(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6388528号
(P6388528)
(45)発行日　平成30年9月12日(2018.9.12)　(24)登録日　平成30年8月24日(2018.8.24)

(51)Int.Cl.　　F I
H02H 3/16 (2006.01)　　H02H 3/16 B
H02J 3/38 (2006.01)　　H02J 3/38 １３０

請求項の数 4　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願2014-235462(P2014-235462)
(22)出願日　平成26年11月20日(2014.11.20)
(65)公開番号　特開2016-100962(P2016-100962A)
(43)公開日　平成28年5月30日(2016.5.30)
審査請求日　平成29年8月21日(2017.8.21)

(73)特許権者　000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号
(74)代理人　100089118
弁理士　酒井　宏明
(72)発明者　田鳥　大介
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　田中　清俊
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内

審査官　古河　雅輝

最終頁に続く

(54)【発明の名称】地絡検出装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
太陽光発電システムの地絡電流を検出する電流検出部での検出結果に基づいて、前記太陽光発電システムでの地絡の有無を判定する地絡検出回路と、
連系運転のときと自立運転のときで、前記地絡検出回路における地絡の判定基準を変更する制御を行う制御部と、
を備え、
前記地絡検出回路は、前記自立運転のときには、前記連系運転のときよりも、前記地絡電流に対して地絡を判定する際の検出感度を高く設定する、
ことを特徴とする地絡検出装置。
【請求項２】
太陽光発電システムの地絡電流を検出する電流検出部での検出結果に基づいて、前記太陽光発電システムでの地絡の有無を判定する地絡検出回路と、
自立運転のときは、地絡電流を交流成分および直流成分に分離し、前記交流成分から求めた実効値に重み付けをした値および前記直流成分から求めた平均値を用いて地絡の判定を行う制御部と、
を備えることを特徴とする地絡検出装置。
【請求項３】
前記太陽光発電システムの運転モードについてユーザによる連系運転または前記自立運転の選択を受け付ける選択部をさらに備え、

前記制御部は、前記選択部からの通知により、前記太陽光発電システムの運転モードを前記連系運転または前記自立運転に切替える
ことを特徴とする請求項１または２に記載の地絡検出装置。
【請求項４】
前記制御部は、交流系統が通電時には前記太陽光発電システムの運転モードを連系運転に、前記交流系統が停電時には前記太陽光発電システムの運転モードを前記自立運転に切替える
ことを特徴とする請求項１または２に記載の地絡検出装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、太陽光発電システムで発生した地絡を検出する地絡検出装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、太陽光発電システムは、下記特許文献１に記載されているように、連系運転または自立運転を切り替えて運転を行っている。また、太陽光発電システムには、下記特許文献２に記載されているように、連系運転時の太陽電池の地絡を検出する地絡検出回路を備えるものがある。地絡検出回路で地絡を検出した場合、太陽光発電システムでは、動作を停止することで安全な運転が可能となる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２０１０－２５９１７０号公報
【特許文献２】特開平９－１８２４４９号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかしながら、上記従来の技術によれば、地絡検出できるのは連系運転時であり、自立運転時には地絡検出できない、という問題があった。
【０００５】
本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、自立運転時に地絡を検出可能な地絡検出装置を得ることを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、太陽光発電システムの地絡電流を検出する電流検出部での検出結果に基づいて、前記太陽光発電システムでの地絡の有無を判定する地絡検出回路と、連系運転のときと自立運転のときで、前記地絡検出回路における地絡の判定基準を変更する制御を行う制御部と、を備える。前記地絡検出回路は、前記自立運転のときには、前記連系運転のときよりも、前記地絡電流に対して地絡を判定する際の検出感度を高く設定する、ことを特徴とする。
【発明の効果】
【０００７】
本発明によれば、自立運転時に地絡を検出できる、という効果を奏する。
【図面の簡単な説明】
【０００８】
【図１】実施の形態１にかかる地絡検出装置を備える太陽光発電システムの構成例を示す図
【図２】実施の形態１において連系運転時に地絡が発生したときの太陽光発電システムの状態を示す図
【図３】実施の形態１において連系運転時に地絡が発生したときの零相変流器で検出され

