

(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10月9日(09.10.2014)



(10) 国際公開番号

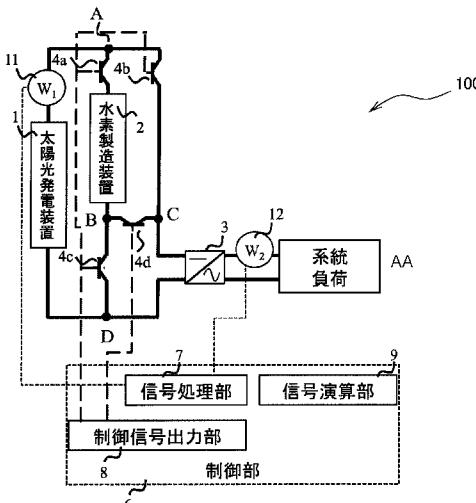
WO 2014/163044 A1

- (51) 国際特許分類:
G05F 1/67 (2006.01) *H02S 10/10 (2014.01)*
H02J 7/35 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: *PCT/JP2014/059471*
- (22) 国際出願日: 2014年3月31日(31.03.2014)
- (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 2013-079099 2013年4月5日(05.04.2013) JP
- (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: 内藤 寛人(NAITO Hiroto); 〒1008280 東
京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社
日立製作所内 Tokyo (JP). 川村 徹(KAWAMURA
Toru); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6
番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 杉政
昌俊(SUGIMASA Masatoshi); 〒1008280 東京都千
代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製
作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 磯野 道造(ISONO Michizo); 〒1020093 東
京都千代田区平河町2丁目7番4号 砂防会館
別館 磯野国際特許商標事務所内 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,
IR, IS, 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).

[続葉有]

(54) Title: SOLAR PHOTOVOLTAIC POWER GENERATION SYSTEM PROVIDED WITH HYDROGEN PRODUCTION MEANS

(54) 発明の名称: 水素製造手段を備えた太陽光発電システム



- 1 Solar photovoltaic power generation device
2 Hydrogen production device
3 Control unit
4 Signal processing unit
5 Control signal output unit
6 Signal computing unit
7 Signal output unit
8 Control unit
9 Signal computing unit
AA System load

(57) Abstract: A solar photovoltaic power generation system which is characterized by being provided with: a solar photovoltaic power generation device (1); an electric power conversion control device (3) which converts a direct-current power from the solar photovoltaic power generation device (1) into an alternating-current power and has an output control function for achieving the maximum power; a hydrogen production means (2) which produces hydrogen using the direct-current power from the solar photovoltaic power generation device (1); a switch means (4) for switching the electrical connection among the solar photovoltaic power generation device (1), the electric power conversion control device (3) and the hydrogen production means (2); and a control unit (6) which transmits a control signal to the switch means (4). This solar photovoltaic power generation system is also characterized in that: the rated output power of the solar photovoltaic power generation device (1) is higher than the rated output power of the electric power conversion control device (3); and the control unit (6) controls the switch means (4) in accordance with the result of comparison between the predicted amount of power generation (W_0), which is able to be generated by the solar photovoltaic power generation device (1), and the output power (W_1) of the solar photovoltaic power generation device (1) or the output power (W_2) of the electric power conversion control device (3) and the conversion efficiency characteristics of the electric power conversion control device (3).

(57) 要約:

[続葉有]



添付公開書類:

- 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

太陽光発電装置（1）と、太陽光発電装置（1）からの直流電力を交流電力に変換し且つ最大電力を得るための出力制御機能を有する電力変換制御器（3）と、太陽光発電装置（1）からの直流電力を用いて水素を製造する水素製造手段（2）と、太陽光発電装置（1）と電力変換制御器（3）および水素製造手段（2）の電気的な接続構成を切替える切替手段（4）と、切替手段（4）に制御信号を伝達する制御部（6）とを備え、太陽光発電装置（1）の定格出力電力が電力変換制御器（3）の定格出力電力よりも大きく、制御部（6）は太陽光発電装置（1）で発電可能な発電予測電力 W_0 と太陽光発電装置（1）の出力電力 W_1 または電力変換制御器（3）の出力電力 W_2 との比較結果、及び、電力変換制御器（3）の変換効率特性に応じて切替手段（4）を制御することを特徴とする太陽光発電システム。

明 細 書

発明の名称：水素製造手段を備えた太陽光発電システム

技術分野

[0001] 本発明は、太陽光エネルギーを高効率で電気エネルギーとして供給するシステムと、化学エネルギーとして貯蔵するシステムの構成及び駆動制御法に関する。

背景技術

[0002] 近年、地球環境保全の観点から、クリーンエネルギーとして太陽電池が注目を浴び、電力消費者（需要家）に設置された太陽電池と、電気事業者の系統電源（商用電源）とを連系させ、電力消費者に電力を供給すると共に余剰電力を電気事業者に送電（売電）することが可能な太陽光発電システムの導入が進んでいる。

[0003] 太陽光発電システムは、太陽電池の発電した直流電力をパワーコンディショナ（P C S）にて交流電力に変換し、一般的に系統と連系して電力を負荷に供給するシステムである。この種のP C Sは、昇圧回路やインバータ回路など変換回路に加え、太陽電池から電力を効率よく取り出すために、例えば特許文献1や特許文献2に記載される最大電力追従制御と呼ばれるM P P T（Maximum Power Point Tracking）制御により高い出力電力が得られる機能を有する。

[0004] ところで、P C Sは、変換回路や素子選定等により、入出力電力仕様は定まっているのが一般的である。すなわちP C Sの定格出力の仕様値が系統への逆潮流電力の最大電力値となる。

[0005] また、太陽光パネルは、P C Sの入出力仕様に応じて、太陽光パネル定格出力、枚数、構成等を調整した太陽電池アレイを構成し、太陽光発電システムを構築されるのが一般的である。ただし、地上に降り注ぐ日射強度（太陽エネルギー）はおよそ 1 kW/m^2 程度であり、実運転上は大気中のエネルギー散乱、吸収を生じるため太陽光パネルの定格出力付近のエネルギーが得られる日

数は、年間を通じても少ない。すなわち、PCSの出力仕様値と同等の出力仕様で太陽電池アレイを構成した場合、PCSから最大出力値が出力される割合が非常に少ない。PCSは入力電力が大きい場合には優れた変換効率を有するが、特に定格出力よりも入力電力が小さくなつた場合には変換効率が大きく低下する特性を有している。そのため、PCSの定格出力と同等の出力仕様で太陽電池アレイを構成した場合には、PCSの定格出力よりも太陽電池アレイからの入力電力が低くなる傾向となり、PCS変換効率の低下による太陽光発電システムのシステム効率低下の要因となる。

[0006] これに対して、例えば特許文献3では、定格容量の異なる複数のPCSを設け、直流電源（太陽光発電）からの入力電力に応じて、PCSの定格容量に対する入力電力の入力率が所定値以上となるようにPCSを選択することが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2008-3000745号公報

特許文献2：特開2005-235082号公報

特許文献3：特開2010-98792号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかし、引用文献3に記載された定格容量の異なる複数のPCSを切り替える方法では、システムの出力規模が大きくなる程、定格容量の異なるPCSの個数を増やす必要がある。太陽光発電システムの中でPCSが占めるコストの割合は大きく、定格容量の異なる複数のPCSを組み合わせる方法ではコスト上昇を招く恐れがある。また、変動エネルギーに応じて定格容量の異なる変換機を切替制御することは、駆動していない変換器の方が多くなることを意味し、システム全体の稼働率、利用率は低下すると考えられる。

[0009] よって、PCSの種類によらずに太陽光発電エネルギーの最大エネルギーを有

効利用できる太陽光発電システムが望まれる。

[0010] 本発明は、太陽光発電エネルギーを有効に利用して高効率の電力供給が可能な太陽光発電システム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

[0011] 本発明者らは前記課題を解決するために鋭意検討した結果、少なくとも、電力変換制御器（パワーコンディショナ）の交流出力設定値に応じて、水素製造する電解システムを接続切換制御することにて、前記課題を解決できることを見出し、本発明を完成させた。

[0012] 具体的には、本発明の太陽エネルギーを貯蔵する水素製造手段を備えた太陽光発電システムは、太陽光エネルギーを直流電力に変換する太陽光発電装置と、前記太陽光発電装置により得られる直流電力を交流電力に変換し且つ最大電力を得るための出力制御機能を有する電力変換制御器と、前記太陽光発電装置により得られる直流電力を用いて水素を製造する水素製造手段と、前記太陽光発電装置の出力電力 W_1 および前記電力変換制御器の出力電力 W_2 を検出する電力検出手段と、前記太陽光発電装置と前記電力変換制御器および前記水素製造手段の電気的な接続構成を切替える切替手段と、前記切替手段に制御信号を伝達する制御部と、を備え、前記太陽光発電装置の定格出力電力は、前記電力変換制御器の定格出力電力よりも大きくなるように設定されており、前記制御部は、前記太陽光発電装置で発電可能な発電予測電力 W_0 を予測する電力予測手段を備え、前記電力予測手段で推定した発電予測電力 W_0 と前記電力検出手段で検出された出力電力 W_1 または出力電力 W_2 との比較結果、及び、前記電力変換制御器の変換効率特性に応じて、前記切替手段を制御することを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、太陽光発電エネルギーを有効に利用して高効率の電力供給が可能な太陽光発電システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の第1実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システム

の構成を模式的に表す図である。

[図2]本発明の第1実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システムの水素製造手段接続条件を模式的に表す特性である。

[図3A]本発明の第1実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システムの構成（1）の接続形態を模式的に表す図である。

[図3B]本発明の第1実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システムの構成（2）の接続形態を模式的に表す図である。

[図3C]本発明の第1実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システムの構成（3）の接続形態を模式的に表す図である。

[図3D]本発明の第1実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システムの構成（4）の接続形態を模式的に表す図である。

[図4]本発明の第1実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システムの駆動条件及び動作手順を模式的に表す図である。

[図5]本発明の第1実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システムの各電力変換効率特性を比較する図である。

[図6]本発明の第1実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システムの太陽光発電特性及び水素製造装置接続時の電力変換制御器に入力される見かけ上の太陽光発電特性を模式的に表す図である。

