

(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
2015 年 12 月 3 日(03.12.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/181983 A1

- (51) 国際特許分類:
G05F 1/10 (2006.01) *G05F 1/67* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/064532
- (22) 国際出願日: 2014 年 5 月 30 日(30.05.2014)
- (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: 株式会社安川電機(KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 Fukuoka (JP).
- (72) 発明者: 唐仁原 博孝(TOUJINBARA, Hirotaka); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 久保山 宗(KUBOYAMA, Takashi); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 上野 大志(UENO, Daishi); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明(SAKAI, Hiroaki); 〒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 特許業務法人酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

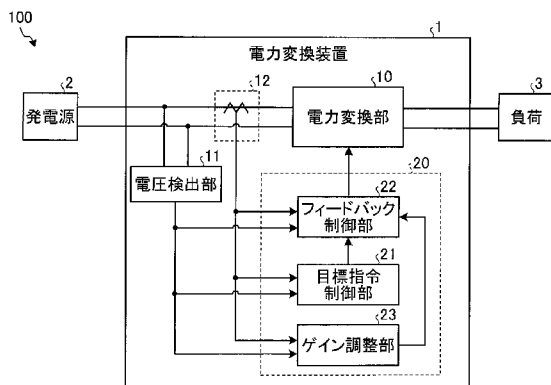
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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))

(54) Title: POWER CONVERSION DEVICE, POWER GENERATION SYSTEM, CONTROL DEVICE, AND CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 電力変換装置、発電システム、制御装置および制御方法



- 1 Power conversion device
2 Power generation source
3 Load
10 Power conversion unit
11 Voltage detection unit
21 Target command control unit
22 Feedback control unit
23 Gain adjustment unit

(57) Abstract: This power conversion device comprises a target command control unit, a feedback control unit, and a gain adjustment unit. The target command control unit increases and decreases a target command such that the power supplied from a power generation source to a power conversion unit conforms to the maximum supply power for the power generation source. The feedback control unit controls the power conversion unit by feedback control on the basis of the variation between the target command and at least either the supply voltage or the supply current from the power generation source to the power conversion unit. The gain adjustment unit adjusts the gain of the feedback control unit, on the basis of at least one among the supply voltage, the supply current, and the target command.

(57) 要約: 実施形態に係る電力変換装置は、目標指令制御部と、フィードバック制御部と、ゲイン調整部とを備える。目標指令制御部は、発電源から電力変換部への供給電力が発電源の最大供給電力に追従するように目標指令を増減する。フィードバック制御部は、発電源から電力変換部への供給電圧および供給電流の少なくとも一方と目標指令との偏差に基づきフィードバック制御によって電力変換部を制御する。ゲイン調整部は、前記供給電圧、前記供給電流および前記目標指令のうちの少なくとも一つに基づいて前記フィードバック制御部のゲインを調整する。

明 細 書

発明の名称：

電力変換装置、発電システム、制御装置および制御方法

技術分野

[0001] 開示の実施形態は、電力変換装置、発電システム、制御装置および制御方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、発電システムにおいて、太陽電池などの発電源から供給される電力を所定の電力へ変換する電力変換装置が知られている。かかる電力変換装置は、一般に、最大電力点追従制御と呼ばれる機能を有しており、発電源から電力変換部へ供給される電流および電圧に基づき、発電源の出力電力が最大になるように電力変換部を制御する（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2014-16690号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述した電力変換装置においては、最大電力点追従制御における最大電力点追従性を高めることが望まれる。

[0005] 実施形態の一態様は、上記に鑑みてなされたものであって、最大電力点追従制御における最大電力点追従性を高めることができる電力変換装置、発電システム、制御装置および制御方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 実施形態の一態様に係る電力変換装置は、電力変換部と、目標指令制御部と、フィードバック制御部と、ゲイン調整部とを備える。前記電力変換部は、発電源の電力を所定の電力へ変換する。前記目標指令制御部は、前記発電

源から前記電力変換部への供給電力が前記発電源の最大供給電力に追従するように目標指令を増減する。前記フィードバック制御部は、前記発電源から前記電力変換部への供給電圧および供給電流の少なくとも一方と前記目標指令との偏差に基づくフィードバック制御によって前記電力変換部を制御する。前記ゲイン調整部は、前記供給電圧、前記供給電流および前記目標指令のうちの少なくとも一つに基づいて前記フィードバック制御のゲインを調整する。

発明の効果

[0007] 実施形態の一態様によれば、最大電力点追従制御における最大電力点追従性を高めることができる電力変換装置、発電システム、制御装置および制御方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1A]図1 Aは、実施形態に係る発電システムの構成例を示す図である。

[図1B]図1 Bは、発電源の電力供給特性と電力変換装置のフィードバック制御のゲインとの関係例を示す図である。

[図2]図2は、図1 Aに示す電力変換装置の構成の一例を示す図である。

[図3]図3は、図2に示す電力変換部の構成の一例を示す図である。

[図4]図4は、発電源の電力供給特性を示す図である。

[図5]図5は、2つの極大点を有する発電源の電力供給特性の一例を示す図である。

[図6]図6は、電源電流指令を目標指令とする目標指令制御部の一例を示す図である。

[図7]図7は、制御部におけるフィードバック制御部の他の例を示す図である。

[図8]図8は、電源電流指令を目標指令とするフィードバック制御部の一例を示す図である。

[図9]図9は、制御ゲインと供給電圧との関係の一例を示す図である。

[図10]図10は、発電源の電力供給特性が急変した場合の動作を説明するた

めの図である。

[図11]図 1 1 は、制御部の制御処理の流れの一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、添付図面を参照して、本願の開示する電力変換装置、発電システム、制御装置および制御方法の実施形態を詳細に説明する。なお、以下に示す実施形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0010] [1 . 発電システム]

図 1 A は、実施形態に係る発電システムの構成例を示す図である。図 1 A に示す発電システム 1 0 0 は、電力変換装置 1 および発電源 2 を備える。電力変換装置 1 は、発電源 2 で発電された直流電力を交流電力へ変換して負荷 3 へ出力する。なお、発電源 2 は、例えば、太陽電池、直流発電機、燃料電池などであり、負荷 3 は、例えば、電力系統、交流電力で動作する機器である。

[0011] 電力変換装置 1 は、電力変換部 1 0 と、電圧検出部 1 1 と、電流検出部 1 2 と、制御部 2 0 とを備える。電力変換部 1 0 は、制御部 2 0 による制御に基づき、発電源 2 から供給される直流電力を交流電力へ変換して負荷 3 へ出力する。

[0012] 電圧検出部 1 1 は、発電源 2 から電力変換部 1 0 へ供給される電圧の値（以下、供給電圧 V_{in} と記載する）を検出する。また、電流検出部 1 2 は、発電源 2 から電力変換部 1 0 へ供給される電流の値（以下、供給電流 I_{in} と記載する）を検出する。

[0013] 制御部 2 0 は、最大電力点追従制御（以下、M P P T 制御と記載する）により電力変換部 1 0 を制御する。例えば、制御部 2 0 は、供給電流 I_{in} および供給電圧 V_{in} に基づき、発電源 2 が供給できる最大の電力（以下、最大供給電力と記載する）を発電源 2 から引き出すように電力変換部 1 0 を制御する。

[0014] かかる制御部 2 0 は、目標指令制御部 2 1 と、フィードバック制御部 2 2

と、ゲイン調整部 23 とを備える。目標指令制御部 21 は、発電源 2 から電力変換部 10 へ供給される電力（以下、供給電力 P_{in} と記載する）が発電源 2 の最大供給電力に追従するように電源電圧指令 V_{in}^* （目標指令の一例）を増減する。

[0015] フィードバック制御部 22 は、供給電圧 V_{in} と電源電圧指令 V_{in}^* との偏差に基づくフィードバック制御によって電力変換部 10 を制御する。フィードバック制御部 22 は、例えば、供給電圧 V_{in} と電源電圧指令 V_{in}^* との偏差がゼロになるように、電力変換部 10 を制御する。

[0016] ゲイン調整部 23 は、フィードバック制御部 22 によるフィードバック制御のゲイン（以下、フィードバックゲインと記載する）を調整する。ゲイン調整部 23 は、例えば、供給電圧 V_{in} 、供給電流 I_{in} または電源電圧指令 V_{in}^* に応じたフィードバックゲインをフィードバック制御部 22 に出力する。これにより、フィードバック制御部 22 は、例えば、発電源 2 の電力供給特性に応じたフィードバックゲインによってフィードバック制御を行うことができる。

[0017] 図 1 B は、発電源 2 の電力供給特性と電力変換装置 1 のフィードバック制御のゲインとの関係例を示す図であり、横軸は供給電圧 V_{in} を示し、縦軸は、供給電力 P_{in} を示す。また、供給電力 P_{in} が最大供給電力 P_{mpp} である点を最大電力点 MPP と呼び、最大電力点 MPP の場合の供給電圧 V_{in} を最大電力電圧 V_{mpp} と呼ぶ。

[0018] 図 1 B に示す特性例において、供給電圧 V_{in} の変化に対する供給電力 P_{in} の変化は、供給電圧 V_{in} が最大電力電圧 V_{mpp} よりも小さい領域（以下、左側領域と記載する）よりも、供給電圧 V_{in} が最大電力電圧 V_{mpp} よりも大きい領域（以下、右側領域と記載する）の方が大きい。

[0019] そこで、ゲイン調整部 23 は、例えば、供給電圧 V_{in} が右側領域にある場合のフィードバックゲインの大きさが、供給電圧 V_{in} が左側領域にある場合のフィードバックゲインの大きさよりも大きくなるように目標指令制御部 21 のフィードバックゲインを調整する。図 1 B において、供給電力 P_{in}

nの曲線上に示される矢印は、応答性のイメージを示す。

[0020] このようにフィードバックゲインを調整することにより、最大電力電圧 V_{mpp} よりも供給電圧 V_{in} が大きい右側領域のように、供給電圧 V_{in} の変化に対する供給電力 P_{in} の変化が大きい領域において、MPPT制御の応答性、すなわち、最大電力点追従制御性を高めることができる。

[0021] また、例えば、発電源2の開放電圧 V_{oc} からMPPT制御を行う場合に、最大電力点MPPTへ早く到達させることができ、一方、左側領域では、フィードバックゲインが小さいため、例えば、過度な応答を抑制できる。

[0022] なお、発電源2の電力供給特性は、図1Bに示す特性に限られるものではなく、電力変換装置1は、発電源2の電力供給特性に応じたフィードバックゲインでフィードバック制御を行うことができる。例えば、供給電圧 V_{in} の変化に対する供給電力 P_{in} の変化が左側領域よりも右側領域の方が小さい特性を有する発電源2に対して、ゲイン調整部23は、供給電圧 V_{in} が左側領域の場合のフィードバックゲインよりも右側領域の場合のフィードバックゲインの大きさを小さくする。

