(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3656113号

(P3656113)

(45)発行日　平成17年6月8日(2005.6.8)　(24)登録日　平成17年3月18日(2005.3.18)

(51)Int.Cl.[7]		F I		
H02J	7/35	H02J	7/35	K
G05F	1/67	G05F	1/67	A
H01L	31/04	H01M	10/44	P
H01M	10/44	H01L	31/04	T

請求項の数 4　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願2000-214310(P2000-214310)
(22)出願日　平成12年7月14日(2000.7.14)
(65)公開番号　特開2002-34175(P2002-34175A)
(43)公開日　平成14年1月31日(2002.1.31)
審査請求日　平成14年5月10日(2002.5.10)

(73)特許権者　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号
(74)代理人　100099302
弁理士　笹岡　茂
(72)発明者　江口　吉雄
茨城県日立市幸町三丁目１番１号　株式会社日立製作所　原子力事業部内

審査官　古市　徹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】太陽光発電装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

太陽電池と、前記太陽電池と充放電手段を介して並列に接続された蓄電池と、前記太陽電池の出力電力を交流電力に変換し、他の交流電源と連系する電力変換器と、前記太陽電池の出力が増加する方向へ動作指令値を変化させる最大電力追従制御手段と、前記最大電力追従制御手段による動作指令値が一定値以下となった場合に前記太陽電池の電圧を一定値とするように制御する直流定電圧制御手段と、外部からの電力指令により前記電力変換器の制御を最大電力追従制御から外部電力指令制御に切替える外部電力指令制御手段を備えた太陽光発電装置であって、

前記直流定電圧制御手段により制御される一定電圧を前記蓄電池電圧より高く設定し、前記太陽電池の最大電力追従制御あるいは直流定電圧制御時には前記蓄電池の放電を阻止し、外部からの電力指令により前記外部電力指令制御手段を動作させて外部電力指令制御とした時には、前記蓄電池からの電力供給を行うことを特徴とする太陽光発電装置。

【請求項２】

請求項１において、前記蓄電池から電力供給を行わない場合には、前記太陽電池の最大電力追従制御または直流定電圧制御を行い、前記蓄電池から電力供給を行う場合には、前記外部からの電力指令にしたがって制御を行うことを特徴とする太陽光発電装置。

【請求項３】

請求項１または請求項２において、前記蓄電池に電流検出器を設け、前記最大電力追従制御時あるいは前記直流定電圧制御時に前記蓄電池の放電電流を検出したとき、前記最大

電力追従制御手段の動作指令値あるいは前記直流定電圧制御手段の電圧指令値を上昇させる補正手段を備えたことを特徴とする太陽光発電装置。

【請求項４】

請求項１または請求項２において、前記蓄電池に電圧検出器および直流－直流変換器を接続し、前記電圧検出器によって検出された蓄電池出力電圧を前記最大電力追従制御手段の動作指令値あるいは前記直流定電圧制御手段の電圧指令値より低くするように前記直流－直流変換器を制御する直流電圧調整手段を備えたことを特徴とする太陽光発電装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電力系統あるいは他の発電設備と連系運転を行う太陽光発電装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

太陽光発電システムとしては、太陽電池の直流電力を交流に変換し、既存の電力系統に連系して運転するシステムが実用化されている。この種システムの中には、災害時や系統事故時にも運転が可能なように、太陽電池に並列に蓄電池を設置したシステムがある。このようなシステムの構成例としては、例えば図２に示す特開平９－４６９２５号公報に記載のシステムがある。

図２において、太陽電池１は、電力変換器４に接続されるとともに、切替回路（スイッチ２ａ，２ｃ，２ｅ、整流器２ｂ、抵抗２ｄからなる）２を介して蓄電池３に接続されている。電力変換器４は、直流電力を交流電力に変換し、連系装置５Ａを介して系統８と連系運転を行い、一般負荷６に電力を供給している。負荷としては一般負荷６の他に連系装置５Ｂを介して自立運転負荷７が接続されている。自立運転負荷７は、通常時には一般負荷６と同様に系統８と電力変換器４の両方から電力供給を受けるが、系統事故などにより、系統８から電力供給が不可能な場合には蓄電池３を使用して電力供給が行われる。