た地絡電流を示す図
【図４】実施の形態１において自立運転時に地絡が発生したときの太陽光発電システムの状態を示す図
【図５】実施の形態１において自立運転時に地絡が発生したときの零相変流器で検出された地絡電流を示す図
【発明を実施するための形態】
【０００９】
以下に、本発明の実施の形態にかかる地絡検出装置を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。
【００１０】
実施の形態１.
図１は、本発明の実施の形態１にかかる地絡検出装置を備える太陽光発電システム１００の構成例を示す図である。
【００１１】
太陽光発電システム１００は、太陽光発電を行って直流電力を出力する太陽電池１と、太陽電池１とパワーコンディショナ８とを接続する接続箱２と、太陽光発電システム１００で発生した地絡による地絡電流を検出する電流検出部である零相変流器（ＺＣＴ：Zero-phase Current Transformer）３と、太陽電池１からの直流電力の電圧を昇圧するコンバータ４と、コンバータ４によって昇圧された直流電力を交流電力に変換するインバータ５と、パワーコンディショナ８と交流系統９との間の接続をオンまたオフする連系リレー６と、パワーコンディショナ８と自立負荷１０との間の接続をオンまたオフする自立リレー７と、パワーコンディショナ８へ交流電力を供給し、またパワーコンディショナ８から交流電力の供給を受けることが可能な交流系統９と、パワーコンディショナ８から交流電力の供給を受けて動作する自立負荷１０と、パワーコンディショナ８の動作を制御する制御回路１１と、を備える。
【００１２】
図１に示す太陽光発電システム１００において、零相変流器３、コンバータ４、インバータ５、連系リレー６、および自立リレー７で、パワーコンディショナ８を構成する。図１では、連系リレー６および自立リレー７がともに開いた状態であるオフになっているが、連系運転時、連系リレー６はオンで自立リレー７はオフとなり、自立運転時、連系リレー６はオフで自立リレー７はオンとなる。なお、零相変流器３については、太陽光発電システム１００で発生した地絡による地絡電流の変動を検出できるものであれば他の構成を用いてもよい。また、図１において、交流系統９とパワーコンディショナ８との間の中性線は接地点Ａで接地されているものとする。
【００１３】
地絡検出装置を含む制御回路１１は、零相変流器３で検出された地絡電流に基づいて太陽光発電システム１００での地絡の有無を判定する地絡検出回路１２と、パワーコンディショナ８の動作を制御し、また、地絡検出回路１２における地絡の判定基準を変更する制御を行う制御部１３と、太陽光発電システム１００の運転状態、地絡の発生などを表示する表示部１４と、太陽光発電システム１００の運転モードについて、ユーザによる連系運転または自立運転の選択を受け付ける選択部であるスイッチ１５と、を備える。
【００１４】
具体的に、制御部１３は、コンバータ４、インバータ５、連系リレー６、自立リレー７の動作を制御して、パワーコンディショナ８の動作を制御する。また、制御部１３は、スイッチ１５で選択された運転モードに基づいて、連系運転時と自立運転時で、地絡検出回路１２における地絡の判定基準を変更する制御を行う。
【００１５】
つづいて、地絡検出装置において、太陽光発電システム１００で発生する地絡を検出する動作について説明する。
【００１６】

まず、連系運転時で地絡が発生した場合について説明する。太陽光発電システム１００の運転モードが連系運転の場合、最初に、ユーザがスイッチ１５で連系運転を選択している。制御部１３では、スイッチ１５から連系運転が選択された旨の通知を受け、パワーコンディショナ８を連系運転で動作するように制御する。

【００１７】

図２は、実施の形態１において連系運転時に地絡が発生したときの太陽光発電システム１００の状態を示す図である。図２において、図１との違いは、連系リレー６がオンしており、また、連系運転時には不要なことから自立負荷１０の記載を省略している。また、太陽電池１と接続箱２との間で地絡が発生している状態を示す。太陽電池１と接続箱２との間の地絡箇所を地絡点Ｂとする。

