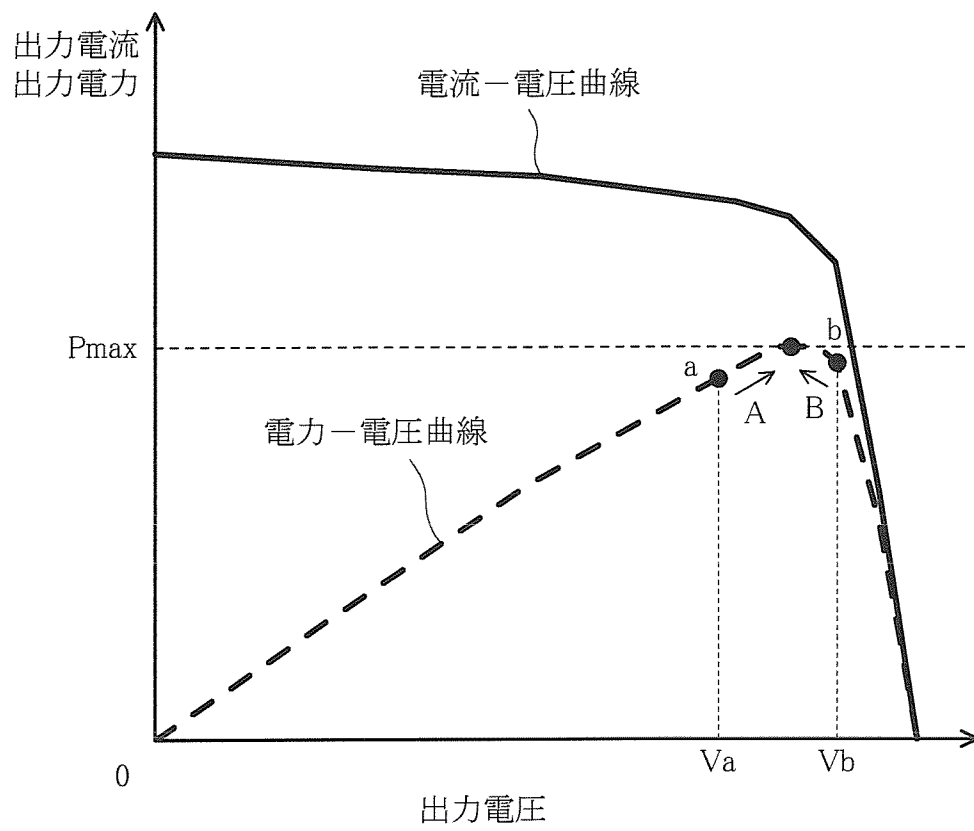
[図7]



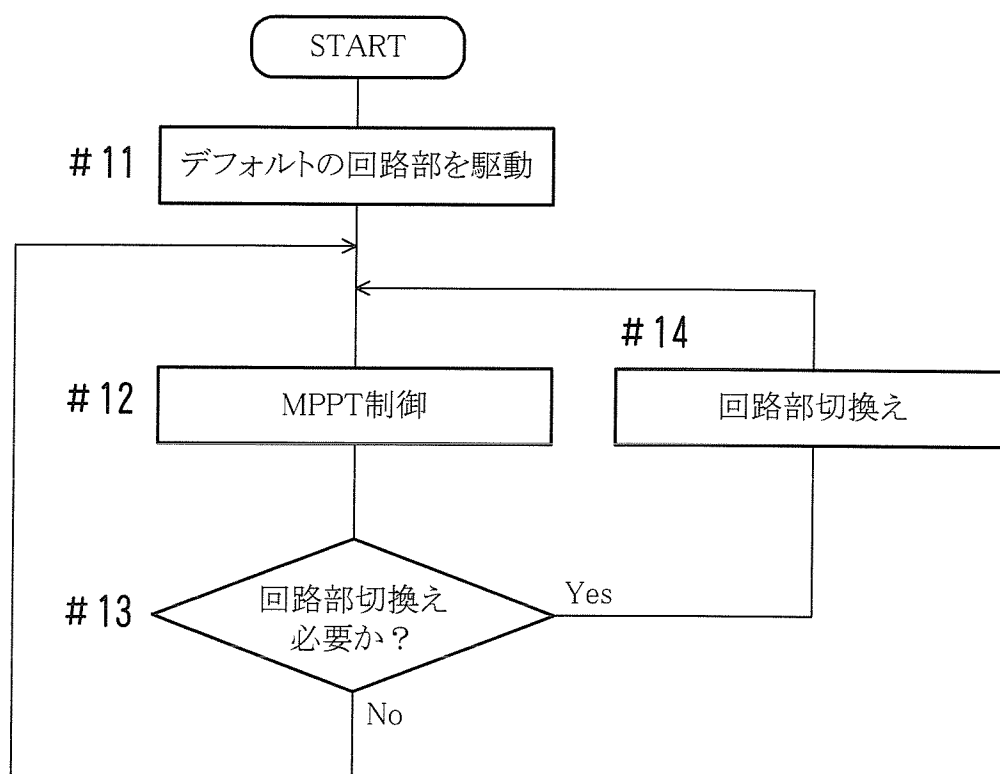
[図8]