[0023] 以下、図1Aに示す電力変換装置1の構成例についてさらに詳細に説明する。

[0024] [2. 電力変換装置]

図2は、図1Aに示す電力変換装置1の構成の一例を示す図である。図2に示すように、電力変換装置1は、電力変換部10と、電圧検出部11、13、14と、電流検出部12、15と、入力端子 T_p 、 T_n と、出力端子 T_1 、 T_2 とを備える。

[0025] 電力変換部10は、昇圧回路31と、インバータ回路32とを備える。昇圧回路31は、例えば、昇圧チョッパ回路やDC-DCコンバータであり、また、インバータ回路32は、例えば、単相インバータや3相インバータである。なお、電力変換部10は、昇圧回路31に代えて、供給電圧 V_{in} を所定の電圧に昇圧する降圧回路を備えることもでき、また、電力変換部10は、昇圧回路31を設けない構成であってもよい。

[0026] 図3は、電力変換部10の構成の一例を示す図である。図3に示す昇圧回路31は、スイッチング素子Q5を有するチョッパ回路である。かかるスイッチング素子Q5は、制御部20から出力される駆動信号S5によってON/OFFが制御され、これにより、昇圧回路31において供給電圧 V_{in} が所定の電圧に昇圧される。なお、図示しないが昇圧回路31は、例えば、制御部20から出力される駆動信号S5を増幅してスイッチング素子Q5のベースへ入力する増幅回路を有する。

[0027] また、図3に示すインバータ回路32は、ブリッジ接続された複数のスイッチング素子Q1～Q4を含む単相インバータである。かかるスイッチング素子Q1～Q4は、制御部20から出力される駆動信号S1～S4によりON/OFFが制御され、これにより、インバータ回路32において、直流電圧が単相交流電圧へ変換される。なお、図示しないがインバータ回路32は、例えば、制御部20から出力される駆動信号S1～S4を増幅してスイッチング素子Q1～Q4のベースへ入力する増幅回路を有する。

[0028] 図2に戻って電力変換装置1の説明を続ける。電圧検出部11は、供給電圧 V_{in} を検出し、電流検出部12は、供給電流 I_{in} を検出する。また、電圧検出部13は、昇圧回路31から出力される昇圧後の直流電圧の値（以下、直流電圧 V_{pn} と記載する）を検出する。

[0029] 電圧検出部14は、電力変換部10から負荷3へ出力される交流電圧の実効値（以下、出力電圧 V_{out} と記載する）を検出する。また、電流検出部15は、電力変換部10から負荷3へ出力される交流電流の実効値（以下、出力電流 I_{out} と記載する）を検出する。

[0030] 制御部20は、目標指令制御部21と、フィードバック制御部22と、ゲイン調整部23と、偏差判定部24と、昇圧制御部25とを備える。以下、制御部20の構成について詳細に説明する。

[0031] なお、制御部20は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、入出力ポートなどを有するマイクロコンピュータや各種の回路を含む。かかるマイ

クロコンピュータのCPUは、ROMに記憶されているプログラムを読み出して実行することにより、目標指令制御部21、フィードバック制御部22、ゲイン調整部23、偏差判定部24および昇圧制御部25の制御を実現することができる。

[0032] また、目標指令制御部21、フィードバック制御部22、ゲイン調整部23、偏差判定部24および昇圧制御部25の少なくともいずれかまたは全部をASIC (Application Specific Integrated Circuit) やFPGA (Field Programmable Gate Array) 等のハードウェアで構成することもできる。

[0033] [2. 1. 目標指令制御部21]

目標指令制御部21は、供給電力 P_{in} が最大電力点MPPに追従するように電源電圧指令 V_{in}^* を増減する。例えば、目標指令制御部21は、供給電力 P_{in} の極大点を探索する処理（以下、山登り処理と記載する）と、山登り処理で探索された極大点の他に極大点がないかを探索する処理（以下、山探し処理と記載する）とを行う。

[0034] 目標指令制御部21は、供給電力検出器41と、追従指令制御器42（第1目標指令制御器の一例）と、第1判定器43と、非追従指令制御器44（第2目標指令制御器の一例）と、切替器45（出力切替器の一例）と、第2判定器46とを備える。

[0035] 供給電力検出器41は、供給電圧 V_{in} と供給電流 I_{in} とに基づき、供給電力 P_{in} を求める。例えば、供給電力検出器41は、供給電圧 V_{in} に供給電流 I_{in} を乗算することにより、供給電力 P_{in} を求める。

[0036] 追従指令制御器42は、供給電力 P_{in} が最大化するように電源電圧指令 V_{in}^* を生成して山登り処理を行う。追従指令制御器42は、例えば、電力変換部10による電力変換が開始される際に、電源電圧指令 V_{in}^* を増減して供給電力 P_{in} の最大電力点MPPを探索し、その後、供給電力 P_{in} が最大電力点MPPと一致するように、電源電圧指令 V_{in}^* を生成する。

[0037] ここで、追従指令制御器42における山登り処理の一例を説明する。図4

は、発電源 2 の電力供給特性を示す図であり、横軸は供給電圧 V_{in} を示し、縦軸は、供給電流 I_{in} および供給電力 P_{in} を示す。

[0038] 追従指令制御器 42 は、山登り処理において、例えば、供給電圧 V_{in} から所定値 ΔV_1 を減算した値を、電源電圧指令 V_{in}^* の初期値 V_0 ($=V_{in}-\Delta V_1$) として設定し、フィードバック制御部 22 へ出力する。なお、山登り処理の開始時点では、電力変換部 10 による電力変換が開始されていないため、供給電圧 V_{in} は、発電源 2 の開放電圧 V_{oc} である。

[0039] 所定値 ΔV_1 は、開放電圧 V_{oc} から最大電力電圧 V_{mpp} を減算した値よりも小さい値に設定される。そのため、初期値 V_0 の電源電圧指令 V_{in}^* と供給電圧 V_{in} が一致した場合に、供給電圧 V_{in} は開放電圧 V_{oc} と最大電力電圧 V_{mpp} との間の大きさであり、供給電力 P_{in} は増加する。

[0040] 追従指令制御器 42 は、供給電力 P_{in} の増加が継続する限り、電源電圧指令 V_{in}^* を所定値 ΔV_1 ずつ減少させてフィードバック制御部 22 へ出力し、供給電圧 V_{in} を所定値 ΔV_1 ずつ減少させる。これにより、供給電圧 V_{in} が開放電圧 V_{oc} から最大電力電圧 V_{mpp} へ近づくため、供給電力 P_{in} が最大電力点 MPP に近づいていく。

[0041] そして、供給電力 P_{in} が減少した場合、追従指令制御器 42 は、供給電力 P_{in} が最大電力点 MPP を通過したと判定し、電源電圧指令 V_{in}^* を所定値 ΔV_2 ($<\Delta V_1$) だけ増加させてフィードバック制御部 22 へ出力する。かかる電源電圧指令 V_{in}^* により、供給電力 P_{in} が増加した場合、追従指令制御器 42 は、供給電力 P_{in} が最大電力点 MPP を通過したと判定し、電源電圧指令 V_{in}^* を所定値 ΔV_3 ($<\Delta V_2$) だけ減少させてフィードバック制御部 22 へ出力する。

[0042] 以降、追従指令制御器 42 は、例えば、最大電力点 MPP の通過の判定と電源電圧指令 V_{in}^* を増減させる所定値の減少を繰り返すことにより、供給電力 P_{in} を最大電力点 MPP に追従させる。なお、追従指令制御器 42 は、最大電力点 MPP が変動した場合、例えば、電源電圧指令 V_{in}^* を増減させる所定値を所定値 ΔV_1 に戻して上述した処理を行うことで、供給電力 P

i_n を最大電力点MPPに追従させる。

- [0043] 図2に戻って目標指令制御部21の説明を続ける。第1判定器43は、追従指令制御器42による電源電圧指令 V_{in}^* の増減により供給電力 P_{in} が極大点に到達したか否かを判定し、かかる判定結果を、非追従指令制御器44、切替器45および第2判定器46に通知する。
- [0044] 第1判定器43は、例えば、供給電力 P_{in} が最大電力点MPPを通過したことを示す情報を追従指令制御器42から取得した場合に、供給電力 P_{in} が極大点に到達したと判定する。なお、第1判定器43は、例えば、追従指令制御器42で電源電圧指令 V_{in}^* の増減に用いられる所定値が閾値以下になった場合や供給電力 P_{in} の変化率が閾値以下になった場合に供給電力 P_{in} が極大点に到達したと判定することもできる。
- [0045] 切替器45は、第1判定器43によって供給電力 P_{in} が極大点に到達したと判定された場合、追従指令制御器42の電源電圧指令 V_{in}^* に代えて、非追従指令制御器44の電源電圧指令 V_{in}^* をフィードバック制御部22へ出力する。
- [0046] 切替器45は、非追従指令制御器44からの電源電圧指令 V_{in}^* の出力処理が終了すると、非追従指令制御器44の電源電圧指令 V_{in}^* に代えて、追従指令制御器42の電源電圧指令 V_{in}^* のフィードバック制御部22への出力を再開する。
- [0047] 非追従指令制御器44は、例えば、供給電力 P_{in} の変動に関わらず、電源電圧指令 V_{in}^* を強制的に所定値 ΔV_a ずつ繰り返し減少させる。これにより、非追従指令制御器44からステップ状に減少する電源電圧指令 V_{in}^* が切替器45を介してフィードバック制御部22へ出力され、供給電圧 V_{in} が段階的に減少する。なお、所定値 ΔV_a は、山登り処理における所定値 ΔV_1 よりも大きな値に設定することで、山探り処理の処理速度を高めることができる。
- [0048] 非追従指令制御器44は、例えば、供給電圧 V_{in} が許容電圧 V_{th} より小さくなった場合、または、供給電力 P_{in} が許容電力 P_{th} より小さくな

った場合、電源電圧指令 V_{in}^* を出力する処理を終了する。これにより、例えば、発電源2から供給される電力により制御部20が動作する場合でも、制御部20が電力不足等で停止することを回避できる。

[0049] 第2判定器46は、第1判定器43によって供給電力 P_{in} が極大点に到達したと判定された場合、かかる極大点における供給電力 P_{in} を記憶する。その後、第2判定器46は、非追従指令制御器44から、電源電圧指令 V_{in}^* が出力されている間に、供給電力検出器41から出力される供給電力 P_{in} が極大点における供給電力 P_{in} よりも大きくなったか否かを判定する。

[0050] 第2判定器46は、供給電力検出器41から出力される供給電力 P_{in} が極大点における供給電力 P_{in} よりも大きくなった場合、他に極大点があると判定し、非追従指令制御器44から最後に出力された電源電圧指令 V_{in}^* の値を追従指令制御器42へ通知する。一方、供給電力検出器41から出力される供給電力 P_{in} が極大点における供給電力 P_{in} よりも大きくなならない場合、第2判定器46は、他に極大点がないと判定する。