【００１８】

また、図３は、実施の形態１において連系運転時に地絡が発生したときの零相変流器３で検出された地絡電流Ｉｒを示す図である。

【００１９】

図２に示すように、太陽電池１と接続箱２との間で地絡が発生した場合、地絡点Ｂ→接地点Ａ→交流系統９→連系リレー６→インバータ５→コンバータ４→零相変流器３→接続箱２→地絡点Ｂという電流ループが発生する。この電流ループによって、零相変流器３において、図３に示す地絡電流Ｉｒが検出される。

【００２０】

地絡検出回路１２には、零相変流器３から、零相変流器３で検出された図３に示す地絡電流Ｉｒの情報が入力される。地絡検出回路１２は、制御部１３からの制御により、連系運転時では地絡電流Ｉｒの検出感度を自立運転時よりも低く設定する。検出感度とは、測定において検出可能な最も小さな電流の変化量である。地絡検出回路１２では、設定された検出感度を超える電流変化を検出することができる。ここでは一例として、連系運転時の地絡電流Ｉｒの検出感度を３０ｍＡ以上１００ｍＡ以下の範囲で設定する。

【００２１】

地絡検出回路１２は、制御部１３からの制御により設定された検出感度で、太陽光発電システム１００で地絡が発生しているかどうかを判定する。地絡検出回路１２は、太陽光発電システム１００で地絡が発生していると判定した場合、制御部１３へ地絡の発生を通知する。そして、制御部１３は、地絡検出回路１２から地絡発生を通知された場合、連系リレー６をオフし、パワーコンディショナ８の動作を停止する制御を行う。

【００２２】

つぎに、自立運転時で地絡が発生した場合について説明する。太陽光発電システム１００の運転モードが自立運転の場合、最初に、ユーザがスイッチ１５で自立運転を選択している。制御部１３では、スイッチ１５から自立運転が選択された旨の通知を受け、パワーコンディショナ８を自立運転で動作するように制御する。

【００２３】

図４は、実施の形態１において自立運転時に地絡が発生したときの太陽光発電システム１００の状態を示す図である。図４において、図１との違いは、自立リレー７がオンしている。また、太陽電池１と接続箱２との間で地絡が発生し、さらに、パワーコンディショナ８の外部の自立負荷１０で地絡が発生している状態を示す。太陽電池１と接続箱２との間の地絡箇所を地絡点Ｂとする。また、自立負荷１０の地絡箇所を地絡点Ｃとする。ここでは、自立負荷１０で地絡した場合について説明するが、地絡箇所は自立負荷１０とパワーコンディショナ８の間の配線部分でもよい。

【００２４】

また、図５は、実施の形態１において自立運転時に地絡が発生したときの零相変流器３で検出された地絡電流Ｉｒを示す図である。図５において、ＩｒＤＣは地絡電流Ｉｒの直流成分、ＩｒＡＣは地絡電流Ｉｒの交流成分を示す。

【００２５】

図４に示すように、太陽電池１と接続箱２との間で地絡が発生し、さらに、自立負荷１

０の側でも地絡が発生した場合、地絡点Ｂ→地絡点Ｃ→自立負荷１０→自立リレー７→インバータ５→コンバータ４→零相変流器３→接続箱２→地絡点Ｂという電流ループが発生する。この電流ループによって、零相変流器３において、図５に示す地絡電流Ｉｒが検出される。

【００２６】

地絡検出回路１２には、零相変流器３から、零相変流器３で検出された図５に示す地絡電流Ｉｒの情報が入力される。地絡検出回路１２は、制御部１３からの制御により、自立運転時では地絡電流Ｉｒの検出感度を連系運転時よりも高く設定する。ここでは一例として、自立運転時の地絡電流Ｉｒの検出感度を３０ｍＡ未満で設定する。

【００２７】

地絡検出回路１２は、制御部１３からの制御により設定された検出感度で、太陽光発電システム１００で地絡が発生しているかどうかを判定する。地絡検出回路１２は、太陽光発電システム１００で地絡が発生していると判定した場合、制御部１３へ地絡の発生を通知する。そして、制御部１３は、地絡検出回路１２から地絡発生を通知された場合、自立リレー７をオフし、パワーコンディショナ８の動作を停止する制御を行う。