[図7A]本発明の第1実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システムの太陽光発電等価回路図を表す図である。

[図7B]本発明の第1実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システムの直列抵抗成分による電圧電流特性変化を表す図である。

[図7C]本発明の第1実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システムの直列抵抗成分による電圧電力特性変化を表す図である。

[図8]本発明の第2実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システムの構成を模式的に表す図である。

[図9]本発明の第3実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システムの構成を模式的に表す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を適宜参照しながら、本実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システムの具体例を挙げて説明する。

[1. 第1実施形態]

図1は、本発明の第1実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システム構成を模式的に表す図である。図1において、実線は電気配線を、破線は切替信号出力線を、点線は信号計測線を、それぞれ表しており、各手段同士を接続する配線であって信号およびエネルギーの授受を表している。

[0016] 図1に示すように、第1実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システム100は、高効率で太陽光エネルギーを利用、貯蔵、供給可能とするものである。そして、水素製造手段を備えた太陽光発電システム100は、再生可能エネルギー発電手段としての太陽光発電装置1と、水素製造手段としての水素製造装置2と、太陽光発電電力の最適直流電力を交流電力に変換する電力変換制御器3と、水素製造装置2及び電力変換制御器3の電気的な接続構成を切替えるための切替手段4と、太陽光発電装置1から出力される出力電力W₁および電力変換制御器3から出力される出力電力W₂を検出する電力検出手段（電力検出器11, 12）と、システム全体を制御する制御部6とを少なくとも備えて構成されている。本実施形態の太陽発電システムでは、太陽光発電装置1の定格出力電力を電力変換制御器3の定格出力電力よりも大きくしている。これにより、太陽光発電装置1と電力変換制御器3の定格出力電力を同等の出力仕様とした場合と比較して日射強度の低い条件下における電力変換制御器3の変換効率の向上を図っている。

[0017] 再生可能エネルギーである太陽光エネルギーは、太陽光発電装置1との電気的若しくは物理的な接続線、配管等は存在せず、地球気象条件に基づくものである。

[0018] 太陽光発電装置1は太陽光エネルギーを直流電力に変換する装置であり、水素製造装置2と、電力変換制御器3と電気的に接続され、切替手段4によって電気的な接続構成が切替えられる。太陽光発電装置1で発電した電力は、

電力変換制御器 3 を介して系統に供給される。また、切替手段 4 によって太陽光発電装置 1 と水素製造装置 2 を接続することにより、太陽光発電装置 1 で発電した電力を水素製造装置 2 に供給して、水素製造装置 2 で電力を水素エネルギーに変換することで電力を化学エネルギーとして貯蔵、供給される。

[0019] 水素製造装置 2 は、太陽光発電装置 1 によって得られた電力を用いて水素を製造するものである。具体的には、水素製造装置 2 においては、これらの電力を用いて電解液を電気分解することにより、少なくとも水素が発生するようになっている。従って、太陽光発電装置 1 から水素製造装置 2 に供給される電力が多ければ多いほど、水素製造装置 2 において製造される水素の量も多くなる。水素製造装置 2 は、太陽光発電装置 1 と切替手段 4 を介して電気的に接続されている。

[0020] 水素製造装置 2 の具体的な構成は特に制限されないが、水素製造装置 2 は、例えば、電解液と、電解質と、当該電解質を挟むように設けられた反応促進用の電極触媒と、外部電力を供給する集電体等を保持した電気分解セルを有している。そして、この電極触媒により水が電気分解され、水素及び酸素が発生するようになっている。本発明では、前記電気分解セルまたは、電気分解セルを多層積層した電気分解スタックを水素製造装置 2 と定義している。複数個の電気分解スタックを電気的な接続構成が切替え可能なように接続して水素製造装置 2 が構成される。

[0021] 前記の電解液としては、電気分解することにより少なくとも水素が発生するものであれば特に制限は無いが、例えば水酸化カリウム等の、水に溶解させたときにアルカリ性を示す化合物が好ましい。このような化合物を用いることにより、安価かつ腐食しにくい水素製造装置 2 とすることができる。また、電解質としては、例えばイオン導電性の固体高分子型電解質を用いることもできる。

[0022] このように構成した水素製造装置 2 は、低温での運転が可能であり、さらには、短時間で起動可能な利点を有する。

[0023] 水の電気分解条件は特に制限されず、少なくとも水素を発生させることができ

できれば任意の条件にすることができる。ただし、電解効率を高めるために、電気分解時の温度を高める場合、温度制御アルゴリズムを考慮しなければならない。

- [0024] 電力変換制御器3は、主に昇圧回路やインバータ回路など電力変換回路に加え、太陽電池から電力を効率よく変換するために、最大電力追従制御と呼ばれるM P P T (Maximum Power Point Tracking) 制御により高い出力電力が得られる機能を有するものである。M P P T制御方式は特に限定されず、太陽電池の発電する最大電力をパワーコンディショナにて交流電力に変換し、系統連系して電力を外部供給できるシステムであれば良い。
- [0025] 切替手段4は、制御信号出力部8の指令を受けて、電気的に遮断、導通できる機能を有していればよく、部品材料、構成は特に限定されない。例えば機械的接点スイッチや、リレー、半導体スイッチ素子等を自由に選択できる。ただし、電気的な仕様は、設計段階で整合をとる必要があり、システム規模に応じて適合する切替手段を選択できる。
- [0026] 切替手段4で切替えられる接続構成の一例を図3に示す。図3 Aの構成（1）は、図1のスイッチ4 a、4 c、4 dを遮断、スイッチ4 bを導通させて、太陽光発電装置1に電力変換制御3のみを電気的に接続した構成である。図3 Bの構成（2）は、図1のスイッチ4 b、4 cを遮断、スイッチ4 a、4 dを導通させて、太陽光発電装置1に水素製造装置2と電力変換制御3を直列に接続した構成である。図3 Cの構成（3）は、図1のスイッチ4 dを遮断、スイッチ4 a、4 b、4 cを導通させて、太陽光発電装置1に水素製造装置2と電力変換制御3を並列に接続した構成である。図3 Dの構成（4）は、図1のスイッチ4 b、4 dを遮断、スイッチ4 a、4 cを導通させて、太陽光発電装置1に水素製造装置2のみを電気的に接続した構成である。
- [0027] 制御部6は、各計測信号を処理する信号処理部7と、切替手段4に制御信号を出力する制御信号出力部8と、信号演算部9と、を備える。信号演算部9では、太陽光アレイ出力の電圧、電流から推定されるパネル温度及び日射

強度の推定量から太陽光発電装置の発電予測電力 W_0 の算出等の演算が行われる。

＜動作＞

次に、本実施形態の水素製造手段を備えた太陽光発電システム100において、水素製造装置と電力変換制御器の接続を切替える切替手段4の動作を図1～図7を参照しながら説明する。

[0028] はじめに、太陽光エネルギーを利用し、太陽光発電装置1が直流電力を発電する。発電された直流電力は、電力変換制御器3を介して交流電力に変換されて系統に供給される。

[0029] 図2に示すように、再生可能エネルギー源である太陽光エネルギーの日射強度の時間変化に対応して太陽光発電装置1の発電予測電力 W_0 が変動する。太陽光発電装置1の最大出力電力が電力変換制御器3の定格出力電力よりも高い場合には、太陽光発電装置1の発電予測電力 W_0 が電力変換制御器3の定格出力電力を上回る場合がある。太陽光発電装置1に電力変換制御器3のみが接続されている場合には、太陽光発電装置1では電力変換制御器3の定格出力電力を上回る電力は発電されないため、太陽光エネルギーを十分に利用できないことになる。そこで、本実施形態の太陽光発電システムでは、太陽光発電装置1の発電予測電力 W_0 が電力変換制御器3の出力電力 W_2 を上回る際には、図3Bの構成(2)または図3Cの構成(3)に示すように太陽光発電装置に対して水素製造装置2と電力変換制御器3の接続構成が直列及び／または並列接続になるように切替手段4で接続構成を切替える。このように接続構成を切替えることで、電力変換制御器3の定格出力電力を上回る余剰電力が水素製造装置2に供給され、電気分解が開始して水素が発生する。このとき、電力変換制御器3の出力電力 W_2 は水素製造装置2の接続に影響されず出力を維持することが求められる。

[0030] 図3Aの構成(1)を基本構成として系統連係を優先する場合、システム運転は例えば図4に図示する制御フローチャートに基づいてシステム制御を行うことができる。STEP1を開始地点とすれば、STEP2において電

力変換制御器3の変換効率が所定の値以上であるかの判断を行う。例えば電力変換効率の所定の値を95%と設定すると、太陽光発電装置1による出力電力W₁と電力変換制御器3の出力電力W₂から、変換効率を算出し、算出結果が定めた数値95%以上であるか比較し、判断する。

- [0031] STEP3はSTEP2の判断が否の場合に生じる判断フローである。この際、変換効率が所定値を満たしていない要因として、再生可能エネルギーである推定日射強度の低下が挙げられる。電力変換制御器3は、図5に示されるように、電力変換制御器3の出力電力によって電力変換効率が変化する特性を有する。これは、電力変換制御器3の出力電力に対して、電力変換器の消費電力の割合変化や、内部抵抗による損失量の割合が変わるためにある。これにより低出力域は変換効率が著しく低く、高出力域では最大効率よりも低値になりやすい。このため、STEP3では推定される日射強度が低出力域に該当するかを判断する。ここでSTEP3の日射強度が低出力域か否かの判断に用いる日射強度の基準値として200[W/m²]とした例を挙げたが、これは図5に図示するように出力と電力変換効率によって変わり、この限りでは無い。低出力域に該当するか否の判断基準としては以下が挙げられる。低出力域においては、図5に図示する点A1、点B、点C等を境に、電力変換制御器変換効率よりも化学燃料貯蔵の変換効率の方が高効率となる領域が存在する。ここで、点A1は水素製造装置2で電力を水素に変換する変換効率と同等になる点である。点Bは水素製造装置2で製造された水素を燃料として発電手段を用いて発電した場合の電力供給効率と同等になる点である。点Cは水素製造装置2で製造された水素を後述する有機ハイドライドの形態で貯蔵し、有機ハイドライドから水素を取り出して発電手段を用いて発電した場合の電力供給効率と同等になる点である。なお、点B、Cの電力供給効率は、太陽光発電装置1で発電された電力エネルギーに対して、最終的に上記発電手段で系統あるいはその他の負荷に供給できる電力エネルギーの供給効率である。