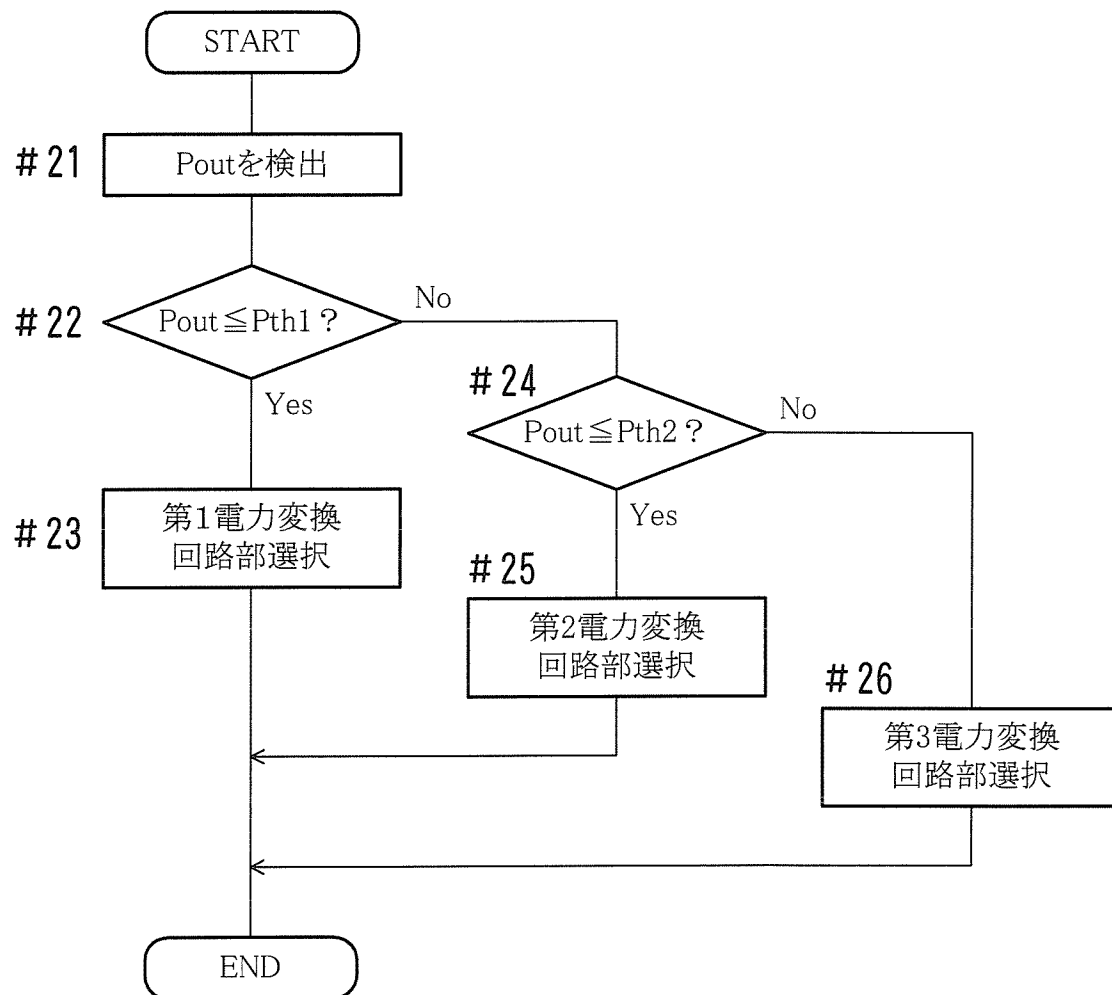
[図9]