【００２８】

制御部１３は、連系運転時と自立運転時で、地絡検出回路１２における地絡の判定基準、ここでは地絡電流Ｉｒの検出感度を変更する制御を行う。自立運転時に地絡が検出された場合、図５に示すように、直流成分ＩｒＤＣと交流成分ＩｒＡＣが含まれる地絡電流Ｉｒが流れることになる。一般的に、交流成分ＩｒＡＣの方が、直流成分ＩｒＤＣよりも人体に及ぼす影響が大きいため、自立運転時の検出感度を連系運転時と同様に低く設定すると、人体に対する保護が不十分となる。一方で、連系運転時も自立運転時と同様に検出感度を高く設定すると、交流系統９側の瞬時停電などの電圧変動の影響により、連系運転時では誤検出のおそれがある。

【００２９】

そのため、制御部１３では、地絡検出回路１２における地絡電流Ｉｒの判定基準について、連系運転時は３０ｍＡ以上１００ｍＡ以下の範囲で検出感度を設定し、自立運転時は３０ｍＡ未満で検出感度を設定し、自立運転時の検出感度を連系運転時の検出感度よりも高く設定する。地絡検出回路１２では、例えば、地絡電流Ｉｒが５０ｍＡであった場合、連系運転時の検出感度が１００ｍＡのときは地絡していないと判定し、自立運転時は地絡していると判定する。これにより、制御部１３では、自立運転時は、連系運転時の検出感度よりも小さな電流であっても地絡と判定することが可能となる。

【００３０】

以上説明したように、本実施の形態によれば、制御部１３は、自立運転のときと連系運転のときで、太陽光発電システム１００で発生した地絡電流Ｉｒの地絡検出回路１２での地絡の判定基準を変更する。具体的に、制御部１３は、スイッチ１５でユーザから自立運転を選択した場合、地絡検出回路１２に対して、自立運転のときの地絡電流Ｉｒの検出感度を連系運転のときよりも高く設定することとした。これにより、太陽光発電システム１００の自立運転時に地絡が発生し、直流成分ＩｒＤＣと交流成分ＩｒＡＣが含まれる地絡電流Ｉｒが発生した場合でも、地絡検出回路１２は適切に地絡の判定を行うことができ、太陽光発電システム１００およびユーザを保護することができる。

【００３１】

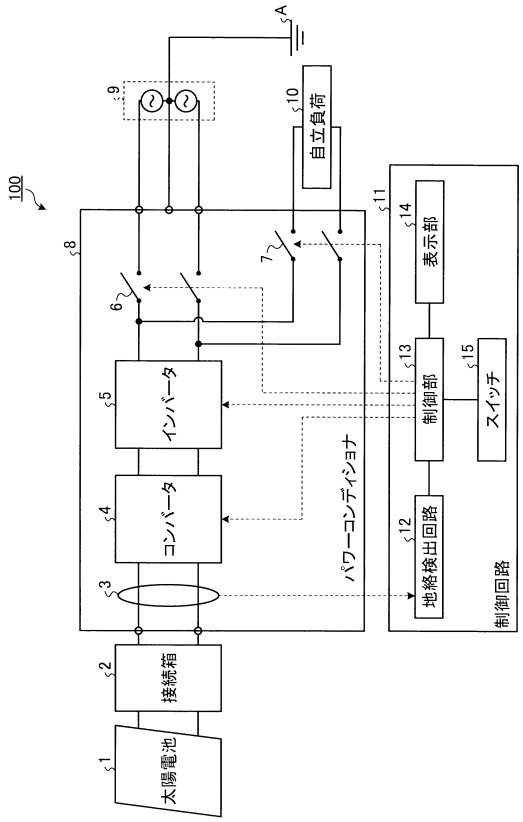
なお、本実施の形態では、連系運転時の検出感度の範囲を、自立運転時の検出感度の範囲に隣接しつつ重ならいようにしているが、一例であり、これに限定するものではない。