上記の太陽光発電システムの運転方法は、系統８が正常な場合には切替回路２のスイッチ２ｃ、２ｅが開放されており、電力変換器４は太陽電池１からのみ電力供給をうけ、最大電力追従制御を行い、太陽電池１からの発電電力が最大となるように運転し、系統８へ電力供給を行っている。系統８が何らかの異常で停電した場合には、電力変換器４の運転を一旦停止し、切替回路２のスイッチ２ｅ、２ｃの順番に投入し、連系装置５Ａを開放、連系装置５Ｂを投入し、再度運転し、自立運転負荷７に太陽電池１と蓄電池３から電力を供給する。

ところで、このような蓄電池３を設置した自立運転機能付きのシステムでは、蓄電池３が使用されるのは、系統停電などの事態の時だけであり、その他の殆どの時は利用されず、蓄電池３の利用率が非常に低い。そのため、蓄電池３を有効利用することを目的に、蓄電池３の貯蔵電力の一部を一般負荷６の電力供給にも使用する利用方法が考えられている。この利用方法の一例として、負荷電力のピークカット運転があるが、これを図３を用いて説明する。

図２のシステムで系統８から受電している電力トレンドが図３（ａ）の受電電力ＰＬとする。図２では負荷に太陽電池１から電力供給を行っているため、受電電力は減少しているが、それでもＰＬのような電力を受電している状態とする。この時、電力制限値Ｐｄに受電電力ＰＬを抑制したいとすると、電力変換器４からさらに図３（ｂ）に示す電力を供給すれば良い。つまり、切替回路２で時刻ｔ１～ｔ２にわたって蓄電池３を太陽電池１に並列に接続し、図３（ｂ）のピークカット電力出力指令Ｐｃを電力変換器４に与えることによりに、ピークカット運転が可能となる。このような運転を行うことにより、蓄電池３の貯蔵電力の一部を有効利用しながら、非常時の自立運転も可能なシステムを達成することができる。

なお、ピークカット運転のために、蓄電池３から放電された電力は、太陽電池１が発電できない夜間に電力変換器４を整流器運転し、系統電力によって充電される。

【０００３】

【発明が解決しようとする課題】
上記の従来システムにおいては、先に説明したように、太陽電池１だけ接続された時には、太陽電池１から最大電力を取り出すために、最大電力追従制御を行う。しかし、蓄電池３を接続した場合には、蓄電池３の内部インピーダンスが非常に小さく、直流電圧は蓄電池３で決まってしまうので、最大電力制御を行うことができない。
したがって、従来システムではピークカット運転を行う場合には、一旦電力変換器４を停止し、切替回路２で蓄電池３を接続し、制御方式も切り替えた後に再度電力変換器４を立ち上げ、系統８に接続後、ピークカット運転を開始するなどの非常に煩わしい手段を採っていた。また、運転切替時には、切替回路２のスイッチを投入、開放するため、これらスイッチの寿命の問題もあった。

【０００４】
本発明の課題は、蓄電池が並列に接続された太陽光発電設備において、蓄電池併用運転と太陽電池のみの運転を煩雑な切替操作なしに運転可能な太陽光発電装置を提供することにある。