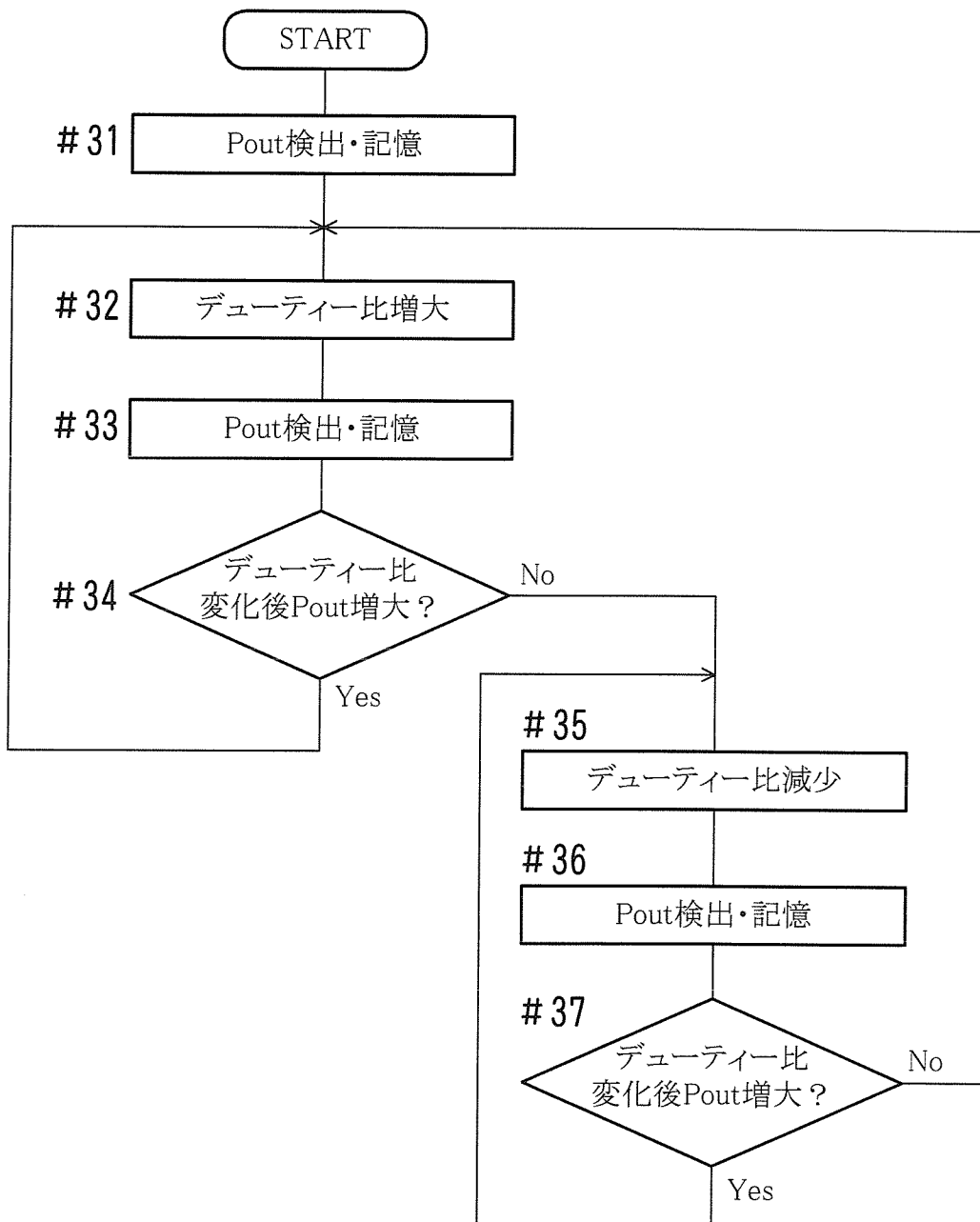
[図10]