[0051] 追従指令制御器42は、第2判定器46による判定結果に応じて、電源電圧指令 V_{in}^* の値を変える。これにより、他に極大点があるか否かに応じて適切に電源電圧指令 V_{in}^* を出力することができる。

[0052] 例えば、追従指令制御器42は、第2判定器46により他に極大点がないと判定された場合、最後に出力した電源電圧指令 V_{in}^* （前回値）と同じ値の電源電圧指令 V_{in}^* を出力する。これにより、追従指令制御器42は、山登り処理を再開し、探索済みの極大点を最大電力点MPPとして供給電力 P_{in} が最大電力点MPPと一致するように、電源電圧指令 V_{in}^* を生成することができる。

[0053] 一方、追従指令制御器42は、第2判定器46により他に極大点があると判定された場合、非追従指令制御器44が最後に出力した電源電圧指令 V_{in}^* と同じ値の電源電圧指令 V_{in}^* を出力する。これにより、他の極大点に対して追従指令制御器42による山登り処理が開始される。

[0054] 例えば、発電源 2 の電力供給特性が図 5 に示す状態であるとする。図 5 は、2 つの極大点を有する発電源 2 の電力供給特性の一例を示す図である。図 5 に示す電力供給特性は、例えば、発電源 2 が太陽電池である場合に、太陽電池への部分影の影響によって現れる。

[0055] 目標指令制御部 21 は、山登り処理において、図 5 に示す極大点 MP1 を探索した後、山探り処理により、探索済みの極大点 MP1 の値 P_{mp1} よりも大きな供給電力 P_{in} があるか否かを判定する。図 5 に示す例では、山探り処理によって極大点 MP1 の値 P_{mp1} よりも大きな供給電力 P_{in} の値 P_1 が発見されるため、目標指令制御部 21 は、他の極大点 MP2 に対する山登り処理を行う。

[0056] これにより、目標指令制御部 21 は、極大点が 2 つ以上であったとしても、最大電力点 MP P を探索することができ、最大電力点 MP P に応じた電源電圧指令 V_{in}^* を出力することができる。すなわち、発電源 2 の供給電力 P_{in} に極大点が 2 つ以上あり、山登り処理だけで最大電力点 MP P を探索することが難しい場合であっても、精度よく最大電力点 MP P を探索することができる。

[0057] なお、図 2 に示す目標指令制御部 21 は、電源電圧指令 V_{in}^* を目標指令としたが、目標指令制御部 21 は、電源電流指令 I_{in}^* を目標指令とすることもできる。図 6 は、電源電流指令 I_{in}^* を目標指令とする目標指令制御部 21 の一例を示す図である。

[0058] 図 6 に示す目標指令制御部 21 は、図 2 に示す目標指令制御部 21 において電圧を電流に置き換えたものである。例えば、図 6 に示す目標指令制御部 21 は、電源電圧指令 V_{in}^* 、供給電圧 V_{in} 、最大電力電圧 V_{mpp} 、開放電圧 V_{oc} 、初期値 V_0 、所定値 $\Delta V_1 \sim \Delta V_3$ 、許容電圧 V_{th} に代えて、電源電流指令 I_{in}^* 、供給電流 I_{in} 、最大電力電流 I_{mpp} 、開放電流 I_{oc} 、初期値 I_0 、所定値 $\Delta I_1 \sim \Delta I_3$ 、許容電流 I_{th} を用いる。

[0059] [2. 2. フィードバック制御部 22]

次に、図 2 に示すフィードバック制御部 22 について説明する。フィード

バック制御部 22 は、目標指令制御部 21 から出力される電源電圧指令 V_{in}^* に基づいて電力変換部 10 を制御する。かかるフィードバック制御部 22 は、図 2 に示すように、減算器 51 と、指令生成部 52 と、駆動制御部 53 とを備える。

[0060] 減算器 51 は、例えば、電源電圧指令 V_{in}^* から供給電圧 V_{in} を減算することにより、電源電圧指令 V_{in}^* と供給電圧 V_{in} との差分 ΔV_{in} を求める。

[0061] 指令生成部 52 は、例えば、PI 制御器である。かかる指令生成部 52 は、差分 ΔV_{in} に対し PI（比例積分）制御を行うことにより、電源電流指令 I_{in}^* を求める。指令生成部 52 には、ゲイン調整部 23 により制御ゲイン K （フィードバックゲインの一例）が設定される。指令生成部 52 は、かかる制御ゲイン K により差分 ΔV_{in} に対し PI 制御を行う。なお、制御ゲイン K は、比例積分ゲイン（比例ゲインおよび積分ゲイン）であるが、例えば、比例ゲインのみを制御ゲイン K としてもよい。

[0062] 指令生成部 52 は、ゲイン調整部 23 によって調整された制御ゲイン K に応じた PI 制御を行うことができるため、MPPT 制御における最大電力点追従性を高めることができる。かかる制御ゲイン K の調整については後で詳述する。

[0063] なお、指令生成部 52 は、PI 制御器に代えて、PID（Proportional Integral Derivative Control）を行う PID 制御器、P（Proportional Control）制御を行う P 制御器、または、PD（Proportional Derivative Control）制御を行う PD 制御器を設けることもできる。この場合も同様に、ゲイン調整部 23 により制御ゲイン K が設定される。なお、PID 制御器の場合、制御ゲイン K は、比例積分微分ゲイン（比例ゲイン、積分ゲインおよび微分ゲイン）であるが、例えば、比例ゲインのみを制御ゲイン K としてもよい。また、PD 制御器の場合、制御ゲイン K は、比例ゲイン、微分ゲインであるが、例えば、比例ゲインのみを制御ゲイン K としてもよい。

[0064] 駆動制御部 53 は、指令生成部 52 から出力される電源電流指令 I_{in}^* に

基づいて電力変換部 10 を駆動する駆動信号 $S_1 \sim S_4$ を生成する。かかる駆動制御部 53 は、電力指令生成器 54 と、出力電流指令生成器 55（出力指令生成器の一例）と、リミッタ 56 と、駆動信号生成器 57 とを備える。

[0065] 電力指令生成器 54 は、例えば、電源電流指令 I_{in}^* に電源電圧指令 V_{in}^* を乗算することによって、電源電力指令 P_{in}^* を求める。なお、電力指令生成器 54 は、電力変換部 10 における電力変換の効率 η を考慮して、電源電力指令 P_{in}^* を求めることもできる。例えば、電力指令生成器 54 は、電源電流指令 I_{in}^* と電源電圧指令 V_{in}^* との乗算結果を効率 η で除算することにより、電源電力指令 P_{in}^* を求めることもできる。

[0066] また、電力指令生成器 54 は、例えば、電源電流指令 I_{in}^* に供給電圧 V_{in} を乗算することによって、電源電力指令 P_{in}^* を求めることができ、また、供給電流 I_{in} に電源電圧指令 V_{in}^* を乗算することによって、電源電力指令 P_{in}^* を求めることができる。また、電力指令生成器 54 は、例えば、供給電流 I_{in} に供給電圧 V_{in} を乗算することによって、電源電力指令 P_{in}^* を求めることができる。

[0067] なお、電力指令生成器 54 は、発電源 2 の電力供給特性に応じた電源電力指令 P_{in}^* を求めることができればよく、上記の演算以外によって電源電力指令 P_{in}^* を求めることもできる。例えば、電力指令生成器 54 は、電源電流指令 I_{in}^* と供給電流 I_{in} との平均値に電源電圧指令 V_{in}^* と供給電圧 V_{in} との平均値を乗算することによって電源電力指令 P_{in}^* を求めることもできる。

[0068] 出力電流指令生成器 55 は、例えば、電源電力指令 P_{in}^* を出力電圧 V_{out} により除算することによって、出力電流指令 I_{out}^* を求める。リミッタ 56 は、出力電流指令 I_{out}^* が所定値以下になるように、出力電流指令 I_{out}^* を制限する。駆動信号生成器 57 は、例えば、出力電流 I_{out} が出力電流指令 I_{out}^* と一致するように駆動信号 $S_1 \sim S_4$ を生成し、かかる駆動信号 $S_1 \sim S_4$ をインバータ回路 32 へ出力する。なお、出力電流指令生成器 55 は、電力変換部 10 の出力（例えば、出力電力）が電源電力指

令 P_{in}^* に応じて制御されればよく、例えば、出力電流 I_{out} の他、出力電圧 V_{out} を制御することもできる。

[0069] このように、フィードバック制御部 22 は、指令生成部 52 により電源電圧指令 V_{in}^* と供給電圧 V_{in} とが一致するように電源電流指令 I_{in}^* を生成し、かかる電源電流指令 I_{in}^* に基づき電源電力指令 P_{in}^* を生成する。

[0070] そして、かかる電源電力指令 P_{in}^* に基づき、フィードバック制御部 22 は、出力電流指令 I_{out}^* を生成する。そのため、例えば、指令生成部 52 により電源電圧指令 V_{in}^* と供給電圧 V_{in} とが一致するように出力電流指令 I_{out}^* を生成する場合に比べ、最大電力点追従性を高めることができる。

[0071] 例えば、図 7 に示すように、電源電圧指令 V_{in}^* と供給電圧 V_{in} とが一致するように PI 制御により出力電流指令 I_{out}^* が生成されたとする。図 7 は、制御部 20 におけるフィードバック制御部の他の例を示す図である。

[0072] 図 7 に示すフィードバック制御部 22' は、供給電圧 V_{in} が電源電圧指令 V_{in}^* より小さくなると出力電流指令 I_{out}^* を減少させるため、出力電力 P_{out} ($= I_{out} \times V_{out}$) が減少する。また、フィードバック制御部 22' は、供給電圧 V_{in} が電源電圧指令 V_{in}^* より大きくなると出力電流指令 I_{out}^* を増加させるため、出力電力 P_{out} が増加する。

[0073] 目標指令制御部 21 が山登り処理を開始した場合、電源電圧指令 V_{in}^* が減少するため、供給電圧 V_{in} が電源電圧指令 V_{in}^* より大きくなり、フィードバック制御部 22' は、出力電流指令 I_{out}^* を増加させる。そのため、出力電力 P_{out} が増加し、供給電力 P_{in} が最大電力点 MPP へ近づき、山登り処理が適切に行われる。

[0074] 一方、供給電圧 V_{in} が最大電力電圧 V_{mpp} 以下である左側領域に入った場合に、供給電圧 V_{in} が電源電圧指令 V_{in}^* よりも大きくなると、フィードバック制御部 22' は、出力電流指令 I_{out}^* を増加させる。出力電流指令 I_{out}^* が増加すると、電力変換部 10 は、発電源 2 から電力をさらに取り込もうとするため、供給電圧 V_{in} が電源電圧指令 V_{in}^* よりも低下し