【００３２】

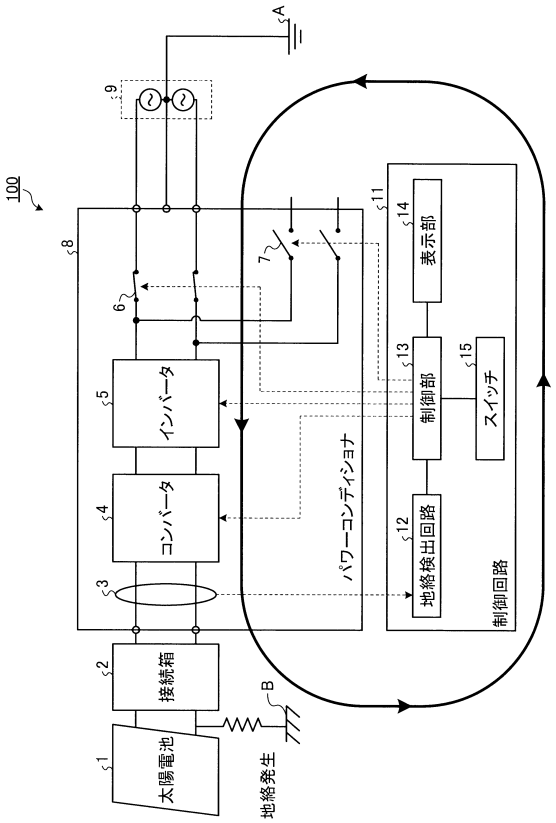
また、本実施の形態では、制御部１３が、スイッチ１５からユーザが選択した運転モードの情報を受け、地絡検出回路１２の検出感度を設定していたが、これに限定するものではない。スイッチ１５が、ユーザが選択した運転モードの情報を制御部１３とともに地絡検出回路１２へ通知し、地絡検出回路１２が、直接スイッチ１５からユーザが選択した運転モードの情報を受け、検出感度を設定してもよい。

【００３３】
実施の形態２．
　実施の形態１では、連系運転時と自立運転時の地絡の判定基準を変更し、自立運転時の地絡電流Ｉｒの検出感度を高くした。本実施の形態２では、自立運転時の地絡の判定において、直流成分ＩｒＤＣよりも交流成分ＩｒＡＣに重み付けをした検出用地絡電流Ｉｒｓを用いる方法について説明する。
【００３４】
　地絡検出回路１２では、連系運転時と自立運転時で検出感度を一定とし、自立運転時において、検出された地絡電流Ｉｒを交流成分ＩｒＡＣと直流成分ＩｒＤＣに分離する。地絡検出回路１２は、直流成分ＩｒＤＣの平均値と、交流成分ＩｒＡＣの実効値を求めたうえで交流成分ＩｒＡＣの実効値に係数Ｋを乗じた値と、を用いて下記の式（１）により検出用地絡電流Ｉｒｓを算出する。地絡検出回路１２では、一例として、Ｋ＝１．６７とした場合、検出用地絡電流Ｉｒｓが、例えば、実施の形態１で用いた自立運転時の判定値である３０ｍＡ×１．６７　５０ｍＡ以上となった場合、地絡が発生したと判定する。
【００３５】
　　Ｉｒｓ＝ＩｒＤＣの平均値＋ＩｒＡＣの実効値×Ｋ　…（１）
【００３６】
　太陽光発電システム１００で地絡が発生していると判定した場合、実施の形態１と同様、地絡検出回路１２は、制御部１３へ地絡の発生を通知する。そして、制御部１３は、地絡検出回路１２から地絡発生を通知された場合、自立リレー７をオフし、パワーコンディショナ８の動作を停止する制御を行う。
【００３７】
　以上説明したように、本実施の形態によれば、地絡検出回路１２は、太陽光発電システム１００の自立運転時、検出された地絡電流Ｉｒを交流成分ＩｒＡＣおよび直流成分ＩｒＤＣに分離し、直流成分ＩｒＤＣから求めた平均値および交流成分ＩｒＡＣから求めた実効値に重み付けをした値を用いて地絡の判定を行うこととした。これにより、地絡検出回路１２では、交流成分ＩｒＡＣから求めた実効値に重み付けをしない場合と比較して、自立運転時に地絡の判定をし易くすることで、実施の形態１と同様、太陽光発電システム１００およびユーザを適切に保護することができる。
　なお、以上の実施の形態１，２では、連系運転または、自立運転の選択を選択部であるスイッチ１５によるものとして説明したが、この選択を例えば、制御部１３において、交流系統９が通電しているときは連系運転に、交流系統９が停電しているときは自立運転が選択されることにより実施しても同様の効果を奏する。
【００３８】
　以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。
【符号の説明】
【００３９】
　１　太陽電池、２　接続箱、３　零相変流器、４　コンバータ、５　インバータ、６　連系リレー、７　自立リレー、８　パワーコンディショナ、９　交流系統、１０　自立負荷、１１　制御回路、１２　地絡検出回路、１３　制御部、１４　表示部、１５　スイッチ、１００　太陽光発電システム。