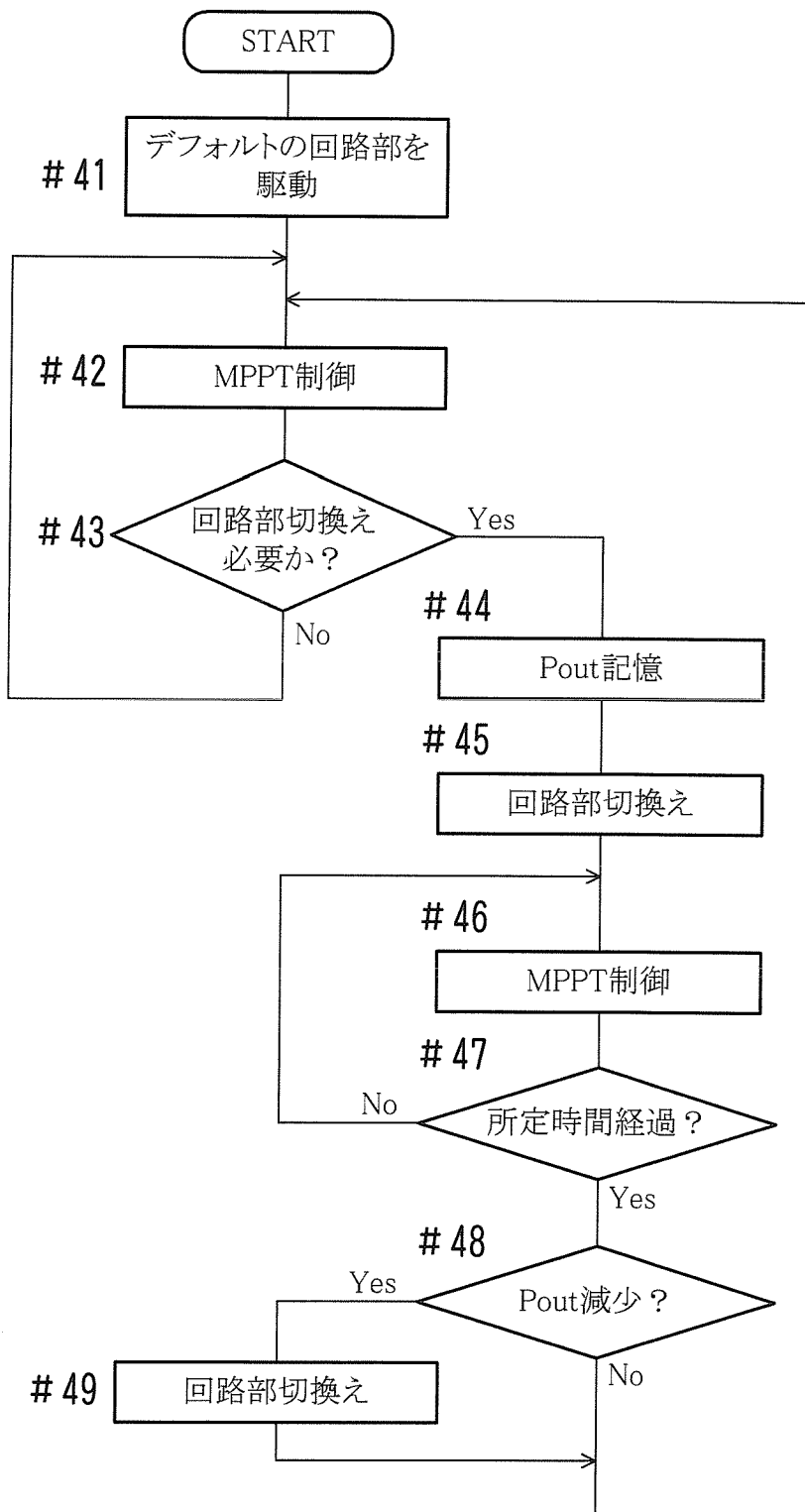
[図11]