、右側領域に比べ、最大電力点追従性が低下する。また、供給電圧 V_{in} が電源電圧指令 V_{in}^* よりも過度に低下するおそれもある。

[0075] 一方、図2に示すフィードバック制御部22は、電源電圧指令 V_{in}^* と供給電圧 V_{in} とが一致するように電源電流指令 I_{in}^* を生成し、かかる電源電流指令 I_{in}^* に基づき出力電流指令 I_{out}^* を生成する。

[0076] これにより、電源電流指令 I_{in}^* によって供給電流 I_{in} が制御され、電源電圧指令 V_{in}^* によって供給電圧 V_{in} が制御される。そのため、電源電流指令 I_{in}^* と電源電圧指令 V_{in}^* とによって生成される電源電力指令 P_{in}^* の供給電圧 V_{in} に対する変化は、図4に示す供給電力 P_{in} の変化とほぼ一致する。

[0077] 例えば、フィードバック制御部22は、左側領域において、供給電圧 V_{in} が電源電圧指令 V_{in}^* よりも大きくなると、電源電流指令 I_{in}^* を増加させる。左側領域では、電源電流指令 I_{in}^* が増加すると電源電力指令 P_{in}^* が減少するため、出力電流指令 I_{out}^* が減少し、これにより、出力電力 P_{out} が低減する。

[0078] また、フィードバック制御部22は、左側領域において、供給電圧 V_{in} が電源電圧指令 V_{in}^* よりも小さくなると、電源電流指令 I_{in}^* を低減させる。左側領域では、電源電流指令 I_{in}^* が減少すると電源電力指令 P_{in}^* が増加するため、出力電流指令 I_{out}^* が増加し、これにより、出力電力 P_{out} が増加する。

[0079] このように、フィードバック制御部22は、左側領域において、供給電圧 V_{in} が電源電圧指令 V_{in}^* よりも大きくなると、出力電力 P_{out} を低減し、供給電圧 V_{in} が電源電圧指令 V_{in}^* よりも小さくなると、出力電力 P_{out} を増加する。そのため、フィードバック制御部22は、発電源2の電力供給特性に沿って出力電力 P_{out} を制御できることから、供給電圧 V_{in} を電源電圧指令 V_{in}^* に適切に追従させることができ、フィードバック制御部22'に比べ、最大電力点追従性を高めることができる。

[0080] また、フィードバック制御部22は、右側領域において、供給電圧 V_{in}

が電源電圧指令 V_{in}^* よりも大きくなると、電源電流指令 I_{in}^* を増加させ、出力電力 P_{out} を増加させる。また、フィードバック制御部 22 は、右側領域において、供給電圧 V_{in} が電源電圧指令 V_{in}^* よりも小さくなると、電源電流指令 I_{in}^* を低減し、出力電力 P_{out} を低減する。そのため、フィードバック制御部 22 は、フィードバック制御部 22' と同様に、最大電力点追従性を高めることができる。

[0081] なお、制御部 20 は、フィードバック制御部 22 に代えて、フィードバック制御部 22' が設けられた場合でも、ゲイン調整部 23 によって調整された制御ゲイン K に応じたフィードバック制御を行う。そのため、左側領域において、電源電圧指令 V_{in}^* と供給電圧 V_{in} との差に対する応答性を低減でき、供給電圧 V_{in} の過度の低下が抑制され、制御ゲイン K を固定にする場合に比べ、最大電力点追従性を向上させることができる。

[0082] また、目標指令制御部 21 が電源電流指令 I_{in}^* を目標指令とする場合、フィードバック制御部 22 は、電源電流指令 I_{in}^* を目標指令とすることができる。図 8 は、電源電流指令 I_{in}^* を目標指令とするフィードバック制御部 22 の一例を示す図である。

[0083] 図 8 に示すフィードバック制御部 22 は、減算器 51、指令生成部 52、駆動制御部 53 を備える。減算器 51 は、例えば、電源電流指令 I_{in}^* から供給電流 I_{in} を減算することにより、電源電流指令 I_{in}^* と供給電流 I_{in} との差分 ΔI_{in} を求める。

[0084] 指令生成部 52 は、差分 ΔI_{in} に対し PI 制御を行うことにより、電源電圧指令 V_{in}^* を求める。指令生成部 52 には、ゲイン調整部 23 により制御ゲイン K が設定される。指令生成部 52 は、かかる制御ゲイン K により差分 ΔI_{in} に対し PI 制御を行う。なお、図 8 に示すフィードバック制御部 22 は、 PI 制御器に代えて、 PID 制御器、 P 制御器または PD 制御器を設けることもできる。

[0085] また、指令生成部 52 が例えば P 制御器や PD 制御器である場合、指令生成部 52 は、電源電圧指令 V_{in}^* 、電源電流指令 I_{in}^* および定常偏差に基

づいて電源電力指令 P_{in}^* を生成することができる。これにより、定常偏差がある場合であっても、電源電力指令 P_{in}^* を精度よく生成できる。

[0086] 例えば、指令生成部52は、定常偏差が正值である場合、電源電圧指令 V_{in}^* から定常偏差を減算した結果を電源電流指令 I_{in}^* に積算することで電源電力指令 P_{in}^* を生成することができる。また、指令生成部52は、定常偏差が負値である場合、電源電圧指令 V_{in}^* に定常偏差を加算した結果を電源電流指令 I_{in}^* に積算することで電源電力指令 P_{in}^* を生成することができる。

[0087] 駆動制御部53は、図2に示す駆動制御部53と同様の構成であり、指令生成部52から出力される電源電圧指令 V_{in}^* に基づいて電力変換部10を駆動する駆動信号 $S_1 \sim S_4$ を生成する。

[0088] このように、図8に示す指令生成部52も、図2に示す指令生成部52と同様に、ゲイン調整部23によって調整された制御ゲイン K に応じた P 制御、 PID 制御、 P 制御または PD 制御を行うため、 MPP T制御における最大電力点追従性を高めることができる。

[0089] また、図8に示すフィードバック制御部22は、指令生成部52により電源電流指令 I_{in}^* と供給電流 I_{in} とが一致するように電源電圧指令 V_{in}^* を生成し、かかる電源電圧指令 V_{in}^* に基づき電源電力指令 P_{in}^* を生成する。そして、かかる電源電力指令 P_{in}^* に基づき、フィードバック制御部22は、出力電流指令 I_{out}^* を生成する。そのため、出力電流指令 I_{out}^* を指令生成部52から出力する場合（図7参照）に比べ、最大電力点追従性を高めることができる。

[0090] [2. 3. ゲイン調整部23]

次に、図2に示すゲイン調整部23について説明する。ゲイン調整部23は、制御ゲイン K と供給電圧 V_{in} または供給電流 I_{in} とを関係付けるテーブルまたは演算式を有し、供給電圧 V_{in} または供給電流 I_{in} に応じて制御ゲイン K を調整する。

[0091] ゲイン調整部23は、例えば、以下の演算式（1）に基づき、供給電圧 V

i_n に応じた制御ゲイン K を求めることができる。ゲイン調整部23は、求めた制御ゲイン K をフィードバック制御部22の指令生成部52に設定する。なお、 K_1 は係数であり、所定の値に設定される。

$$K = K_1 \times V_{i_n} \quad \dots (1)$$

[0092] これにより、図9に示すように、供給電圧 V_{i_n} に応じた制御ゲイン K をフィードバック制御部22の指令生成部52に設定することができる。図9は、制御ゲイン K と供給電圧 V_{i_n} との関係の一例を示す図である。

[0093] また、 V_{i_n} （例えば、所定値 V_{min} から定格入力電圧 V_{max} まで）に対する上記式（1）の演算結果をテーブルとしてゲイン調整部23に記憶することもできる。この場合、ゲイン調整部23は、記憶されているテーブルから供給電圧 V_{i_n} に応じた制御ゲイン K を取得し、かかる制御ゲイン K をフィードバック制御部22の指令生成部52に設定する。

[0094] このように、ゲイン調整部23は、左側領域よりも右側領域での制御ゲイン K を大きくすることができる。そのため、電力変換装置1は、MPPT制御における最大電力点追従性を高めることができ、また、供給電圧 V_{i_n} が左側領域にある場合にも供給電圧 V_{i_n} が過度に減少することを抑制できる。

[0095] 例えば、発電源2の供給特性が図4に示す状態の場合、供給電流 I_{i_n} は、左側領域に比べ、右側領域の方が、供給電圧 V_{i_n} の変化に対する供給電流 I_{i_n} の変化が大きい。そのため、左側領域の制御ゲイン K に対して右側領域の制御ゲイン K を大きくすることで、右側領域において、電源電流指令 $I_{i_n}^*$ に対する供給電流 I_{i_n} の追従性を向上させることができる。これにより、例えば、山登り処理において供給電力 P_{i_n} が最大電力点MPPに到達するまでの時間を短縮することができる。

[0096] また、フィードバック制御部22は、右側領域において、供給電圧 V_{i_n} が電源電圧指令 $V_{i_n}^*$ よりも小さくなると、出力電流指令 I_{out}^* を増加する。そのため、左側領域のように制御ゲイン K を大きくすると、出力電流指令 I_{out}^* の増加の応答性が高くなり、供給電圧 V_{i_n} が低下する度合いが

大きくなる。そして、供給電圧 V_{in} と電源電圧指令 V_{in}^* との差が大きい場合には、供給電圧 V_{in} が過度に減少するおそれがある。

[0097] しかしながら、ゲイン調整部 23 は、右側領域の制御ゲイン K よりも左側領域の制御ゲイン K を小さくするため、左側領域において、電源電圧指令 V_{in}^* に対して供給電圧 V_{in} が小さくなった場合でも、供給電圧 V_{in} が過度に減少することを抑制できる。

[0098] また、ゲイン調整部 23 は、図 9 に示すように、供給電圧 V_{in} が高くなるほど制御ゲイン K を大きくする。そのため、最大電力電圧 V_{mpp} (図 4 参照) が変化した場合であっても、左側領域よりも右側領域での制御ゲイン K を大きくすることができる。また、ゲイン調整部 23 は、供給電圧 V_{in} に基づいて制御ゲイン K を決定するため、供給電圧 V_{in} が電源電圧指令 V_{in}^* よりも小さくなるとそれに伴って制御ゲイン K も小さくなり、供給電圧 V_{in} の過度の減少を効果的に抑制できる。

[0099] また、発電源 2 が太陽電池である場合、ゲイン調整部 23 は、太陽電圧への日照量に応じてさらに制御ゲイン K を調整することができる。例えば、ゲイン調整部 23 は、日照量が多いほど制御ゲイン K が大きくなるようにする。

[0100] 制御部 20 が電力変換部 10 を制御していない状態では、供給電圧 V_{in} は開放電圧 V_{oc} である。開放電圧 V_{oc} は、太陽電圧への日照量が多いほど大きくなる。そこで、制御部 20 は、電力変換部 10 の制御を開始する際に、開放電圧 V_{oc} に応じた制御ゲイン K を設定する。