- [0032] STEP4は、STEP3において推定日射強度が弱く低出力域に該当す

ると判断された場合に実行される処理であり、図3Dの構成（4）の接続形態となるように制御部6の制御信号出力部8から切替手段4に制御指令値が出される。このような、化学燃料貯蔵の変換効率あるいは化学燃料貯蔵を利用した発電手段の発電供給効率の値を基準として、電力変換制御器3を介した系統への電力供給から、構成（4）の水素製造手段2を用いた化学燃料貯蔵に切替えることで、太陽光エネルギーを効率よく有効に利用することが可能となる。その後、STEP12において低照度が続く限りは構成（4）を維持する処理がなされ、照度が向上された場合は、構成（1）に戻る。

[0033] STEP5は、STEP3において高出力域に該当すると判断された場合に実行される処理であるが、電力変換効率が95%を下回り、かつ推定日射強度が高い場合は、電力変換制御器3や周辺機器に劣化などの異常を生じている場合がある。STEP5では、異常の可能性があること示すためのエラーレベル信号を制御部6から出力する。

[0034] 次に、STEP6は、STEP2において、太陽光発電装置1による出力電力 W_1 と電力変換制御器3の出力電力 W_2 との除算で算出される電力変換効率が95%以上である場合に実行される処理である。ここでは、太陽光発電装置1による出力電力 W_1 の電圧値、電流値及び初期太陽光発電装置の定格出力電力から、計測時点の日射強度及びパネル温度を信号演算処理部9にて演算する。また、信号演算処理部9において、算出された推定日射強度またはパネル温度から推定される太陽発電装置1で発電可能な最大の発電予測電力 W_0 が演算される。なお、発電予測電力 W_0 の予測する算出方法はこれに限定されるものではなく、公知の手法を適用することができる。STEP6では、太陽光発電装置1の発電予測電力 W_0 と電力変換制御器3の出力電力 W_2 の関係から余剰電力があるかどうかの判断を行う。図4の例では、 W_2/W_0 が0.95以上（すなわち95%以上）であるかを確認し、該当する場合は構成（1）を維持するようにしている。なお、発電予測電力 W_0 と実際の太陽光発電装置1の出力電力 W_1 の関係（ W_1/W_0 ）で判断してもよい。

[0035] STEP7は、STEP6が否の場合に実行される処理である。この場合

、電力変換効率は95%以上であるが、発電予測電力 W_0 が実出力電力を上回りエネルギー余剰状態にある。従って水素製造装置2を接続することで、余剰エネルギー回収が可能となり、エネルギー回収効率を高めることができる。水素製造装置2は、本処理において直列接続か並列接続を選択できる。なお、水素製造装置2は複数の電気分解スタックが電気的に接続された構成を備え、電気分解スタックの電気的な接続構成を切替える制御手段を備えている。

[0036] 並列接続を選択する場合、STEP 9処理を実行し、図3Cの構成(3)の接続構成をとる。この場合、電力変換制御器3の入力電圧値に適合する形で、稼動させる電気分解スタックの数を選択する必要がある。なお、電気分解スタックを構成するセル数を制御できるように構成した場合にはセル数の選択も可能である。例えば、水の電気分解において、分解が開始される電位は、一般的に1.47～1.48V／セルである。一方で、電力変換制御器3は製品により異なるがおおよそ数百Vであり、ここでは仮に300Vとする。すなわち電解セルは最大203～204セルの直列セル構造が必要であることが分かる。ただし、分解開始電位で設計したところで水素ガスは得られないため、実際にはこれより少ないセル数で設計する必要がある。水素製造装置2の特性は、電解液温度や電解槽内圧力などの環境や、配線抵抗、電解槽構成による抵抗成分、電解液成分等に起因する分解電位の変化量等を考慮し、単位セル当たりの駆動電解電位を演算する必要がある。最適セル数を演算し、水素製造装置2を構成する電気分解スタックの接続構成を制御する。

[0037] 直列接続を選択する場合、STEP 8の処理を実行し、図3Bの構成(2)の接続構成をとる。この場合、推定日射強度から推定される発電予測電流 I_0 及び発電予測電圧 V_0 、電力変換制御器3の出力電力 W_2 に応じて電気分解スタック数及び／又はセル数を選択できる。例えば、図6に図示するPTN1(a)からPTN1(d)の太陽光発電特性のように、日射強度の変化に応じて太陽光発電特性は変化するが、発電予測電力 W_0 が電力変換器の出力電力を上回る状況とは最大日射強度時における太陽光発電予測特性であるPT

N 1 (a) の特性である。ここで、発電予測電力 W_0 の電圧は V_0 、電流が I_0 であるので、水素製造装置2と電力変換制御器は直列接続構成の回路電流は I_0 となる。従って、電力変換制御器の出力電力 W_2 を維持するためには、 $V_{21N} = (W_2 / \text{変換効率}) / I_0$ の入力電圧値が求められる。すなわち、水素製造装置の稼働電圧は $V_{\text{水素製造装置}} = (V_0 - V_{21N})$ により算出される。従って水素製造装置の単位セル当たりの電圧電流特性が予め既知であれば、稼働電流 I_0 と稼働電圧 $V_{\text{水素製造装置}}$ から必要セル数の概算値を求めることができ、構成切替制御を実施し直列接続構成をとる。なお、太陽電池に直列に水素製造装置すなわち負荷を接続するため、電力変換制御器に入力される見かけ上の太陽光発電特性はPTN 1 (a) から変化する。たとえば図7Aに図示するように、一般的に太陽電池の等価回路は電流源、ダイオードおよび並列抵抗成分の並列接続に対して、直列接続成分が直列に接続された構成となる。ここで直列抵抗成分が増大すると出力電力は低下傾向にあるが、図7Bおよび図7Cに示した太陽電池抵抗成分増加特性のように、電圧電流特性及び電圧電力特性ともに左下がりの方向に特性が変化する。すなわちPTN 1 (a) 特性において水素製造装置すなわち負荷を直列接続した場合(構成2)、電力変換制御器に入力される見かけ上の太陽光特性は、PTN 2のようになる。この際、電力変換制御器の出力の上限値と、入力電圧、入力電流範囲を満足する条件が必要になる。

- [0038] 次に、STEP 10は、STEP 8またはSTEP 9の接続構成の切替え後も電力変換制御器の出力 W_2 が維持されているか、変動割合を確認する処理である。ここでは、接続構成切替前の出力 $W_{2\text{before}}$ に対して、接続構成切替後の出力 $W_{2\text{after}}$ が95%以上であればSTEP 11に移行し、95%未満であれば構成(1)に切り替える処理及び設定値としている。ただし、設定数値はシステム運転上必要な数値で良く、この限りではない。たとえば接続構成の切替えによって W_2 が変動しても良く、水素製造を主体としたシステム運転を希望する場合には、設定数値を低くしてかまわない。

- [0039] STEP 11は、構成(1)に戻した方がエネルギー回収率が高いかを確認

する処理である。ここでは、構成（1）において、本タイミングの発電予測電力 W_0 にて予測される電力変換制御器 W_2 出力値が、現在構成（すなわち構成（2）または構成（3））の電力変換制御器出力値 W_2 より上回る場合は、構成（1）に戻した方が良く、そうでない場合は現在の接続構成を維持した方がエネルギー回収率としては高い。このような処理であれば、STEP11に記載する内容でなくともかまわない。

[0040] 以上、図4を用いて水素製造装置と電力変換制御器の接続切替手段について記載したが、これらはいずれも動作システム運用法に関するものであり、システム運用者のニーズに応じて変えることができ図4の限りではない。また図4に記載した数値についても同様で、運転方法に応じて変更して良い。また、数値は実運転上、許容誤差幅を持たせると好ましく、さらに切替後は一定時間構成を維持する機能など付与し、頻繁な構成切替を抑止する機能があると望ましい。

<まとめ>

以上のように、第1実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システム100によれば、高効率で太陽光エネルギーを利用、貯蔵、供給できる。

[2. 第2実施形態]

図8は、本発明の第2実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システム構成を模式的に表す図である。図8において、実線は電気配線を、破線は切替信号出力線を、点線は信号計測線を、二重線は燃料（気体、液体）を、それぞれ表しており、各手段同士を接続する配線及び配管であって、信号、エネルギー及び物質の授受を表している。

[0041] 図8に示すように、第2実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システム200は、高効率で太陽光エネルギーを利用、貯蔵及び供給することを可能とするものである。図1に図示した水素製造手段を備えた太陽光発電システム100に対して、電解液を水素製造装置2に送液する送液ポンプ13と、電解液を蓄え且つ水素ガスと電解液に気液分離する電解液タンク15と、水素の高純度化を担うバッファタンク14と、不飽和炭化水素を貯蔵す

る不飽和炭化水素タンク16と、飽和炭化水素を貯蔵する飽和炭化水素タンク17と、水素ガスを不飽和炭化水素に付与して飽和炭化水素を得る水素添加手段18と、飽和炭化水素から不飽和炭化水素及び水素を分離する反応器19と、水素ガスを利用した電力供給手段である発電手段20と、飽和炭化水素供給手段21と、不飽和炭化水素供給手段22とをさらに付与した構成である。

[0042] 以下、水素製造手段を備えた太陽光発電システム200の構成を成す背景を記述する。

[0043] 太陽光発電電力は変動電力であるため、発電電力量（電力供給量）と電力需要量とは必ずしも一致しない。短期的に電力の需要量と供給量を一致させるためには、一度電力を蓄え、必要なときに取りだすキャパシタンスや二次電池等の応答性の優れる蓄電デバイス及び制御システムが必要となる。また、昼夜などの短中期的及び長期的に電力を安定供給するためには、前述の方法の大容量化に加えて、化学エネルギー変換による蓄エネルギー手法、すなわちエネルギー燃料化法がある。この中でも、化石燃料代替材料として注目されているのが水素エネルギーである。