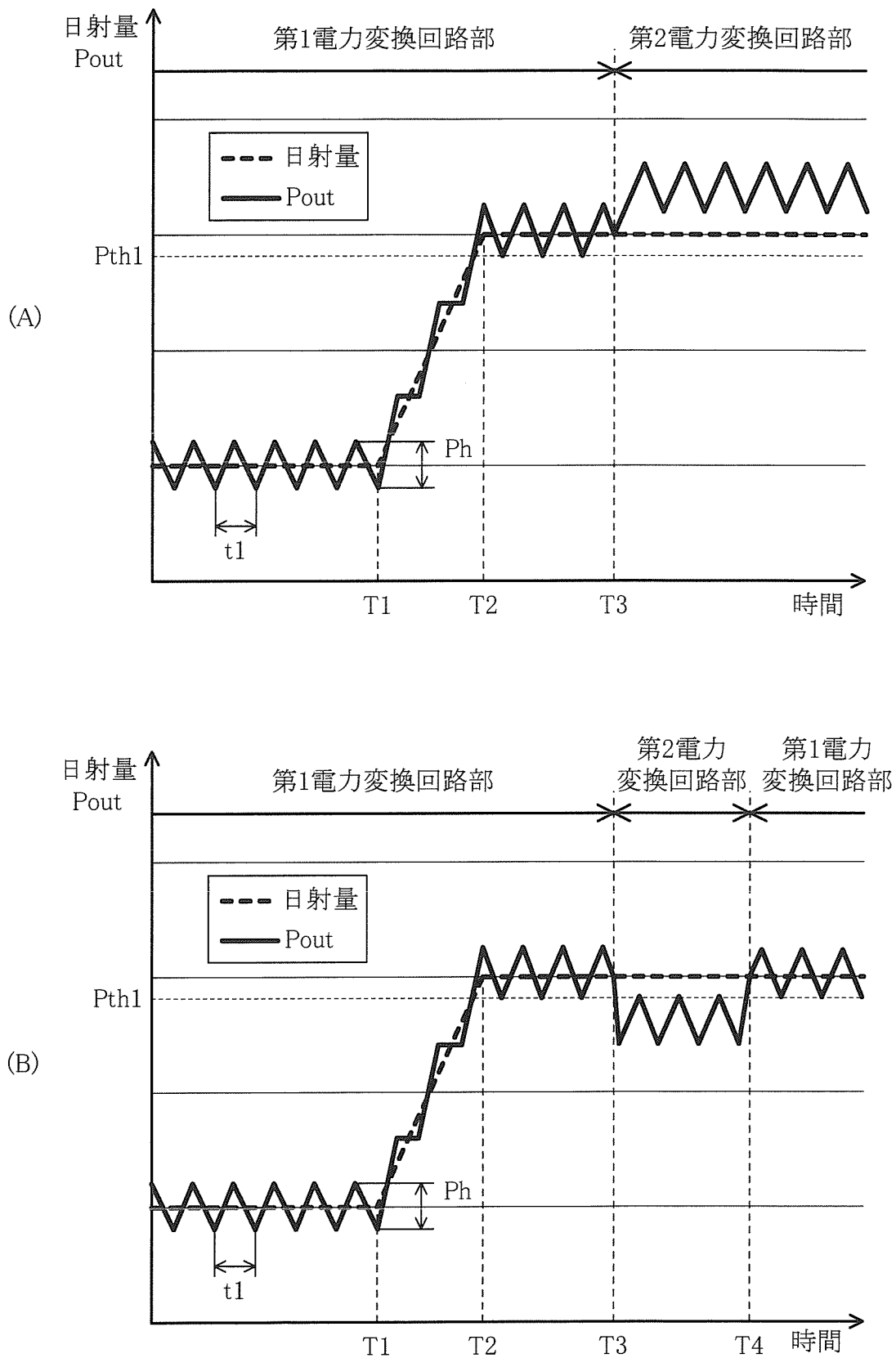
[図12]