[0101] 例えば、ゲイン調整部 23 は、例えば、以下の演算式 (2) に基づき、供給電圧 V_{in} に応じた制御ゲイン K を求める。ゲイン調整部 23 は、求めた制御ゲイン K をフィードバック制御部 22 の指令生成部 52 に設定する。なお、 $f(V_{oc})$ は、開放電圧 V_{oc} に応じた調整係数の演算式である。

$$K = K_1 \times V_{in} \times f(V_{oc}) \quad \dots (2)$$

[0102] このようにすることで、電力変換部 10 は、例えば、山登り処理において供給電力 P_{in} が最大電力点 MPP に到達するまでの時間をさらに短縮する

ことができ、最大電力点追従性をさらに高めることができる。

[0103] ところで、M P P T制御を開始した後は、開放電圧 V_{oc} は検出することができないが、最大電力点M P Pにおける供給電力 P_{in} （以下、最大供給電力 P_{mpp} と記載する）は、太陽電圧への日照量が多いほど大きくなる。そこで、ゲイン調整部23は、供給電力 P_{in} が最大電力点M P Pに到達した後、最大供給電力 P_{mpp} の大きさに基づいて、制御ゲイン K を調整する。

[0104] 例えば、ゲイン調整部23は、例えば、以下の演算式（3）に基づき、供給電圧 V_{in} に応じた制御ゲイン K を求めることができる。ゲイン調整部23は、求めた制御ゲイン K をフィードバック制御部22の指令生成部52に設定する。

$$K = K_1 \times V_{in} \times f(P_{mpp}) \quad \dots (3)$$

[0105] なお、 $f(P_{mpp})$ は、最大供給電力 P_{mpp} に応じた調整係数の演算式であり、例えば、以下の演算式（4）で表される。

$$f(P_{mpp}) = K_2 \times P_{mpp} \quad \dots (4)$$

[0106] また、ゲイン調整部23は、開放電圧 V_{oc} や最大供給電力 P_{mpp} に代えて、日照量を直接検出する検出部を設け、かかる検出部による検出結果に基づいて制御ゲイン K を調整することもできる。

[0107] また、ゲイン調整部23は、供給電流 I_{in} と制御ゲイン K とを関係付けるテーブルまたは演算式により、供給電流 I_{in} に応じた制御ゲイン K を取得し、かかる制御ゲイン K をフィードバック制御部22に設定することもできる。ゲイン調整部23は、例えば、演算式（1）～（3）において、「 V_{in} 」を「 $1/I_{in}$ 」に置き換えた演算式に基づいて、供給電流 I_{in} に応じた制御ゲイン K を求めることができる。

[0108] また、ゲイン調整部23は、演算式（1）～（3）による制御ゲイン K の演算に代えて、供給電圧 V_{in} と最大電力電圧 V_{mpp} （図4参照）との関係または供給電流 I_{in} と最大電力電流 I_{mpp} （図4参照）との関係に基づいて制御ゲイン K を調整することもできる。これによっても、右側領域の

制御ゲイン K を左側領域の制御ゲイン K よりも高くすることができる。

[0109] 例えば、ゲイン調整部23は、目標指令制御部21が山登り処理を開始した後、供給電圧 V_{in} または供給電流 I_{in} が最大電力電圧 V_{mpp} または最大電力電流 I_{mpp} に到達するまでは、制御ゲイン K を所定値 k_1 に設定する。また、ゲイン調整部23は、供給電圧 V_{in} または供給電流 I_{in} が最大電力電圧 V_{mpp} または最大電力電流 I_{mpp} に到達した後は、制御ゲイン K を所定値 k_2 ($< k_1$) に設定する。

[0110] このように、ゲイン調整部23は、供給電圧 V_{in} または供給電流 I_{in} が最大供給電力 P_{mpp} に対応する最大電力電圧 V_{mpp} または最大電力電流 I_{mpp} に到達する前と後とで制御ゲイン K を変更することができる。そのため、例えば、山登り処理において供給電力 P_{in} が最大電力点 $MP P$ に到達するまでの時間を短縮することができ、最大電力点追従性を高めることができる。

[0111] また、ゲイン調整部23は、例えば、開放電圧 V_{oc} と最大電力電圧 V_{mpp} との関係を示す情報を記憶し、電力変換部10の制御を開始する際に、開放電圧 V_{oc} に応じて最大電力電圧 V_{mpp} を判定することもできる。この場合、ゲイン調整部23は、供給電圧 V_{in} が最大電力電圧 V_{mpp} より高い場合に制御ゲイン K を所定値 k_1 とし、供給電圧 V_{in} が最大電力電圧 V_{mpp} 未満の場合に制御ゲイン K を所定値 k_2 ($< k_1$) とすることができる。

[0112] なお、ゲイン調整部23は、供給電圧 V_{in} および供給電流 I_{in} に応じて制御ゲイン K を求めることもできる。例えば、ゲイン調整部23は、供給電圧 V_{in} に対応する制御ゲインと供給電流 I_{in} に対応する制御ゲインとの平均値を制御ゲイン K とすることができる。

[0113] また、ゲイン調整部23は、電源電圧指令 V_{in}^* に応じた制御ゲイン K を調整することもできる。電源電圧指令 V_{in}^* に応じた制御ゲイン K は、上述した「 V_{in} 」を「 V_{in}^* 」を置き換えることによって行うことができる。例えば、ゲイン調整部23は、下記式(5)に示す演算式に基づいて電源電

圧指令 V_{in}^* に応じた制御ゲイン K を求めることができる。

$$K = K_1 \times V_{in}^* \quad \dots (5)$$

[0114] また、ゲイン調整部 23 は、電源電流指令 I_{in}^* に応じた制御ゲイン K を求め、求めた制御ゲイン K をフィードバック制御部 22 の指令生成部 52 に設定することもできる。電源電流指令 I_{in}^* に応じた制御ゲイン K は、上述した「 I_{in} 」を「 I_{in}^* 」を置き換えることによって行うことができる。

[0115] [2. 4. 偏差判定部 24]

偏差判定部 24 は、供給電圧 V_{in} が電源電圧指令 V_{in}^* よりも所定値 V_{lim} 以上大きいかな否かを判定し、判定結果を追従指令制御器 42 に通知する。

[0116] 追従指令制御器 42 は、偏差判定部 24 によって供給電圧 V_{in} が電源電圧指令 V_{in}^* よりも所定値 V_{lim} 以上大きいと判定されると、供給電圧 V_{in} を電源電圧指令 V_{in}^* に設定する。これにより、電源電圧指令 V_{in}^* が供給電圧 V_{in} に一致するため、減算器 51 の出力がゼロになり、指令生成部 52 の出力変動が停止する。そのため、電源電圧指令 V_{in}^* が右側領域になり、目標指令制御部 21 による山登り処理が右側領域から開始される。

[0117] 図 10 は、発電源 2 の電力供給特性が急変した場合の動作を説明するための図である。図 10 に示すように、発電源 2 の電力供給特性が P_{in1} から P_{in2} へ急変し、最大電力点が $MPP1$ から $MPP2$ へ変化したとする。例えば、発電源 2 が太陽電池である場合、かかる太陽電池への日照量が低い状態から高い状態へ急変した場合に、図 10 に示すような最大電力点の変化が発生する。

[0118] 発電源 2 の電力供給特性が急変する直前の供給電圧 V_{in} が最大電力電圧 V_{mpp1} であった場合、供給電流 I_{in} は、最大電力電流 I_{mpp1} である。発電源 2 の電力供給特性が P_{in1} から P_{in2} へ急変した瞬間は、出力電流指令 I_{out}^* は変化していないため、供給電流 I_{in} は最大電力電流 I_{mpp1} である。そのため、供給電圧 V_{in} が電圧 V_b へ変化する。

[0119] 一方、電源電圧指令 V_{in}^* は、最大電力電圧 V_{mpp1} と同じ値であるた

め、電源電圧指令 V_{in}^* と供給電圧 V_{in} との差は、電圧 V_b から最大電力電圧 V_{mpp1} を減算した値 ΔV_b である。

[0120] 偏差判定部24は、値 ΔV_b が所定値 V_{lim} 以上であるか否かを判定する。値 ΔV_b が所定値 V_{lim} 以上である場合、追従指令制御器42は、電圧 V_b を電源電圧指令 V_{in}^* に設定する。電源電圧指令 V_{in}^* が電圧 V_b に一致するため、減算器51の出力がゼロになり、指令生成部52の出力変動が瞬間的に停止した後、右側領域から山登り処理が開始される。

[0121] このように、制御部20は、発電源2の電力供給特性が急変した場合であっても、目標指令制御部21による山登り処理が右側領域から開始されるため、最大電力点追従性を高めることができ、また、発電源2から瞬間的に過度な電力が引き出されることを抑制できる。

[0122] なお、フィードバック制御部22が図8に示す構成である場合、供給電流 I_{in} が電源電流指令 I_{in}^* よりも所定値 I_{lim} 以上大きいかな否かを判定する。偏差判定部24は、供給電流 I_{in} が電源電流指令 I_{in}^* よりも所定値 I_{lim} 以上であるか否かの情報を追従指令制御器42に通知する。

[0123] この場合、追従指令制御器42は、偏差判定部24によって供給電流 I_{in} が電源電流指令 I_{in}^* よりも所定値 I_{lim} 以上大きいと判定されると、供給電流 I_{in} を電源電流指令 I_{in}^* に設定する。これにより、電源電流指令 I_{in}^* が供給電流 I_{in} に一致するため、減算器51の出力がゼロになり、指令生成部52の出力変動が停止する。これにより、供給電圧 V_{in} が右側領域になり、目標指令制御部21による山登り処理が右側領域から開始される。

[0124] [2. 5. 昇圧制御部25]

昇圧制御部25は、昇圧回路31による昇圧電圧である直流電圧 V_{pn} が所定値になるように駆動信号 S_5 を生成して昇圧回路31へ出力する。駆動信号 S_5 は例えばPWM信号である。

[0125] [3. 制御部20の制御フロー]

図11は、制御部20の制御処理の流れの一例を示すフローチャートであ

る。制御部 20 は、図 11 に示す制御処理を所定周期で繰り返し実行する。制御部 20 は、例えば、電力変換部 10 による電力変換を開始する際に、図 11 に示す制御処理を開始する。

[0126] 図 11 に示すように、制御部 20 は、例えば、上述した山登り処理や山探り処理において目標指令を生成する（ステップ S10）。目標指令は、電源電圧指令 V_{in}^* または電源電流指令 I_{in}^* である。制御部 20 は、例えば、山登り処理や山探り処理において生成した電源電圧指令 V_{in}^* に供給電圧 V_{in} が一致した場合や電源電圧指令 V_{in}^* を生成して所定時間経過した場合などに新たな電源電圧指令 V_{in}^* を生成する。また、制御部 20 は、例えば、供給電圧 V_{in} が電源電圧指令 V_{in}^* よりも所定値以上高い場合、供給電圧 V_{in} を電源電圧指令 V_{in}^* に設定する。