[0044] 水素製造方法として、化石燃料の水蒸気改質が工業的に広く利用されている。また、このほかにも、鉄又はソーダ製造に伴う副生水素、熱分解、光触媒、微生物、水の電気分解を用いた反応等、多数の製造方法が知られている。中でも、水の電気分解に必要な電力としては様々な供給源からの電力を利用することが可能である。従って、水の電気分解による水素の製造方法は、特定の地域に依存しないエネルギー源の製造方法として重要視されている。

[0045] しかし、水素をエネルギー源（即ち燃料）として用いるためには、水素の輸送、貯蔵、供給システム等が大きな課題となりえる。具体的には、水素は常温常圧で気体であるため、液体及び固体に比べて、貯蔵及び輸送が困難であるという課題がある。さらに、水素は可燃性物質であり、空気と水素とが所定の混合比で混合されると、水素が爆発的に反応する可能性がある。

[0046] これらの課題を解決する技術として、近年、安全性、運搬性及び貯蔵能力

に優れた水素貯蔵方法として、例えばシクロヘキサン、デカリン等の炭化水素を用いた有機ハイドライドシステムが注目されている。これらの炭化水素は常温常圧で液体であるため、気体の場合と比べて容易に貯蔵及び運搬できる。例えば、ベンゼン及びシクロヘキサンは同じ炭素数を有する環状炭化水素であるが、ベンゼンは二重結合を有する不飽和炭化水素であるのに対し、シクロヘキサンは二重結合を有さない飽和炭化水素である。即ち、不飽和炭化水素であるベンゼンに対して水素が付加されることにより、飽和炭化水素であるシクロヘキサンが得られる。また、シクロヘキサンから水素が脱離されることにより、ベンゼンが得られる。このように、ベンゼン及びシクロヘキサンを用いた水素付加反応と水素脱離反応とを利用し、水素の貯蔵と供給とが可能になるシステムが構築できる。

- [0047] 水素製造手段を備えた太陽光発電システム200は、本技術を応用するものであり、変動電力である太陽光発電電力を効率的に利用、貯蔵及び供給するために、電力変換制御器3及び水素製造装置2の切替制御を実施する。
- [0048] 以下、水素製造手段を備えた太陽光発電システム200の各構成説明及びシステム動作を合わせて記述する。
- [0049] 水素製造装置2は、太陽光発電装置1によって得られた電力を用いて水素を製造するものである。具体的には、水素製造装置2においては、これらの電力を用いて電解液を電気分解することにより、少なくとも水素が発生するようになっている。従って、太陽光発電装置1から水素製造装置2に供給される電力が多ければ多いほど、水素製造装置2において製造される水素の量も多くなる。水素製造装置2は、太陽光発電装置1と切替手段4を介して電気的に接続され、送液ポンプ13及び電解液タンク15と配管接続されている。
- [0050] また、水素製造装置2は、複数の電解セルからなるセルスタックを複数有し、セルスタックが互いに電気的に直列又は並列に接続構成を選択できる切替機能を有することが好ましい。このような構成にすることで、電力制御変換器2の出力電力を維持しつつ、太陽光発電の変動電力分を水電解装置で吸

収し、水素製造及び貯蔵に利用することができる。

- [0051] また、水素ガスの高純度化および気液分離を担うバッファタンク14と、水素製造装置2に電解液を供給する送液ポンプ13と、循環液内気泡の気液分離を担う電解液タンク15と、水素添加手段18と、を少なくとも備えて構成してもよい。なお電解液を加温するための熱制御手段も備えててもよい。電解液タンク15の具体的な構成は特に制限されないが、水素製造装置2で製造した水素気泡成分と電解液の分離による水素高純度化が目的であり、バッファタンク14を介して水素添加手段18に供給される前に液体除去などによる手法が挙げられる。例えば気液分離装置などが、それに当たる。気液分離装置の具体的な構成としては特に制限されないが、例えば冷却による気液分離、水素分離膜等を用いることができ、中でも水素分離膜を用いることが好ましい。なお、除去された液体は水素製造装置2内を循環し、当該液体が電気分解されるようになっている。
- [0052] そして、水分除去後の水素は、ガス配管によって接続されたバッファタンクを介して水素添加手段18に供給されるようになっている。なお、水分除去後の水素は直接水素添加手段18に供給されるようにしてもよいが、当該水素を圧力調整器を介して反応器に供給することで、水素添加効率を更に高めることができ、換言すると、再生可能エネルギーを無駄なく貯蔵できる。
- [0053] また、図8では図示していないが、当該水素を例えば高圧タンク等の水素貯蔵手段に一時的に貯蔵することもできる。水素貯蔵手段の具体的な構成は特に制限されるものではないが、例えば公知の水素ボンベ、高圧ガス用の圧力容器等を用いることができる。これらは1種を単独で設けてもよく、2種以上を任意に組み合わせて設けてもよい。水素貯蔵手段を構成する材料としては、例えば鋼板、カーボン繊維で強化されたプラスチック等が挙げられ、水素製造装置2にかかる圧力以上の耐圧容器を用いることが特に好ましい。
- [0054] また、水素貯蔵手段としては、水素吸蔵合金を用いることもできる。水素吸蔵合金としては、例えば希土類金属-ニッケル系等のAB5型合金、チタン系、クロム系等の体心立方（BCC）構造を有する合金等が挙げられる。

これらの水素吸蔵合金を上記の容器等内に存在させることにより、水素貯蔵量を増加させることができる。また、同一体積の水素を貯蔵する場合には、水素貯蔵手段の圧力を低下させてもよい。

- [0055] バッファタンク14と水素添加手段18とはガス配管（パイpline）によって接続されていることが好ましい。ただし、これらがガス配管によって接続されている必要は必ずしも無く、例えば高圧タンク等を用いて、製造した水素を水素添加手段18まで運搬（即ち水素添加手段18に供給）するようにしてよい。
- [0056] 水素添加手段18は、水素製造装置2によって製造された水素を不飽和炭化水素に対して付加させるものである。水素添加手段18は、前記のようにバッファタンク14とガス配管によって接続されているほか、飽和炭化水素タンク17と液体配管され、さらに不飽和炭化水素供給手段22を介して不飽和炭化水素タンク16と液体配管によって接続されている。従って、不飽和炭化水素は不飽和炭化水素タンク16から供給手段22により水素添加手段18に供給される。
- [0057] 水素添加手段18において用いられる不飽和炭化水素の具体的な種類は特に制限されないが、例えばトルエン等の室温で液体の芳香族化合物を好適に用いることができる。例えば不飽和炭化水素としてトルエンを用いる場合、得られる飽和炭化水素はメチルシクロヘキサンである。ただし、付加反応時の条件によっては、例えばアントラセン、フェナントレン等も液体になることもあるため、そのような条件で付加反応を行う場合には、これらの芳香族化合物を用いてよい。これらの芳香族化合物を用いることにより、よりさらに多くの水素を貯蔵することができる。
- [0058] このような芳香族化合物は室温で液体であるため貯蔵が容易であり、また、水素付加反応を行わせるときの反応界面が大きくなる利点がある。また、芳香族化合物を用いることにより芳香族化合物1分子あたりに付加しうる水素の物質量を多くすることができ、より多くの水素を少ない不飽和炭化水素量で貯蔵することができる。なお、不飽和炭化水素は1種で用いてもよく、

2種以上を任意の比率及び組み合わせで用いてもよい。

- [0059] 水素添加手段18において、不飽和炭化水素に対して水素を付加する具体的な方法に特に制限は無い。ただし、低成本及び反応時間が短いという観点から、通常は触媒を用いて不飽和炭化水素に水素を付加させる。このような触媒としては、例えばNi、Pd、Pt、Rh、Ir、Re、Ru、Mo、W、V、Os、Cr、Co、Fe等の金属、及びこれらの合金が挙げられる。触媒を構成する金属及びそれらの合金は、1種が単独であってもよく、2種以上が任意の比率及び組み合わせで用いられてもよい。
- [0060] また、これらの触媒は、触媒量の低減による更なる低成本化と反応表面積の増大化の観点から、微粒子化されていることが好ましい。微粒子化された触媒を用いる場合、微粒子触媒の凝集による表面積の減少を防止する観点から、任意の担体に担持してもよい。担体に触媒を担持させる場合、担持させる方法に特に制限は無く、例えば、共沈法、熱分解法、無電解めっき法等を用いることができる。また、担体の種類も特に制限は無く、例えば活性炭、カーボンナノチューブ、黒鉛等の炭素材料のほか、シリカ、アルミナ、ゼオライト等のアルミナシリケート等を用いることもできる。担体は1種であってもよく、2種以上を任意の比率及び組み合わせで用いてもよい。
- [0061] 水素添加手段18における、不飽和炭化水素への水素付加反応条件は特に制限されず、任意に設定すればよい。例えば反応温度は室温（約25°C）でも水素を付加させることができるが、反応時間により短くする観点から、100°C以上400°C以下程度の温度で付加させることが好ましい。
- [0062] また、付加反応時の反応圧力も特に制限されないものの、付加反応効率を上げ、反応時間をより短くすることができるという観点から、水素付加時の圧力を、ゲージ圧で1気圧以上50気圧以下（即ち0.1MPa以上5MPa以下）とすることが好ましい。従って、図8には図示しないが水素付加時の圧力を高めるために、バッファタンク14と水素添加手段18との間には、圧力調整器を備えてもよい。
- [0063] 以上のようにして、不飽和炭化水素に水素を付加させることができ、飽和