【０００５】
【課題を解決するための手段】
上記課題を解決するために、太陽電池と充放電手段を介して並列に接続された蓄電池と、太陽電池の出力電力を交流電力に変換し、他の交流電源と連系する電力変換器と、太陽電池の出力が増加する方向へ動作指令値を変化させる最大電力追従制御手段と、最大電力追従制御手段による動作指令値が一定値以下となった場合に太陽電池の電圧を一定値とするように制御する直流定電圧制御手段と、外部からの電力指令により電力変換器の制御を最大電力追従制御から外部電力指令制御に切替える外部電力指令制御手段を備えた太陽光発電装置であって、直流定電圧制御手段により制御される一定電圧を前記蓄電池電圧より高く設定し、太陽電池の最大電力追従制御あるいは直流定電圧制御時には蓄電池の放電を阻止し、外部からの電力指令により外部電力指令制御手段を動作させて外部電力指令制御とした時には、蓄電池からの電力供給を行う。
ここで、蓄電池から電力供給を行わない場合には、太陽電池の最大電力追従制御または直流定電圧制御を行い、蓄電池から電力供給を行う場合には、外部からの電力指令にしたがって制御を行う。
また、蓄電池に電流検出器を設け、最大電力追従制御時あるいは直流定電圧制御時に蓄電池の放電電流を検出したとき、最大電力追従制御手段の動作指令値あるいは直流定電圧制御手段の電圧指令値を上昇させる補正手段を備える。
また、蓄電池に電圧検出器および直流－直流変換器を接続し、電圧検出器によって検出された蓄電池出力電圧を最大電力追従制御手段の動作指令値あるいは直流定電圧制御手段の電圧指令値より低くするように前記直流－直流変換器を制御する直流電圧調整手段を備える。

【０００６】
【発明の実施の形態】
以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。
図１は、本発明の太陽光発電装置である第一の実施形態を示す。図２で説明した従来技術と同一番号の構成は図２と同一の機能を有する。
図１において、太陽電池１は、充電ブロック回路３０を介して蓄電池３と並列に接続され、電力変換器４に電力を供給する。充電ブロック回路３０内のスイッチ３０Ｓは通常開放され、後で説明する蓄電池３の充電時の時のみ接続される。
ここで、太陽電池１は、以下で説明する直流定電圧設定回路２２によって指示される電圧以上で制御されるが、直流定電圧設定回路２２の指令値は蓄電池３の電圧より高く設定されている。このため、太陽電池１の方が蓄電池電圧より高いので、充電ブロック回路３０内のダイオード３０ｄは逆方向にバイアスされ、蓄電池３からの電力放電はない。したがって、電力変換器４への電力の入力は太陽電池１の出力だけとなる。太陽電池１の出力は電力変換器４で交流に変換され、連系スイッチ５を介して電力系統８に接続され、一般