[0127] また、制御部 20 は、制御ゲイン K の調整を行う（ステップ S11）。かかる処理において、制御部 20 は、例えば、供給電圧 V_{in} または供給電流 I_{in} に応じた制御ゲイン K を求め、かかる制御ゲイン K をフィードバック制御部 22 に設定する。

[0128] 制御部 20 は、ステップ S11 において調整した制御ゲイン K に基づき、出力電流指令 I_{out}^* を生成する（ステップ S12）。例えば、制御部 20 は、ステップ S11 において調整した制御ゲイン K による PI 制御によって、電源電流指令 I_{in}^* を求め、かかる電源電流指令 I_{in}^* に基づき、出力電流指令 I_{out}^* を生成する。

[0129] その後、制御部 20 は、指令生成部 52 から出力される電源電流指令 I_{in}^* に基づいて電力変換部 10 を駆動する駆動信号 $S1 \sim S4$ を生成する（ステップ S13）。

[0130] このように、電力変換装置 1 は、供給電圧 V_{in} または供給電流 I_{in} に応じて制御ゲイン K を調整することにより、最大電力点追従性を高めることができる。

[0131] なお、上述した実施形態の電力変換部 10 は、直流電力を交流電力へ変換するものであるが、電力変換部 10 は、発電源 2 の直流電力を所定電圧の直

流電力へ変換するものであってもよい。この場合、電力変換部 10 は、例えば、インバータ回路 32 を有しない構成であり、また、電力変換装置 1 は、昇圧回路 31 の出力電流の値を検出する電圧検出部を備える。そして、制御部 20 は、昇圧回路 31 の出力電流と出力電流指令 I_{out}^* とに基づき、駆動信号 S5 を生成する。このように、フィードバック制御部 22 が昇圧制御部 25 の機能を有することになる。

[0132] なお、例えば、図 2、図 6～図 8 の矢印は、情報（例えば、データや信号）や制御などの流れについての方向を補助的に示すもので、他の流れを否定するものでも、方向の限定を意味するものでもない。

[0133] さらに効果や変形例は、当業者によって容易に導き出すことができる。このため、本発明のより広範な態様は、以上のように表しかつ記述した特定の詳細および代表的な実施形態に限定されるものではない。したがって、添付の特許請求の範囲およびその均等物によって定義される総括的な発明の概念の精神または範囲から逸脱することなく、様々な変更が可能である。

符号の説明

- [0134] 1 電力変換装置
- 2 発電源
 - 3 負荷
 - 10 電力変換部
 - 11、13、14 電圧検出部
 - 12、15 電流検出部
 - 20 制御部
 - 21 目標指令制御部
 - 22、22' フィードバック制御部
 - 23 ゲイン調整部
 - 24 偏差判定部
 - 25 昇圧制御部
 - 31 昇圧回路

- 3 2 インバータ回路
- 4 1 供給電力検出器
- 4 2 追従指令制御器
- 4 3 第 1 判定器
- 4 4 非追従指令制御器
- 4 5 切替器
- 4 6 第 2 判定器
- 5 1 減算器
- 5 2 指令生成部
- 5 3 駆動制御部
- 5 4 電力指令生成器
- 5 5 出力電流指令生成器
- 5 6 リミッタ
- 5 7 駆動信号生成器
- 1 0 0 発電システム

請求の範囲

- [請求項1] 発電源の電力を所定の電力へ変換する電力変換部と、
前記発電源から前記電力変換部への供給電力が前記発電源の最大供給電力に追従するように目標指令を増減する目標指令制御部と、
前記発電源から前記電力変換部への供給電圧および供給電流の少なくとも一方と前記目標指令との偏差に基づくフィードバック制御によって前記電力変換部を制御するフィードバック制御部と、
前記供給電圧、前記供給電流および前記目標指令のうち少なくとも一つに基づいて前記フィードバック制御部のゲインを調整するゲイン調整部と、を備える
ことを特徴とする電力変換装置。
- [請求項2] 前記ゲイン調整部は、
前記供給電圧、前記供給電流および前記目標指令のうちの少なくとも一つと前記フィードバック制御部のゲインとを関係付ける演算式またはテーブルに基づき、前記フィードバック制御部のゲインを調整する
ことを特徴とする請求項1に記載の電力変換装置。
- [請求項3] 前記ゲイン調整部は、
前記供給電圧が高い場合の前記フィードバック制御のゲインを、前記供給電圧が低い場合の前記フィードバック制御のゲインよりも大きくする
ことを特徴とする請求項1に記載の電力変換装置。
- [請求項4] 前記ゲイン調整部は、
前記供給電流が低い場合の前記フィードバック制御のゲインを、前記供給電流が高い場合の前記フィードバック制御のゲインよりも大きくする
ことを特徴とする請求項1に記載の電力変換装置。
- [請求項5] 前記ゲイン調整部は、

前記供給電圧が高くなるほどまたは前記供給電流が低くなるほど前記フィードバック制御部のゲインを大きくする

ことを特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置。

[請求項6]

前記発電源は、太陽電池であり、

前記ゲイン調整部は、

前記太陽電池への日照量に応じて前記フィードバック制御部のゲインを調整する

ことを特徴とする請求項 5 に記載の電力変換装置。

[請求項7]

前記ゲイン調整部は、

前記供給電圧または前記供給電流が前記最大供給電力に対応する電圧または電流に到達するまでの制御ゲインを、前記供給電圧または前記供給電流が前記最大供給電力に対応する電圧または電流に到達した後の制御ゲインよりも大きくする

ことを特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置。

[請求項8]

前記フィードバック制御部は、

前記供給電流および前記供給電圧の少なくとも一方と前記目標指令との差分に対し、P 制御、P I 制御、P I D 制御または P D 制御を行う指令生成部と、

前記指令生成部からの出力に基づいて前記電力変換部を駆動する駆動信号を生成する駆動制御部と、を備え、

前記フィードバック制御のゲインは、前記指令生成部の比例ゲイン、比例積分ゲイン、比例積分微分ゲイン、または、比例微分ゲインである

ことを特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置。

[請求項9]

前記フィードバック制御部は、

前記発電源の電力供給特性に応じた電力指令に基づいて前記電力変換部の出力を制御する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置。

- [請求項10] 前記目標指令制御部は、
前記目標指令として、電圧指令を生成し、
前記フィードバック制御部は、
前記供給電圧と前記電圧指令とに基づき電流指令を生成する指令生成器と、
前記電流指令または前記供給電流と前記電圧指令または前記供給電圧とに基づいて前記電力指令を生成する電力指令生成器と、
前記電力指令に基づいて出力電流指令を生成する出力電流指令生成器と、
前記出力電流指令に基づいて前記電力変換部を駆動する駆動信号を生成する駆動信号生成器と、を備える
ことを特徴とする請求項9に記載の電力変換装置。
- [請求項11] 前記目標指令制御部は、
前記目標指令として、電流指令を生成し、
前記フィードバック制御部は、
前記供給電流と前記電流指令とに基づき電圧指令を生成する指令生成器と、
前記電圧指令または前記供給電圧と前記電流指令または前記供給電流とに基づいて前記電力指令を生成する電力指令生成器と、
前記電力指令に基づいて出力電流指令を生成する出力指令生成器と、
、
前記出力電流指令に基づいて前記電力変換部を駆動する駆動信号を生成する駆動信号生成器と、を備える
ことを特徴とする請求項9に記載の電力変換装置。
- [請求項12] 前記供給電圧および前記供給電流の少なくとも一方が前記目標指令よりも所定値以上大きいかな否かを判定する偏差判定部と、
前記目標指令制御部は、
前記供給電圧または前記供給電流が前記目標指令よりも所定値以上

大きいと判定された場合に、前記目標指令を前記供給電圧または前記供給電流に応じた値に設定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置。

[請求項13]

前記目標指令制御部は、

前記供給電力を最大化するように前記目標指令を出力する第 1 目標指令制御器と、

前記供給電力の変動に非追従の目標指令を出力する第 2 目標指令制御器と、

前記供給電力が極大点に達したか否かを判定する第 1 判定器と、

前記第 1 判定器によって前記供給電力が前記極大点に達したと判定された場合に、前記第 1 目標指令制御器の目標指令に代えて、前記第 2 目標指令制御器の前記目標指令を前記フィードバック制御部へ出力する出力切替器と、

前記第 2 目標指令制御器の前記目標指令が前記フィードバック制御部へ出力された場合の前記供給電力が、前記極大点に達したと判定された前記供給電力よりも大きいかな否かを判定する第 2 判定器と、を備える

ことを特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置。

[請求項14]

前記出力切替器は、

前記第 2 目標指令制御器の前記目標指令を前記フィードバック制御部へ出力した後、前記フィードバック制御部への前記第 1 目標指令制御器の目標指令の出力を再開し、

前記第 1 目標指令制御器は、

前記第 2 目標指令制御器の前記目標指令が出力された場合の前記供給電力が、前記極大点に達したと判定された前記供給電力よりも大きいと前記第 2 判定器によって判定された場合、前記出力を再開する目標指令を前記第 2 目標指令制御器の前記目標指令に応じて設定する

ことを特徴とする請求項 1 3 に記載の電力変換装置。

- [請求項15] 請求項1～14のいずれか1つに記載の電力変換装置と、前記発電源とを備える
- ことを特徴とする発電システム。
- [請求項16] 発電源から電力変換部への供給電力が前記発電源の最大供給電力に追従するように目標指令を増減する目標指令制御部と、
- 前記発電源から前記電力変換部への供給電圧および供給電流の少なくとも一方と前記目標指令との偏差に基づくフィードバック制御によって前記電力変換部を制御するフィードバック制御部と、
- 前記供給電圧、前記供給電流および前記目標指令のうちの少なくとも一つに基づいて前記フィードバック制御部のゲインを調整するゲイン調整部と、を備える
- ことを特徴とする制御装置。
- [請求項17] 発電源から電力変換部への供給電力が前記発電源の最大供給電力に追従するように目標指令を増減する目標指令制御工程と、
- 前記発電源から前記電力変換部への供給電圧および供給電流の少なくとも一方と前記目標指令との偏差に基づくフィードバック制御によって前記電力変換部を制御するフィードバック制御工程と、
- 前記供給電圧、前記供給電流および前記目標指令のうちの少なくとも一つに基づいて前記フィードバック制御のゲインを調整するゲイン調整工程と、を含む
- ことを特徴とする制御方法。