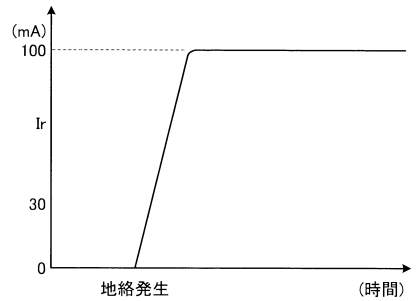
【図１】


100
A
9
10
自立負荷
11
14
表示部
8
7
6
13
15
5
インバータ
制御部
スイッチ
4
コンバータ
パワーコンディショナ
12
地絡検出回路
3
制御回路
2
接続箱
1
太陽電池

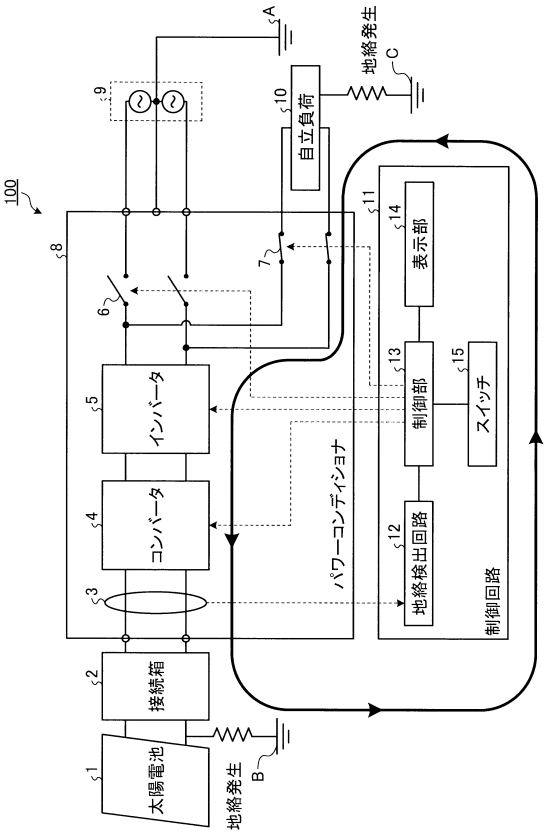
【図２】


100
A
9
11
14
表示部
8
7
6
13
15
5
インバータ
制御部
スイッチ
4
コンバータ
パワーコンディショナ
12
地絡検出回路
3
制御回路
2
接続箱
B
1
太陽電池
地絡発生

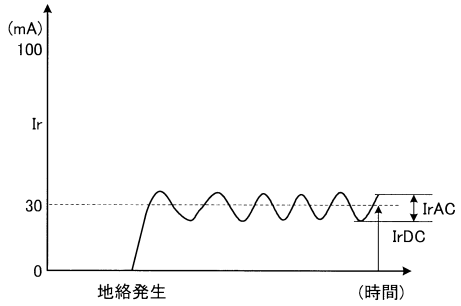
【図３】


(mA)
100
Ir
30
0
地絡発生
(時間)

【図４】


A
地絡発生
C
9
10
自立負荷
100
11
14
表示部
8
7
6
13
15
5
インバータ
制御部
スイッチ
4
コンバータ
パワーコンディショナ
12
地絡検出回路
3
制御回路
2
接続箱
B
1
太陽電池
地絡発生

【図５】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００１－１６９５６１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－２２９９６０（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１３／０６１８２６（WO，Ａ１）
特開２０１０－２５９１７０（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－２３３０４５（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－２６０９７４（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－２１８３２０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０２Ｈ　３／０８－　３／２５３
Ｈ０２Ｈ　３／３２－　３／５２
Ｈ０２Ｈ　７／２２－　７／３０
Ｈ０２Ｊ　３／００－　５／００
Ｈ０２Ｍ　７／４２－　７／９８