炭化水素が得られる。得られた飽和炭化水素（所謂有機ハイドライド）は、後記する飽和炭化水素タンク17に貯蔵される。

- [0064] 送液ポンプ13は電解液性質、水素製造装置への供給流量などにより仕様が決まるものであり、配管を介して電解液タンク15、水素製造装置2と接続されている。
- [0065] 飽和炭化水素タンクに貯蔵された飽和炭化水素は、反応器19にて水素と不飽和炭化水素タンクに分離される。
- [0066] 反応器19は、飽和炭化水素を水素と不飽和炭化水素に分離させるものであり、前記飽和炭化水素の供給手段21を介して飽和炭化水素タンク17及び不飽和炭化水素タンク16と液体配管によって接続されている。従って、飽和炭化水素は飽和炭化水素タンク17から供給手段21によって反応器19に供給される。
- [0067] 反応器19において用いられる不飽和炭化水素の具体的な種類は特に制限されないが、例えばトルエン等の室温で液体の芳香族化合物を好適に用いることができる。例えば不飽和炭化水素としてトルエンを用いる場合、得られる飽和炭化水素はメチルシクロヘキサンであるが、水素添加手段18にて取り扱う液体をリサイクル利用できる物質が好ましい。すなわち、反応器19は、水素添加手段18と同じ材料、構成でも良いし、異なる材料、構成でもよく、不飽和炭化水素と水素を分離する具体的な方法に特に制限は無い。ただし、低コスト及び反応時間が短いという観点から、通常は触媒を用いて不飽和炭化水素と水素を分離させる。このような触媒としては、例えばNi、Pd、Pt、Rh、Ir、Re、Ru、Mo、W、V、Os、Cr、Co、Fe等の金属、及びこれらの合金が挙げられる。触媒を構成する金属及びそれらの合金は、1種が単独であってもよく、2種以上が任意の比率及び組み合わせで用いられてもよい。
- [0068] また、これらの触媒は、触媒量の低減による更なる低コスト化と反応表面積の増大化の観点から、微粒子化されていることが好ましい。微粒子化された触媒を用いる場合、微粒子触媒の凝集による表面積の減少を防止する観点

から、任意の担体に担持してもよい。担体に触媒を担持させる場合、担持させる方法に特に制限は無く、例えば、共沈法、熱分解法、無電解めつき法等を用いることができる。また、担体の種類も特に制限は無く、例えば活性炭、カーボンナノチューブ、黒鉛等の炭素材料のほか、シリカ、アルミナ、ゼオライト等のアルミナシリケート等を用いることもできる。担体は1種であってもよく、2種以上を任意の比率及び組み合わせで用いてもよい。

- [0069] 反応器19における、不飽和炭化水素と水素の分離反応条件は特に制限されず、任意に設定すればよい。例えば反応温度は室温（約25°C）でも水素を分離させることができるが、高い圧力を要することや、反応時間をより短くする観点から、100°C以上500°C以下程度の温度で付加させることが好ましい。また、加温のための熱エネルギーは地熱、太陽熱などの再生エネルギーや、周辺機器から排出される熱エネルギー（排熱）を用いると、よりシステム効率が向上する。
- [0070] また、分離反応時の反応圧力も特に制限されないものの、分離反応効率を上げ、反応時間により短くすることができるという観点から、水素分離時の圧力を、ゲージ圧で1気圧以上50気圧以下（即ち0.1MPa以上5MPa以下）とすることが好ましい。従って、図8には図示しないが水素分離時の圧力を高めるために、圧力調整器を備えてもよい。
- [0071] 以上のようにして、不飽和炭化水素と水素を分離させることができ、不飽和炭化水素が得られ、不飽和炭化水素タンク16に回収され、再利用に用いることができる。
- [0072] 分離された水素は発電手段20に利用され電力供給に用いることができ、これによって系統負荷変動を緩和することができる。発電手段20は、水素燃焼エンジン発電機や、燃料電池などが挙げができるが、水素ガスを用いて電力変換できるアプリケーションであれば良く、特に制限はない。
- [0073] また、これら一連の動作が行われる環境は特に制限されず、前記課題を解決することができるのであれば任意の環境で行うことができる。また、全ての装置が同地域や箇所に設置される必要は必ずしも無く、例えば水素製造装

置 2 は室内に、また、水素添加手段 18 は室外に、飽和炭化水素タンク 17 から飽和炭化水素のみ取り出し運送し、別地域にて反応器 19 および発電手段 20 を介して電力供給することや、駆動動力燃料として利用することなど、任意に設置及び利用することができる。

[0074] 以上のように、第 2 実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システム 200 によれば、高効率で太陽光エネルギーを利用、貯蔵及び供給できる。

[3. 第 3 実施形態]

図 9 は、本発明の第 3 実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システム構成を模式的に表す図である。図 9において、実線は電気配線を、破線は切替信号出力線を、点線は信号計測線を、二重線は燃料（気体、液体）を、それぞれ表しており、各手段同士を接続する配線及び配管であって、信号、エネルギー及び物質の授受を表している。

[0075] 図 9 に示すように、第 3 実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システム 300 は、高効率で太陽光エネルギーを電力供給及び貯蔵、供給可能とするものである。図 1 に図示した水素製造手段を備えた太陽光発電システム 100 に対して、太陽光発電量を予測するためのデータ源となるパネル温度検出部 5a 及び日射強度検出部 5b を備えた太陽光発電量予測源検出部 5 と、電解液を水素製造装置に送液する送液ポンプ 13 と、電解液を蓄え且つ水素ガスと電解液に気液分離する電解液タンク 15 と、水素の高純度化を担うバッファタンク 14 と、水素ガスを利用した電力供給手段である発電手段 20 と、を新たに付与した構成であり、少なくともこれらを備えている。そして、このような構成を有する水素製造手段を備えた太陽光発電システム 300 が、再生可能エネルギーに対して適用されるようになっている。

[0076] 太陽光発電量予測源検出部 5 は、太陽光パネル温度及び日射強度検出部を備えており、通常これらのデータがあれば、発電予測電力 W_0 を推定できる。パネル温度検出方法は熱電対、日射強度は全天空型日射強度計等を用いて測定することができる。ただし、検出方法は、使用環境に応じて決めればよく、

限定されるものではない。

[0077] また、バッファタンク 1 4 から放出される水素ガスを用いて発電手段 2 0 により発電することができる。この際、バッファタンク 1 4 に圧力弁等を用いて発電手段に対する水素ガス供給量を制御できる機能を有すると好ましい。このような構成とすることで、発電電力が制御できる。

[0078] 以上のように、第3実施形態に係る水素製造手段を備えた太陽光発電システム 3 0 0 によれば、高効率で太陽光エネルギーを利用、貯蔵、供給できる。

符号の説明

- [0079] 1 太陽光発電装置
- 2 水素製造装置
- 3 電力変換制御器
- 4 切替手段
- 5 太陽光発電量予測源検出部
- 6 制御部
- 7 信号処理部
- 8 制御信号出力部
- 9 信号演算部
- 1 1 電力検出器
- 1 2 電力検出器
- 1 3 送液ポンプ
- 1 4 バッファタンク
- 1 5 電解液タンク
- 1 6 不飽和炭化水素タンク
- 1 7 飽和炭化水素タンク
- 1 8 水素添加手段
- 1 9 反応器
- 2 0 発電手段
- 2 1 不飽和炭化水素供給手段

2.2 飽和炭化水素供給手段

請求の範囲

[請求項1] 太陽エネルギーを貯蔵する水素製造手段を備えた太陽光発電システムであって、

前記太陽光エネルギーを直流電力に変換する太陽光発電装置と、

前記太陽光発電装置により得られる直流電力を交流電力に変換し且つ最大電力を得るための出力制御機能を有する電力変換制御器と、

前記太陽光発電装置により得られる直流電力を用いて水素を製造する水素製造手段と、

前記太陽光発電装置の出力電力 W_1 および前記電力変換制御器の出力電力 W_2 を検出する電力検出手段と、

前記太陽光発電装置と前記電力変換制御器および前記水素製造手段の電気的な接続構成を切替える切替手段と、

前記切替手段に制御信号を伝達する制御部と、を備え、

前記太陽光発電装置の定格出力電力は、前記電力変換制御器の定格出力電力よりも大きくなるように設定されており、

前記制御部は、前記太陽光発電装置で発電可能な発電予測電力 W_0 を算出する電力予測手段を備え、

前記電力予測手段で推定した発電予測電力 W_0 と前記電力検出手段で検出された出力電力 W_1 または出力電力 W_2 との比較結果、及び、前記電力変換制御器の変換効率特性に応じて、前記切替手段を制御することを特徴とする太陽光発電システム。

[請求項2] 請求項1に記載の太陽光発電システムにおいて、

前記制御部は、前記電力検出手段で検出された出力電力 W_1 と出力電力 W_2 から前記電力変換制御器の変換効率を演算し、

前記電力変換制御器の変換効率が所定の値以上の場合には、前記太陽光発電装置に前記電力変換制御器、または前記電力変換制御器および前記水素製造手段の両方を接続し、

前記電力変換制御器の変換効率が所定の値よりも低い場合には、前

記太陽光発電装置に前記水素製造手段を接続することを特徴とする太陽光発電システム。

[請求項3]

請求項2に記載の太陽光発電システムにおいて、
前記制御部は、前記電力予測手段で推定した発電予測電力 W_0 と前記電力検出手段で検出された出力電力 W_1 または出力電力 W_2 との比較し、出力電力 W_1 または出力電力 W_2 よりも発電予測電力 W_0 が大きい場合に、前記太陽光発電装置に前記電力変換制御器および前記水素製造手段の両方を接続することを特徴とする太陽光発電システム。

[請求項4]

請求項1に記載の太陽光発電システムにおいて、
前記電力予測手段は、前記電力検出手段で検出された出力電力 W_1 と前記太陽光発電装置の定格出力電力から算出した日射強度または前記太陽光発電装置のパネル温度に基づいて、発電予測電力 W_0 を算出することを特徴とする太陽光発電システム。

[請求項5]

請求項1に記載の太陽光発電システムにおいて、
前記太陽光発電装置のパネル温度を検出する温度検出手段、または、日射強度を検出する日射強度検出手段の少なくとも一方を備え、
前記電力予測手段は、前記温度検出手段または前記日射強度検出手段で検出した情報に基づいて、発電予測電力 W_0 を算出することを特徴とする太陽光発電システム。

[請求項6]

請求項1に記載の太陽光発電システムにおいて、
前記水素製造手段は、水を電気分解して水素と酸素を発生する電気分解装置であることを特徴とする太陽光発電システム。

[請求項7]

請求項2に記載の太陽光発電システムにおいて、
前記電力変換制御器の変換効率の所定の値は、前記水素製造手段で電力を水素に変換する変換効率に基づいて設定されることを特徴とする太陽光発電システム。

[請求項8]