負荷６に電力が供給される。
一方、太陽電池１で発電された電圧、電流は電流検出器９、電圧検出器１０を介して電力検出回路２０に送られ、太陽電池１の出力電力が演算される。電力検出回路２０の出力は、最大電力追従回路２１に送られ、ここで太陽電池１の最大電力が得られる直流電圧指令が出力される。
最大電力追従制御は、日射強度が強いときには太陽電池１の直流電圧を変えることにより、有効に電力を取り出すことができるが、日射強度が弱いときには直流定電圧で太陽電池１を制御しても効果は変わらなくなる。
【０００７】
図４は、上記の理由を説明するための太陽電池特性図であり、太陽電池の出力特性について、日射強度をＩ１＞Ｉ２＞Ｉ３の３ケースとした場合の太陽電池の電圧－電流特性Ｌ１～Ｌ３およびで電圧－電力特性Ｐ１～Ｐ３を示したものである。この特性図から分かるように、太陽電池の最大電力は、日射強度Ｉ１が十分にある場合には直流電圧を制御することにより、大きく変化するが、日射強度Ｉ３が小さくなると、最大電力を得る直流電圧が低下するとともにピークが平坦となり、直流電圧によって電力は大きく変化しない特性となる。ある日射強度以下の場合には、直流電圧一定制御しても効果は殆ど変わらなくなる。そのため、最大電力追従制御の結果、直流電圧が一定値以下になった場合には、その電圧で直流定電圧制御を行うことが多い。
このため、図１では最大電力追従運転から直流定電圧制御の移行電圧値Ｖｄを直流定電圧設定回路２２によって設定しておく。
【０００８】
高電圧選定回路２３は、最大電力追従回路２１の出力値と定電圧設定回路２２の出力とを比較し、どちらか高い方の電圧を優先的に選択する回路であり、日射強度が強い状態では最大電力追従回路２１の方が大きいので、こちらを選択するが、夕暮れ時や天候が悪く出力がでない場合などは、最大電力追従回路２１の出力が定電圧設定回路２２の出力以下になり、定電圧設定回路２２の出力を選択する。以上により、通常運転制御は、太陽電池１の最大電力追従制御となるため、高電圧選定回路２３は最大電力追従回路２１の信号を選択し、直流電圧制御回路２４に信号を送る。直流電圧制御回路２４の出力信号２４ａは、切替器２６に送られる。切替器２６は、外部電力指令回路２５の電力指令２５ａと、直流電圧制御回路２４の出力を切り替え選択し、通常運転時は直流電圧制御回路２４の出力信号２４ａが選択される。直流制御回路２４の出力信号２４ａは電流制御回路２７に入力され、また、電流検出器１１によって検出された電力変換器４の出力電流を電流制御回路２７に入力し、ゲート回路２８を介して電流制御回路２７の出力によって電力変換器４を制御し、太陽電池１の直流電圧を最大電力値となるように運転を行う。このように、外部からの電力指令２５ａがない状態では、従来と同様太陽電池１の最大電力追従制御が実施される。
【０００９】
さて、上記の運転中に、図３（ｂ）に示すように、時刻ｔ１～ｔ２にかけて負荷のピークカット運転を行う場合には、外部電力指令回路２５から図３（ｂ）に示すピークカット電力出力指令Ｐｃを出力しておき、タイマー回路２９により切替器２６を外部電力指令回路２５の電力指令２５ａを選択するように切り替える。このように制御指令が外部からの電力指令２５ａに切り替わると、電力変換器４の制御は今まで述べてきた最大電力追従制御から、外部電力指令による電力指令に切り替わる。つまり、太陽電池１の直流電圧制御が開放され、電力変換器４の出力が外部電力指令回路２５の電力指令２５ａと一致するように動作する電力制御となる。
一方、外部電力指令回路２５の指令値は現状の出力にさらにＰｃ分の電力を出力する指令となるので、太陽電池１の最大電力値よりも大きい値となり、太陽電池はこの電力を負担できない。このため、太陽電池１の出力電圧は低下し、蓄電池電圧Ｖｂの値まで低下し、蓄電池３から不足電力を供給するように動作する。
つまり、図５に示すように、ＶｍａｘのＡ点で太陽電池１が運転していたときに、タイ

マー回路２９から切替指令が出力され、切替器２６が外部電力指令回路２５を選択すると、図３（ｂ）の電力指令Ｐｃが出力され、この電力指令Ｐｃは太陽電池１の最大電力値以上のため、直流電流が増大し、太陽電池１はＶｍａｘ電圧を維持できなく、電圧－電流特性にしたがって電圧が低下する。太陽電池電圧が蓄電池電圧ＶｂのＢ点まで低下すると、今まで通電が阻止されていた充電ブロック回路３０のダイオード３０ｄが導通し、蓄電池３からの電力供給が開始される。蓄電池３は、内部インピーダンスが低いため、外部電力指令回路２５の指令値の電力を十分供給可能なため、直流電圧は蓄電池電圧Ｖｂに維持され、電力供給と見合う電流のＣ点で運転を行うことになる。したがって、ピークカット運転時間内のｔ１～ｔ２までの時間帯は、外部電力指令回路２５の指令値の電力が電力変換器４から出力される。