100

2 発電源

1 電力変換装置

12

10 電力変換部

3 負荷

11 電圧検出部

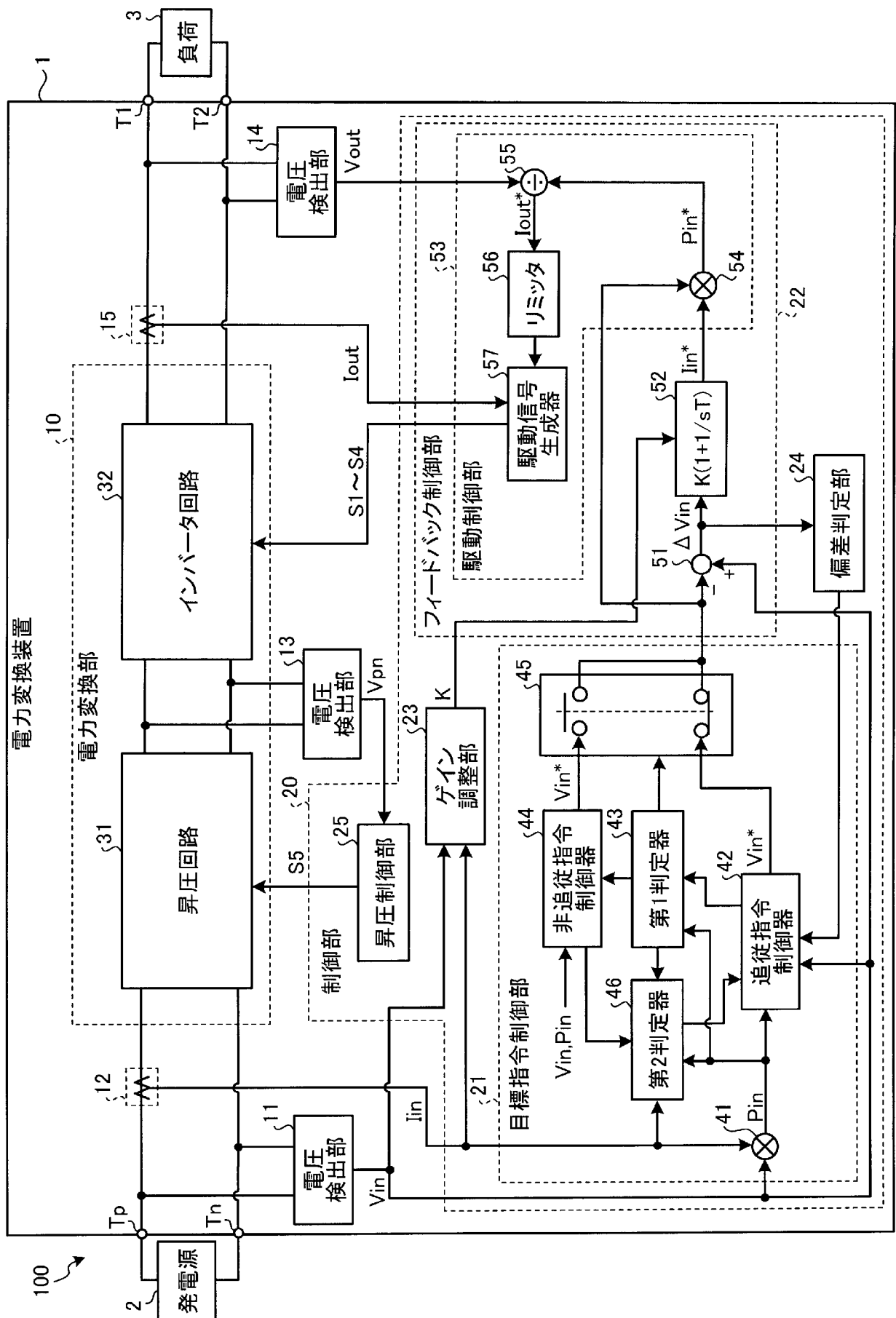
20

22 フィードバック制御部

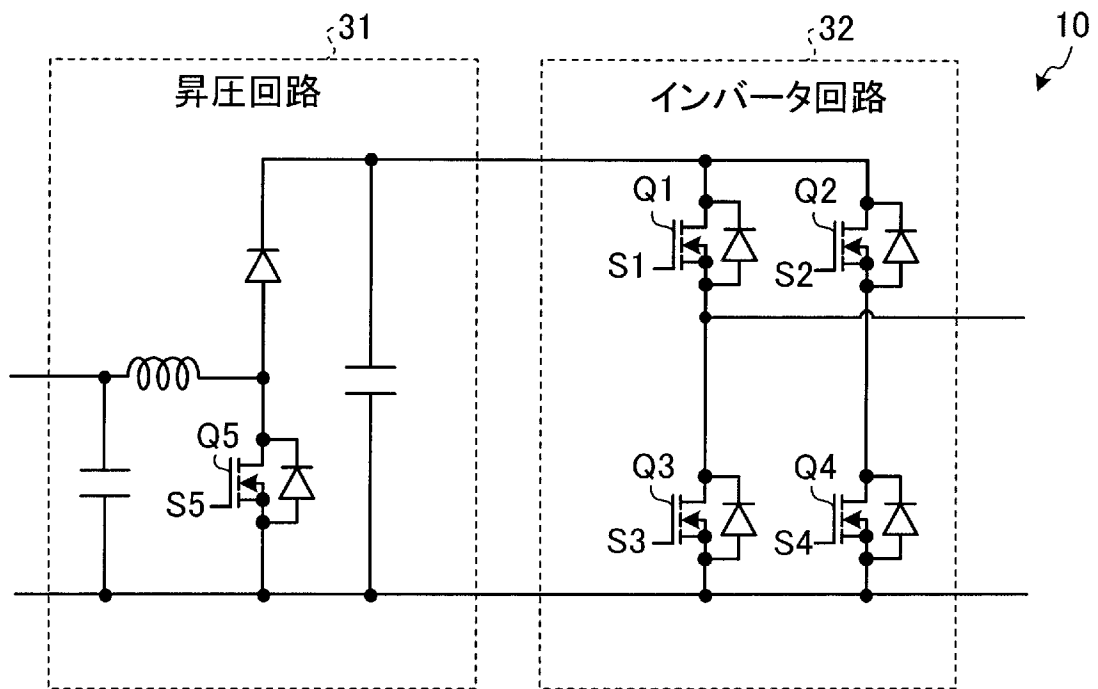
21 目標指令制御部

23 ゲイン調整部

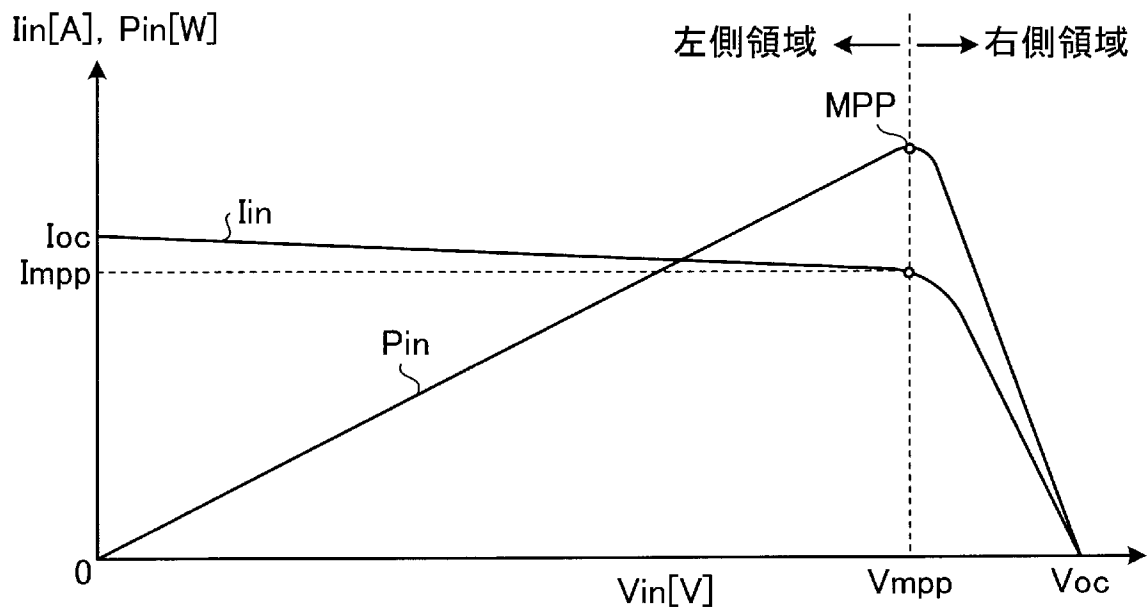
[図2]



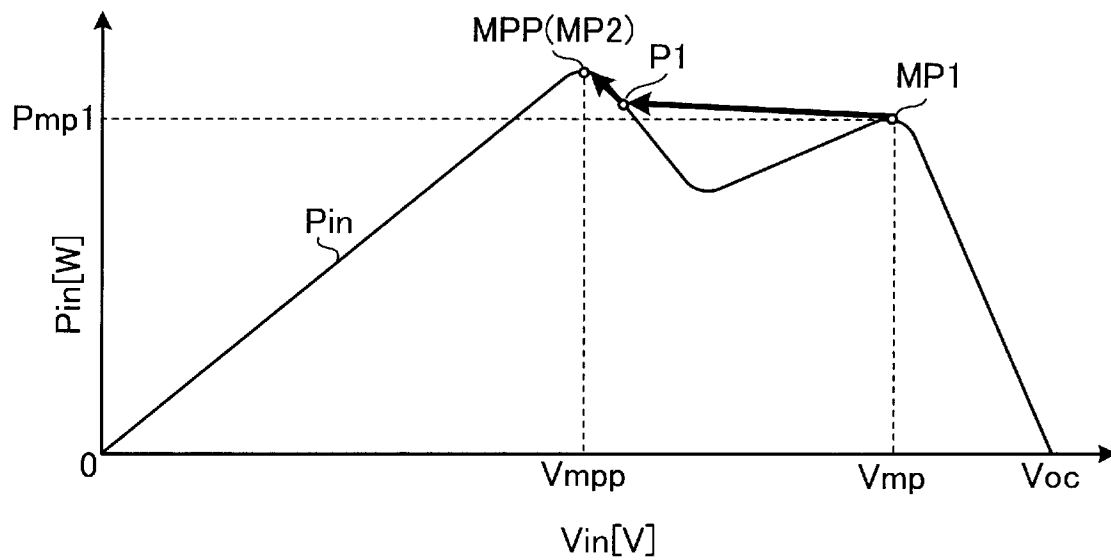
[図3]