請求項2に記載の太陽光発電システムにおいて、
前記水素製造手段で製造された水素を燃料として発電する発電手段

を備えることを特徴とする太陽光発電システム。

[請求項9] 請求項2に記載の太陽光発電システムにおいて、

前記水素製造手段で製造された水素を不飽和炭化水素に対して付加させ、飽和炭化水素に変換して貯蔵する水素貯蔵手段を備えることを特徴とする太陽光発電システム。

[請求項10] 請求項9に記載の太陽光発電システムにおいて、

前記水素貯蔵手段に貯蔵された飽和炭化水素の脱水素反応によって水素を生成する反応器を備えることを特徴とする太陽光発電システム。

[請求項11] 請求項10に記載の太陽光発電システムにおいて、

前記反応器で生成した水素を燃料として発電する発電手段を備えることを特徴とする太陽光発電システム。

[請求項12] 請求項8に記載の太陽光発電システムにおいて、

前記電力変換制御器の変換効率の所定の値は、前記水素製造手段を介して前記発電手段で発電した場合の電力供給効率に基づいて設定されることを特徴とする太陽光発電システム。

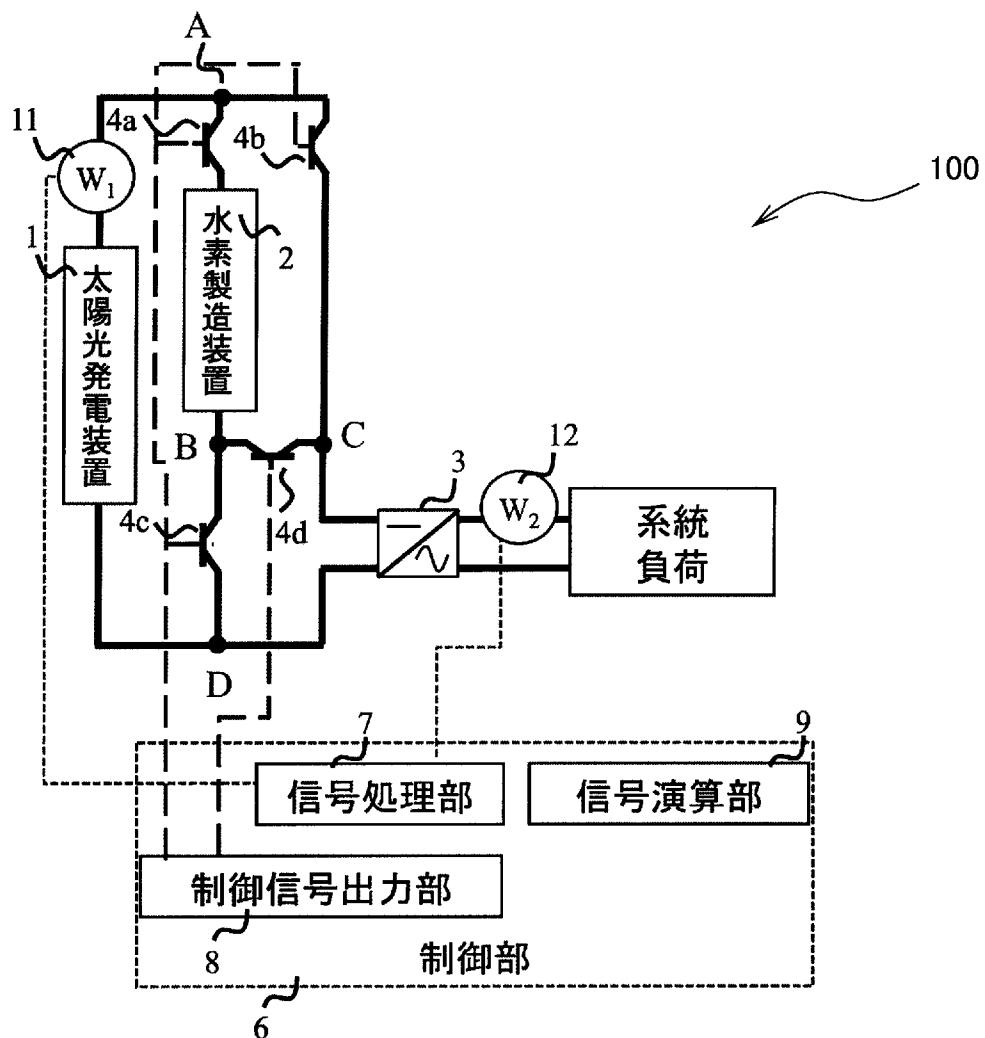
[請求項13] 請求項2に記載の太陽光発電システムにおいて、

前記水素製造手段は、複数の電気分解装置が電気的に接続されて構成され、前記複数の電気分解装置の電気的な接続構成および稼動数を切替えるための制御手段を備えていることを特徴とする太陽光発電システム。

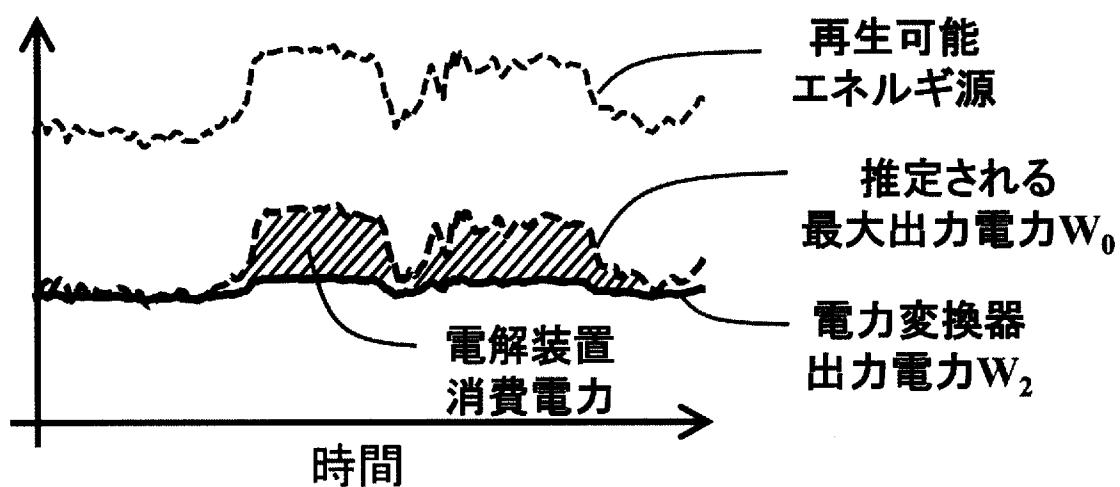
[請求項14] 請求項13に記載の太陽光発電システムにおいて、

前記電力変換制御器の入力電力仕様及び変換効率に応じて、前記複数の電気分解装置の接続構成および稼動数を切替えることを特徴とする太陽光発電システム。

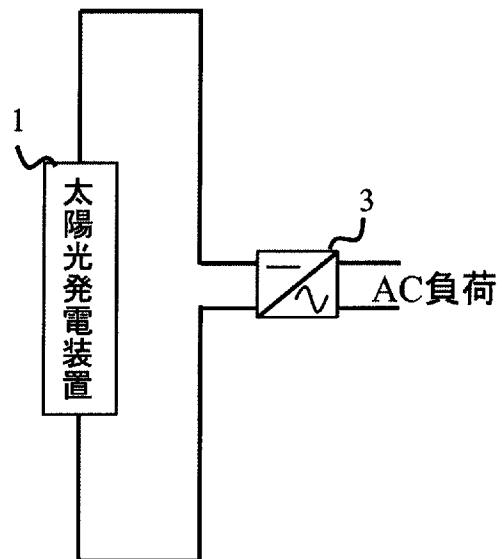
[図1]



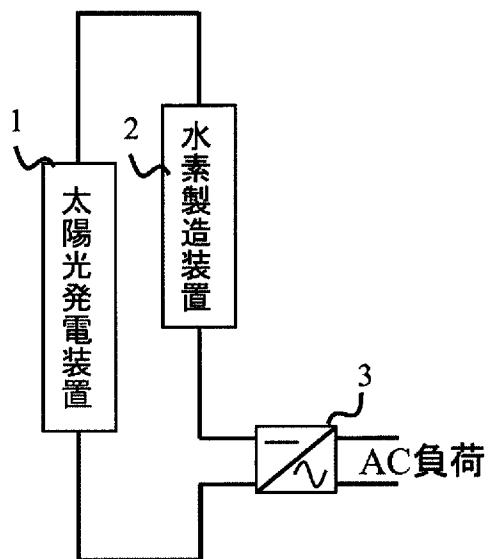
[図2]



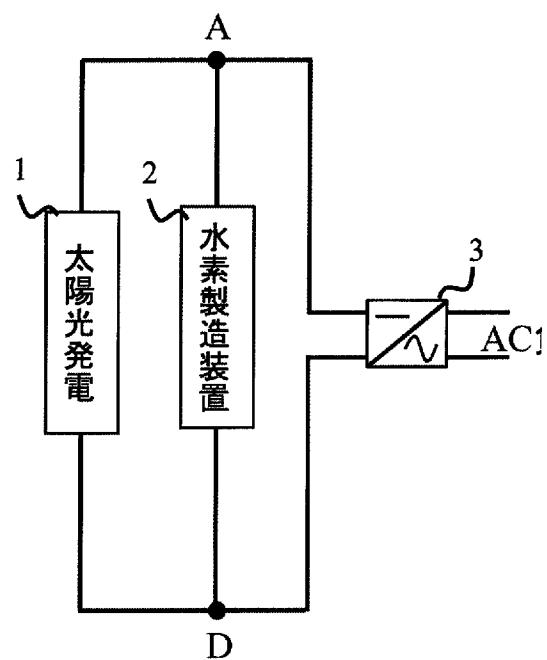
[図3A]



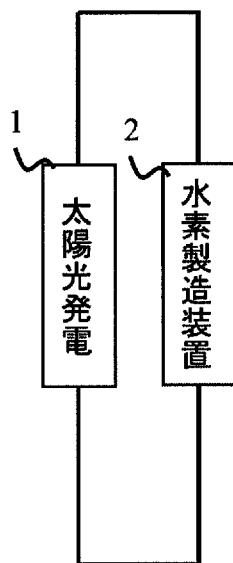
[図3B]