ピークカット運転が終了する時刻ｔ２に達すると、タイマー回路２９は切替器２６の選択を直流制御回路２４の出力側に切り替える。この時、切り替える前の直流電圧は蓄電池電圧Ｖｂとなっており、直流定電圧設定回路２２の設定値Ｖｄよりも低い値となっている。高電圧選択回路２３では直流定電圧設定回路２２の指令値Ｖｄか最大電力追従回路２１の出力のどちらか高い方値を選択するが、蓄電池電圧Ｖｂは何れの電圧よりも低くなるように構成されているので、この電圧で運転されると、充電ブロック回路３０のダイオード３０ｄは再び逆方向にバイアスされ、導通が阻止される。このため、蓄電池３からの電力供給はなくなり、太陽電池１からのみの電力供給に自動的に戻ることになる。したがって、以後太陽電池１の最大電力追従制御が再び可能となる。

【００１０】

以上で説明したように、本実施形態では、直流定電圧設定回路２２の設定電圧Ｖｄを蓄電池３の電圧Ｖｂより高い値になるように設定し、また、蓄電池３と直列に充電ブロック回路３０を設けることにより、煩雑な切替操作をなくして自動的に太陽電池１の最大電力追従制御およびピークカット運転が可能となる。

なお、充電ブロック回路３０のスイッチ３０Ｓは常時は開放されており、夜太陽電池が発電できなくなる時間帯に投入し、電力変換器４によって系統８の電力を使用して日中に放電した電力を充電する。充電を完了した時点でスイッチ３０Ｓは再び開放される。

【００１１】

図６は、本発明の第二の実施形態を示す。図１の第一の実施形態と異なる点は、蓄電池３に電流検出器４０を設置し、最大電力追従回路２１および直流定電圧設定回路２２にそれぞれ電圧補正回路４１、４２を接続することにある。

蓄電池３の電流検出器４０は蓄電池３の放電電流を監視し、太陽電池１の最大電力追従運転時、あるいは、直流定電圧運転時に電流検出器４０によって蓄電池３の放電電流が検出された場合には、電圧補正回路４１、４２により電圧指令値を上昇させ、電流検出器４０の電流が検出されなくなるまで電圧の設定値の補正を自動的に行う。

これにより、太陽電池１の最大電力追従運転あるいは直流定電圧運転を有効に行うことができ、太陽電池１の電力利用率を向上させることができる。

【００１２】

図７は、本発明の第三の実施形態を示す。図１の第一の実施形態と異なる点は、蓄電池３に電流検出器４０および直流－直流変換器５０を接続し、この直流－直流変換器５０と直流定電圧設定回路２２の間に直流電圧調整回路５２および電圧バイアス設定回路５３を設けることにある。

電圧バイアス設定回路５３は、直流定電圧設定回路２２の設定電圧に対してある一定値分だけ常に低い電圧を出力する。直流電圧調整回路５２は、電圧バイアス設定回路５３の信号を指令値とし、電圧検出器５１によって検出された蓄電池出力電圧が電圧バイアス設定回路５３の出力と同じくなるように直流－直流変換器５０を制御する。

直流－直流変換器５０は、蓄電池３の電圧を可変し、直流定電圧設定回路２２の設定電圧より低い電圧に蓄電池出力電圧を制御する。

これにより、蓄電池３の電圧が太陽電池運転電圧よりも高くとも、直流－直流変換器５０によって蓄電池３の出力電圧を直流定電圧設定回路２２の設定電圧より低くすることが

でき、図１と同じ効果が得られる。

【００１３】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、太陽電池だけを使用した最大電力追従運転から蓄電池の貯蔵電力を使用した運転への切替あるいはその反対の切替操作も煩雑な操作を行うことなく、自動的に切り替えることが可能となる。

また、蓄電池の電圧を太陽電池の直流定電圧より小さい値とするように設定するので、太陽電池だけからの電力供給モードでも蓄電池からの電力供給モードにおいても、電力変換器停止操作、切替操作の煩わしさがを伴わず、運転が可能となり、また、太陽電池の電力利用率を上げることができる。