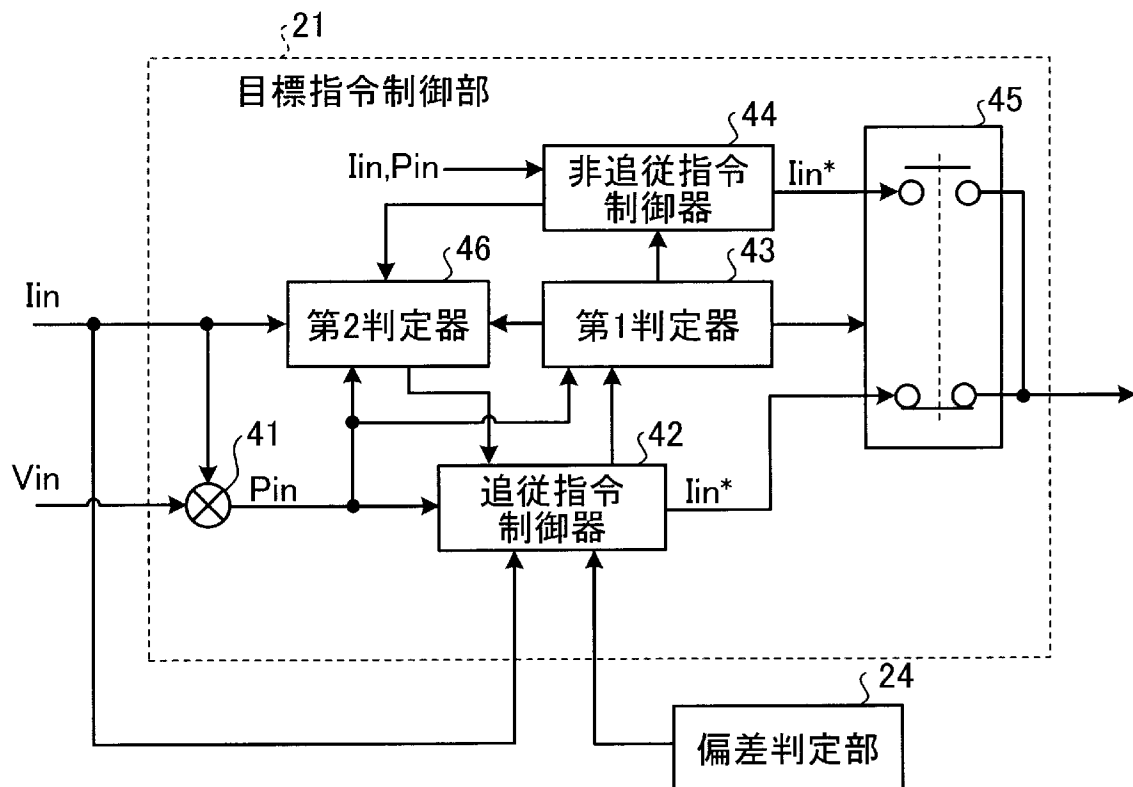
[図4]



[図5]



[図6]



22'

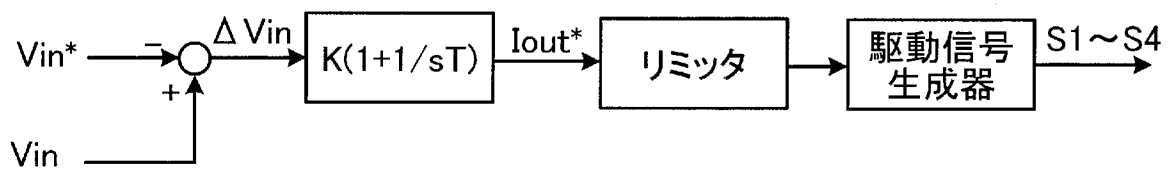
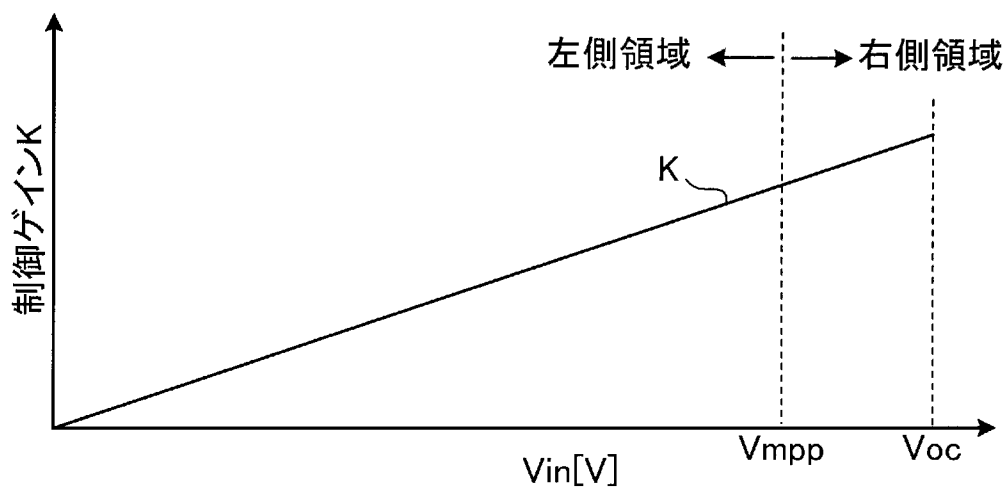
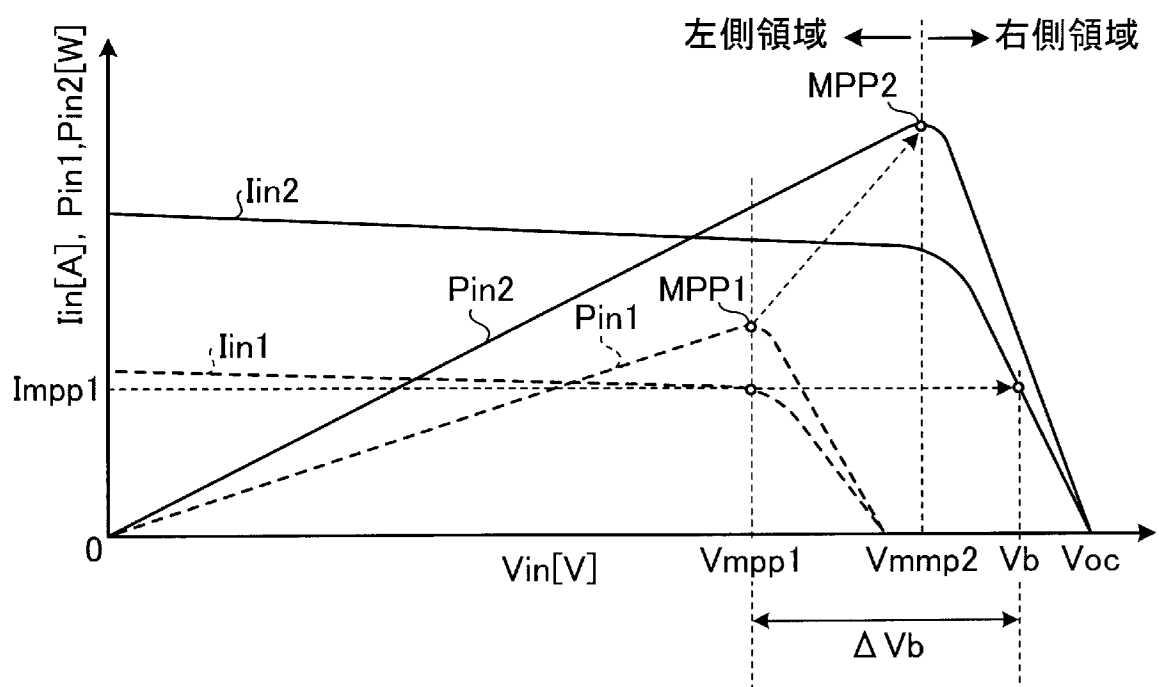


図22は、制御装置22のブロック図を示す。図22は、フィードバック制御部53と駆動制御器57を含む。フィードバック制御部53は、入力Iin*とIinを受け取り、加算器51で差ΔIinを算出する。ΔIinは、伝達関数ブロック52（ $K(1+1/sT)$ ）に入力され、出力Vin*を生成する。Vin*は、乗算器54でIoutと乗算され、Pin*を生成する。Pin*は、除算器55でVoutで除算され、Iout*を生成する。Iout*は、駆動制御器57の駆動信号生成器56に入力され、駆動信号S1～S4を生成する。駆動信号S1～S4は、出力Ioutを生成する。また、Ioutは、Voutのフィードバックループの一部として利用される。図22は、偏差判定部24も示す。偏差判定部24は、IinとIout*の差を判定する。

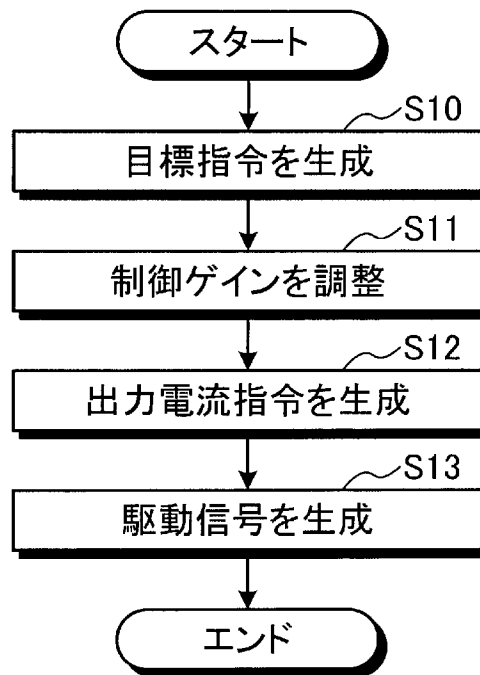
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/064532

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05F1/10(2006.01)i, G05F1/67(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)

G05F1/10, G05F1/67

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 1996-2014

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014

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 Y	JP 2002-271995 A (Kyocera Corp.), 20 September 2002 (20.09.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-2, 15-17 3-14
Y	JP 10-301646 A (Omron Corp.), 13 November 1998 (13.11.1998), entire text; all drawings (Family: none)	3-14
Y	JP 2000-69671 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 03 March 2000 (03.03.2000), entire text; all drawings (Family: none)	3-14



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

31 July, 2014 (31.07.14)

Date of mailing of the international search report

12 August, 2014 (12.08.14)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/064532

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-117658 A (Tokyo Denki University), 28 May 2009 (28.05.2009), entire text; all drawings & US 2009/0115393 A1	13-14
A	JP 7-191767 A (Canon Inc.), 28 July 1995 (28.07.1995), entire text; all drawings & US 5682305 A & EP 653692 A2 & KR 10-0161560 B	1-17

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G05F1/10(2006.01)i, G05F1/67(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. G05F1/10, G05F1/67			
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 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014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 Y	JP 2002-271995 A（京セラ株式会社）2002.09.20, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-2, 15-17 3-14	
Y	JP 10-301646 A（オムロン株式会社）1998.11.13, 全文, 全図（ファミリーなし）	3-14	
Y	JP 2000-69671 A（三洋電機株式会社）2000.03.03, 全文, 全図（ファミリーなし）	3-14	
☒ 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 31.07.2014		国際調査報告の発送日 12.08.2014	
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） 下原 浩嗣 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	

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	JP 2009-117658 A (学校法人東京電機大学) 2009.05.28, 全文, 全図 & US 2009/0115393 A1	13-14
A	JP 7-191767 A (キヤノン株式会社) 1995.07.28, 全文, 全図 & US 5682305 A & EP 653692 A2 & KR 10-0161560 B	1-17