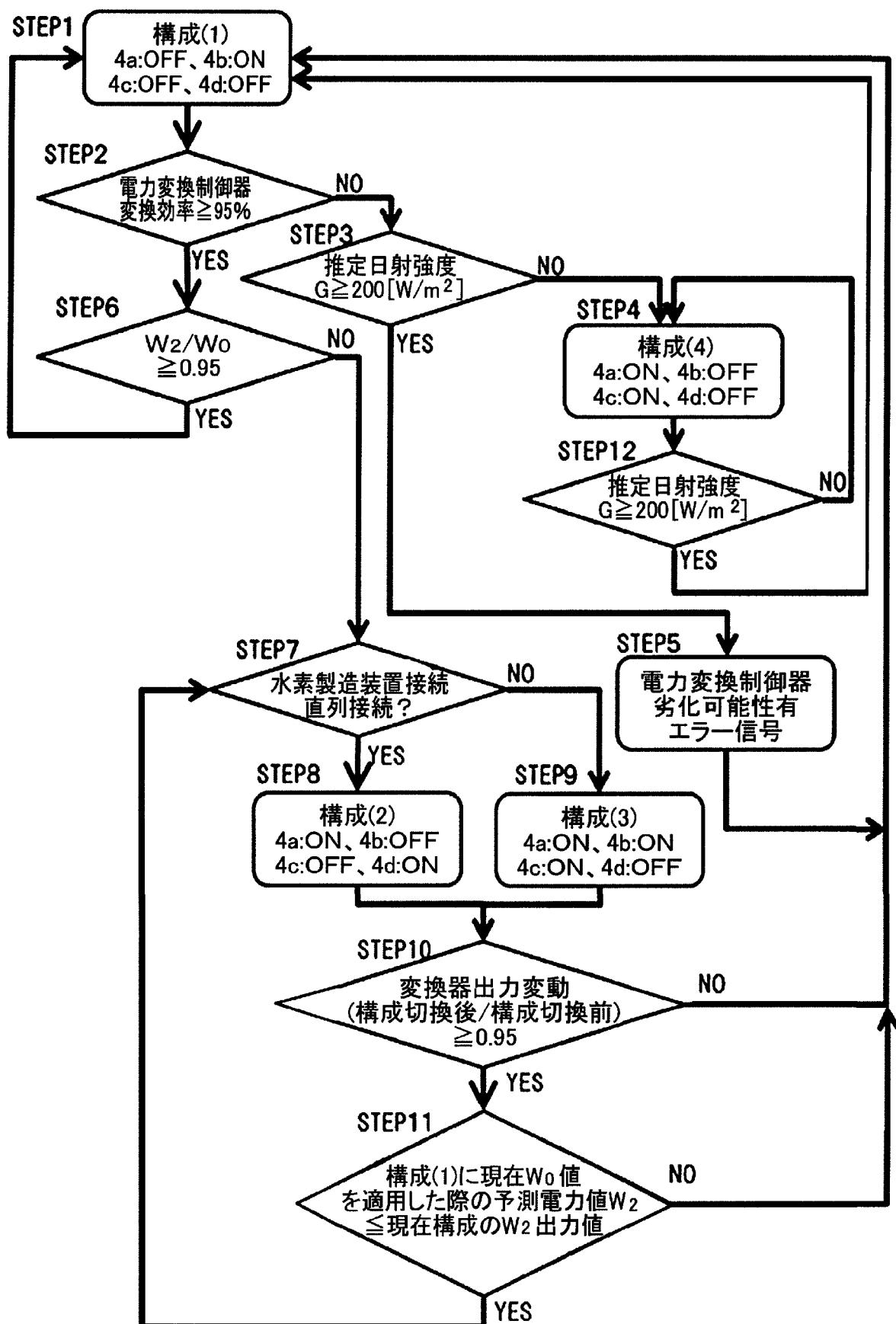
[図3C]



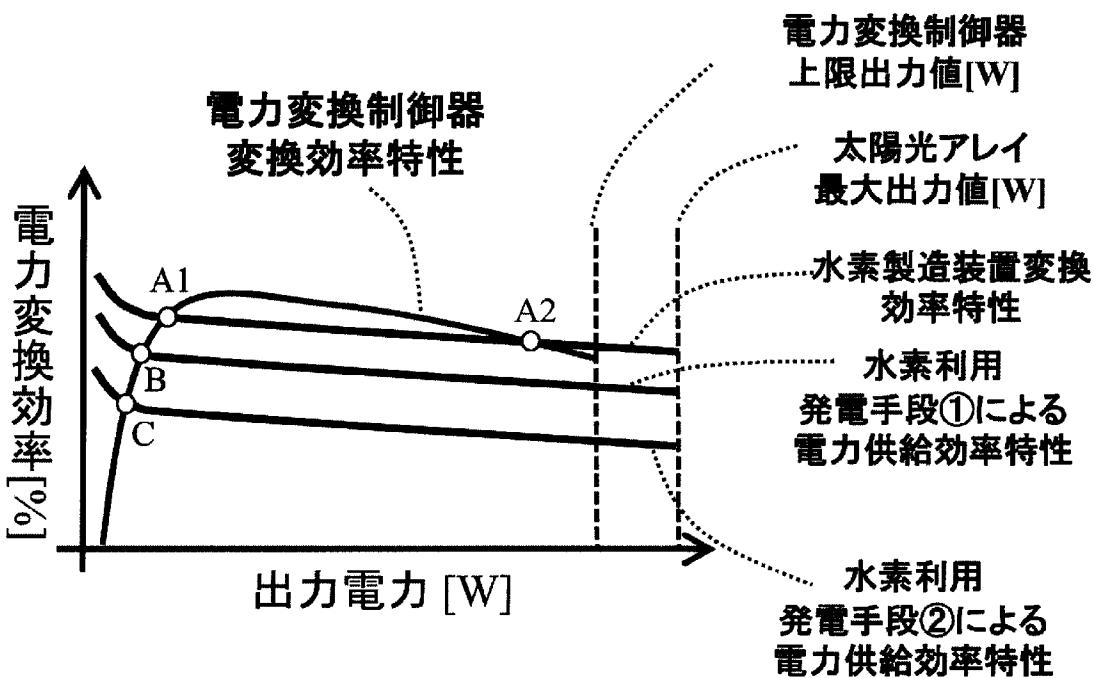
[図3D]



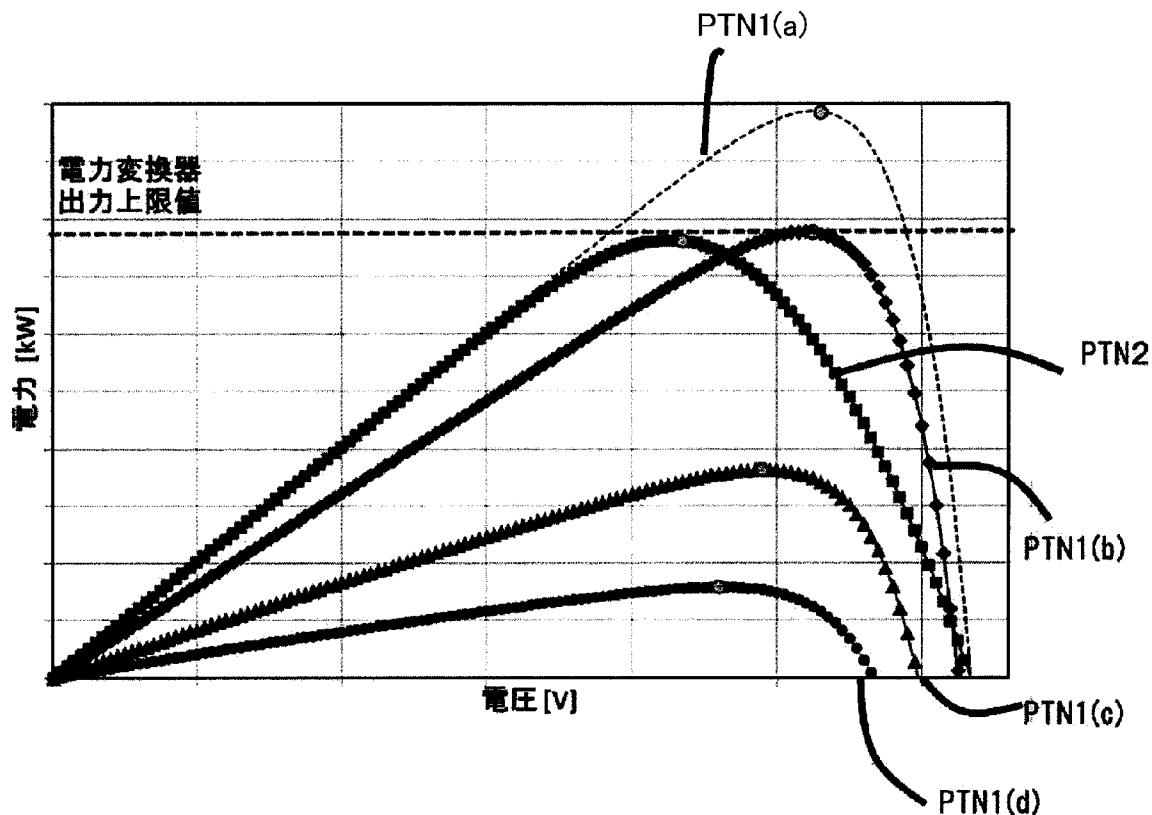
[図4]



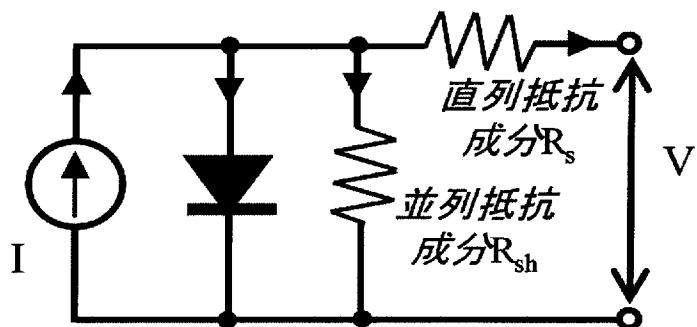
[図5]