また、電力供給モードの運転切替時に用いる切替用のスイッチの省設備化により、メンテナンスが容易になり、低コスト化を図ることができる。

また、太陽電池の最大電力追従運転時あるいは直流定電圧運転時に蓄電池の放電電流が検出された場合には、蓄電池の出力電圧より直流回路の電圧指令値を上昇させるように自動的に補正するので、太陽電池の最大電力追従運転あるいは直流定電圧運転を有効に行うことができ、太陽電池の電力利用率を向上させることができる。

また、太陽電池の最大電力追従運転時あるいは直流定電圧運転時に蓄電池の放電電流が検出された場合には、蓄電池の出力電圧を直流定電圧制御の設定電圧より低くするので、太陽電池の最大電力追従運転あるいは直流定電圧運転を有効に行うことができ、太陽電池の電力利用率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の太陽光発電装置である第一の実施形態を示す構成図

【図２】従来例による太陽光発電システム

【図３】ピークカット電力を説明する図

【図４】太陽電池の出力特性を説明する図

【図５】本発明の第一の実施形態の太陽電池の動作を説明する図

【図６】本発明の第二の実施形態を示す構成図

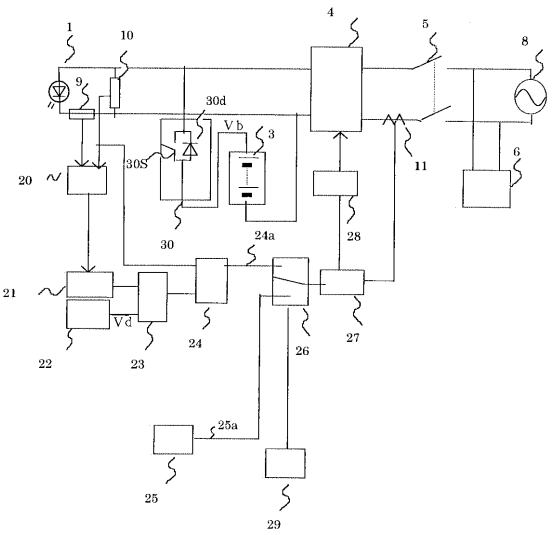
【図７】本発明の第三の実施形態を示す構成図

【符号の説明】

１…太陽電池、２…切替装置、３…蓄電池、４…電力変換器、５，５Ａ，５Ｂ…連系装置、６…一般負荷、７…自立運転負荷、８…系統、９…電流検出器、１０…電圧検出器、１１…電流検出器、２０…電力検出器、２１…最大電力追従回路、２２…直流定電圧設定回路、２３…高電圧選定回路、２４…直流電圧制御回路、２５…外部電力指令回路、２６…切替器、２７…定電流制御回路、２８…ゲート回路、２９…タイマー回路、３０…充電ブロック回路、４０…電流検出回路、４１…電圧補正回路、４２…電圧補正回路、５０…電圧－電圧変換器、５１…電圧検出器、５２…直流電圧調整回路、５３…電圧バイアス設定回路