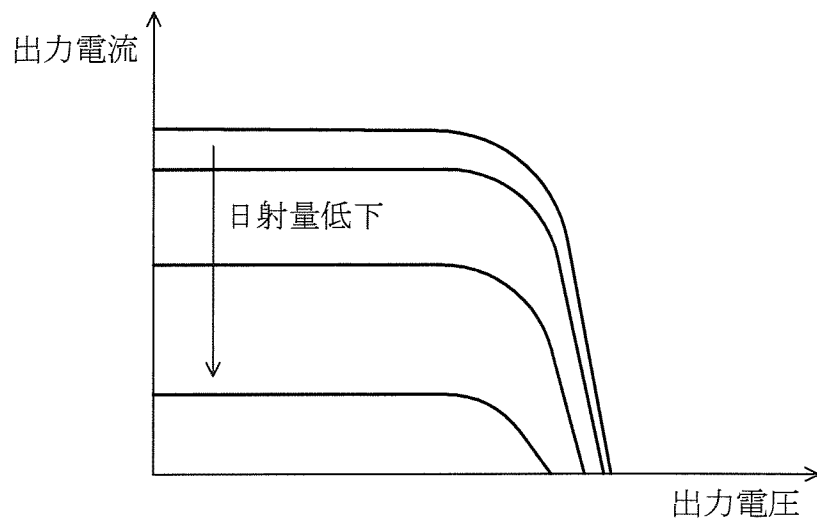
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/001443

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05F1/67(2006.01) i, H02M3/155(2006.01) 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)

G05F1/67, H02M3/155

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-213466 A (Oki Power Tech Kabushiki Kaisha), 24 September 2010 (24.09.2010), paragraphs [0034] to [0038], [0042]; fig. 5 (Family: none)	1-6
A	JP 2010-158098 A (Hitachi, Ltd.), 15 July 2010 (15.07.2010), paragraphs [0029] to [0039]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-6
A	JP 2003-280584 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 02 October 2003 (02.10.2003), paragraphs [0037] to [0041]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-6

☒ 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
09 May, 2012 (09.05.12)

Date of mailing of the international search report
22 May, 2012 (22.05.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/001443

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2011-114938 A (Ohatsu Kabushiki Kaisha), 09 June 2011 (09.06.2011), paragraphs [0030], [0048]; fig. 2 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G05F1/67(2006.01)i, H02M3/155(2006.01)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. G05F1/67, H02M3/155

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-213466 A (沖パワーテック株式会社) 2010.09.24, 【0034】 - 【0038】、【0042】、図5 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2010-158098 A (株式会社日立製作所) 2010.07.15, 【0029】 - 【0039】、図1-3 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2003-280584 A (三洋電機株式会社) 2003.10.02, 【0037】 - 【0041】、図1-3 (ファミリーなし)	1-6
PA	JP 2011-114938 A (オーハツ株式会社) 2011.06.09, 【0030】、【0048】、図2 (ファミリーなし)	1-6

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

0 9 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 5 . 2 0 1 2

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

槻木澤 昌司

3 V

9 3 2 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8