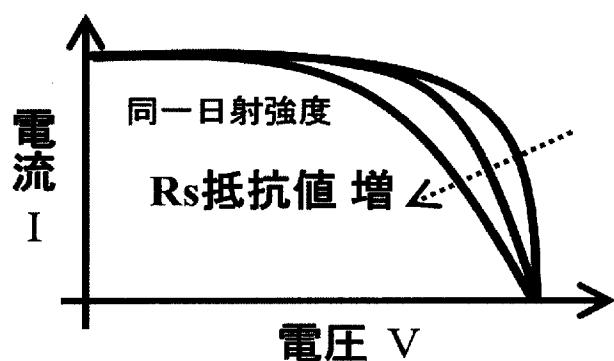
[図6]



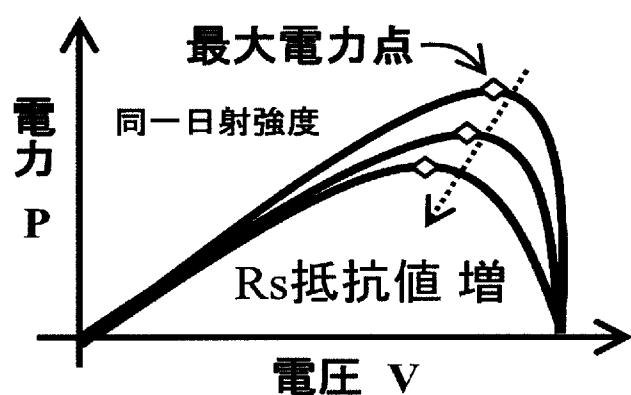
[図7A]



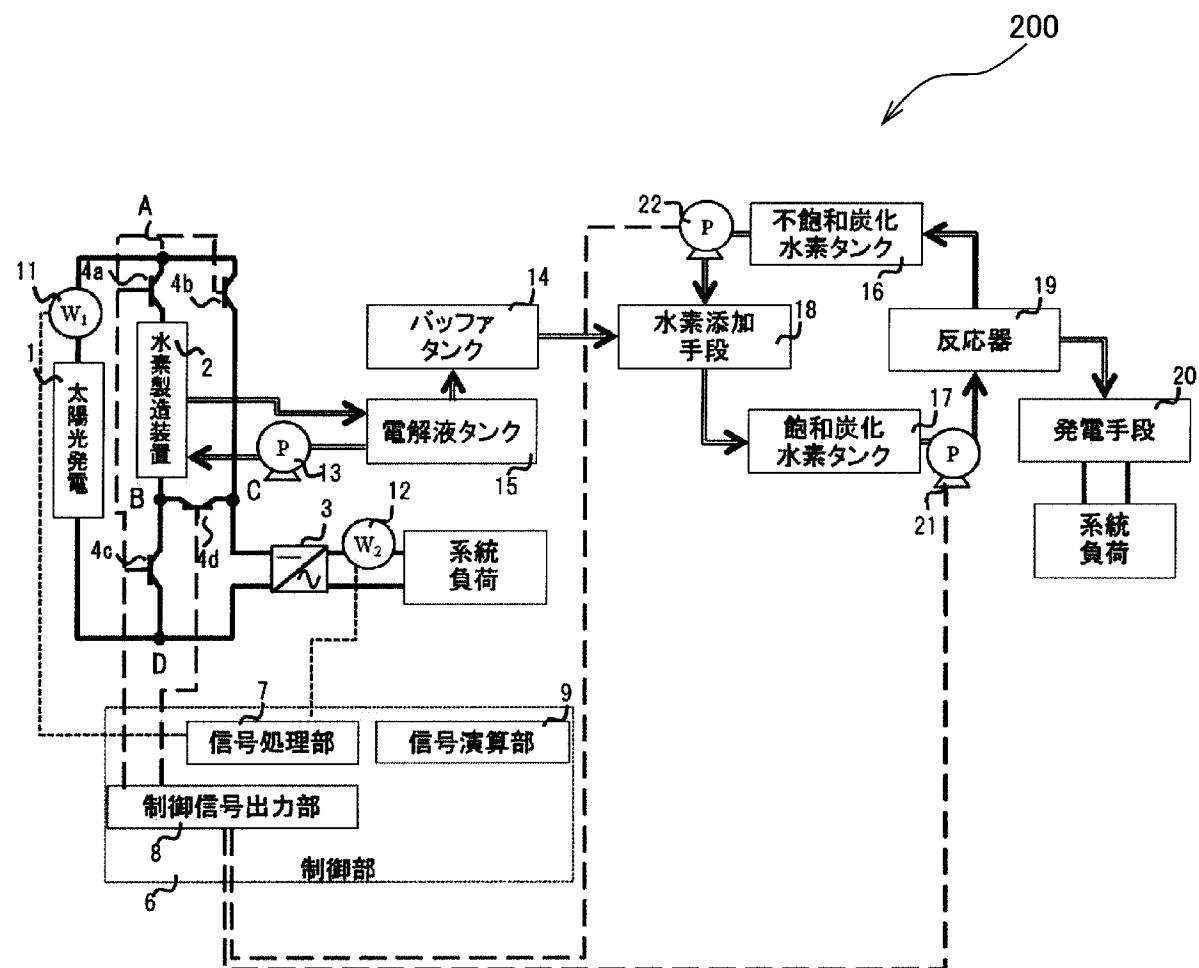
[図7B]



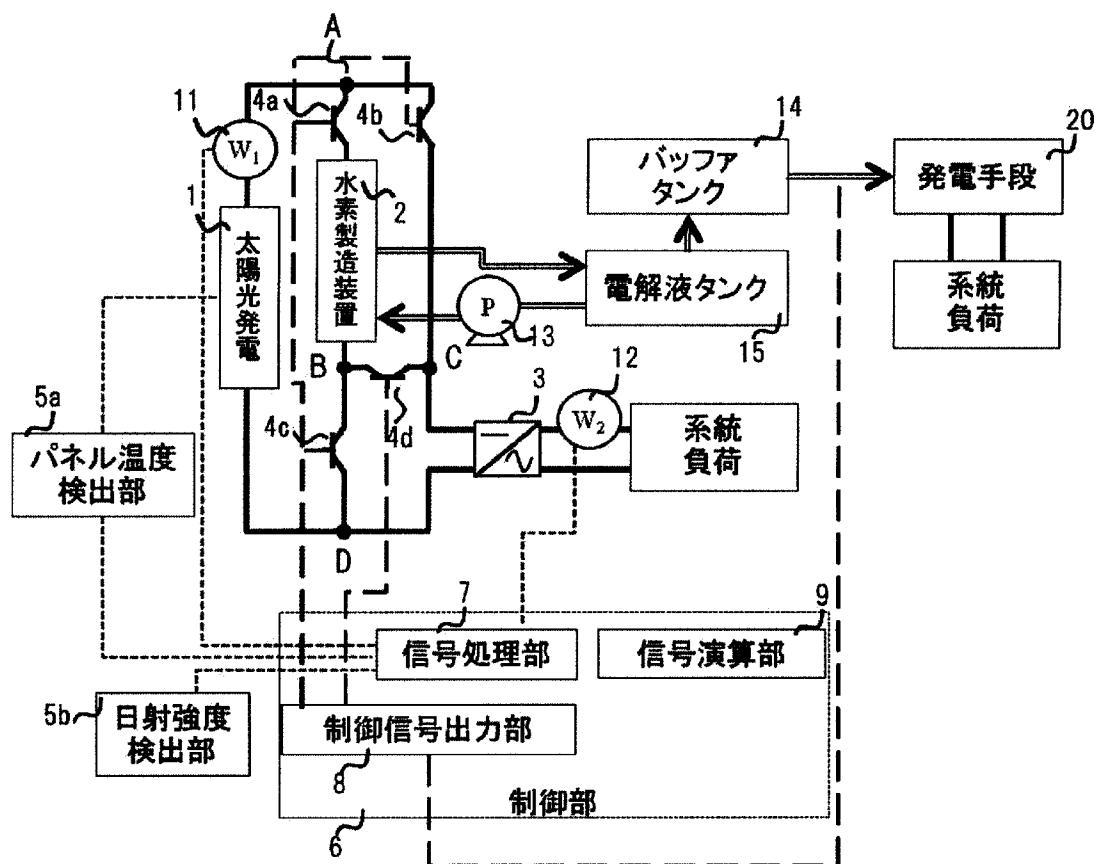
[図7C]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/059471

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05F1/67(2006.01)i, H02J7/35(2006.01)i, H02S10/10(2014.01)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, H02J7/35, H02S10/10

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.
A	JP 2007-295718 A (Sharp Corp.), 08 November 2007 (08.11.2007), all pages & US 2009/0302681 A1 & EP 1986306 A1 & WO 2007/086472 A1 & CN 101375482 A	1-14
A	JP 2007-330057 A (Kawasaki Plant Systems, Ltd.), 20 December 2007 (20.12.2007), all pages (Family: none)	1-14
A	JP 11-53042 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 26 February 1999 (26.02.1999), all pages (Family: none)	1-14

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

04 June, 2014 (04.06.14)

Date of mailing of the international search report

17 June, 2014 (17.06.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/059471

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-19341 A (Toyota Motor Corp.), 25 January 2007 (25.01.2007), all pages (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G05F1/67(2006.01)i, H02J7/35(2006.01)i, H02S10/10(2014.01)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（IPC））

Int.Cl. G05F1/67, H02J7/35, H02S10/10

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
A	JP 2007-295718 A (シャープ株式会社) 2007.11.08, 全頁 & US 2009/0302681 A1 & EP 1986306 A1 & WO 2007/086472 A1 & CN 101375482 A	1-14
A	JP 2007-330057 A (カワサキプラントシステムズ株式会社) 2007.12.20, 全頁 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 11-53042 A (松下電工株式会社) 1999.02.26, 全頁 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2007-19341 A (トヨタ自動車株式会社) 2007.01.25, 全頁 (ファミリーなし)	1-14

□ 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」国際出願目前で、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 04.06.2014	国際調査報告の発送日 17.06.2014
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 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） 松本 泰典 電話番号 03-3581-1101 内線 3357 3V 3328