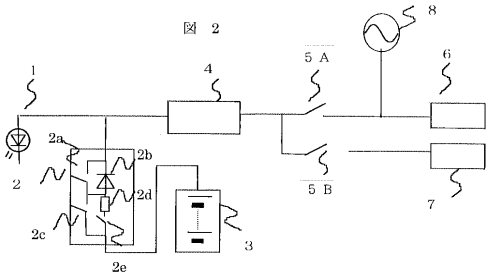
【図１】

図１



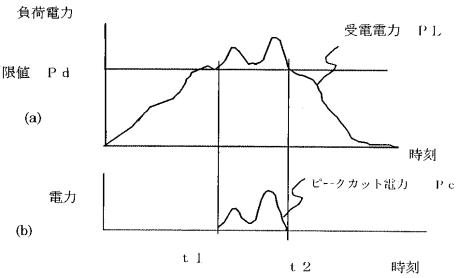
【図２】

図２



【図３】

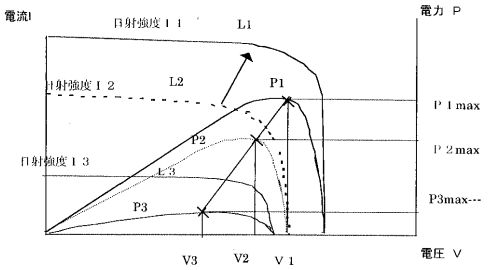
図３



負荷電力とピークカット電力の関係

【図４】

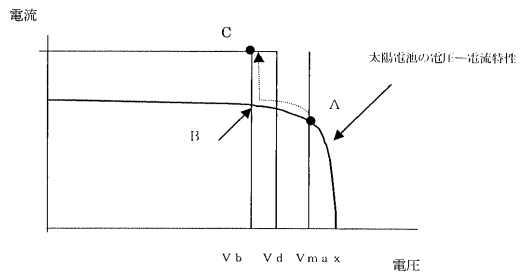
図４



太陽電池特性

【図５】

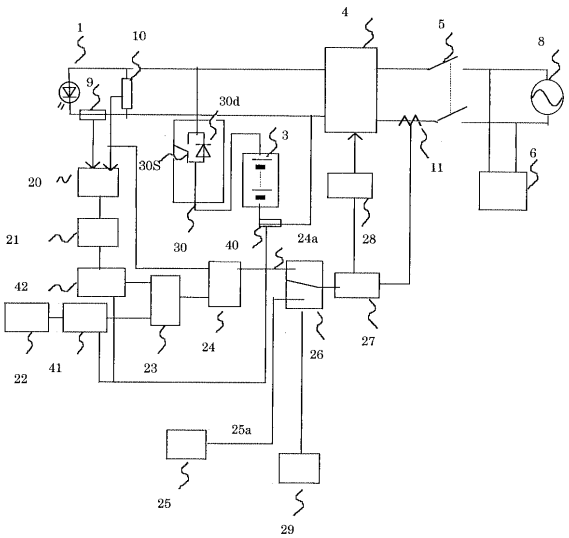
図５



太陽電池特性と蓄電池電圧の関係

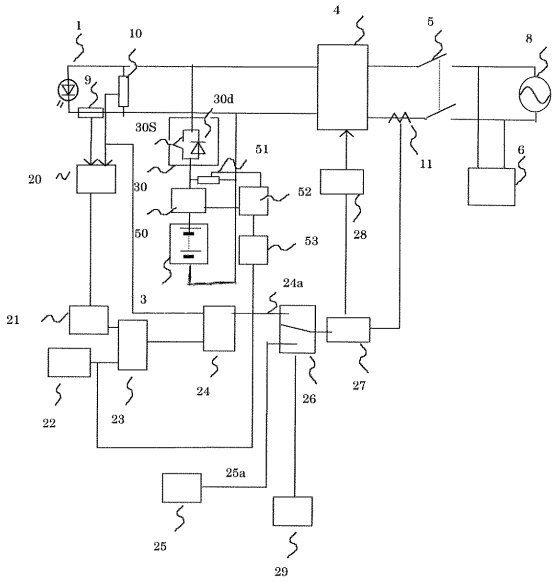
【図６】

図６



【図７】

図 7


1
10
4
5
8
9
30d
30S
51
20
30
52
6
11
50
53
28
24a
21
3
22
23
24
26
27
25a
25
29

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０６－２６６４５８（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－０３１５２５（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１８４３３１（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－１９７７５１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)

H02J 7/00 - 7/12
H02J 7/34 - 7/36
G05F 1/67
H01L 31/04
H01M 10/44