

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-55603

(P2004-55603A)

(43) 公開日 平成16年2月19日(2004.2.19)

(51) Int.Cl.⁷H01L 31/042
H01L 31/04
H02M 3/155

F 1

H01L 31/04
H02M 3/155
H01L 31/04

テーマコード(参考)

5 F 0 5 1
5 H 7 3 0
K

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号

特願2002-207192(P2002-207192)

(22) 出願日

平成14年7月16日(2002.7.16)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100076428

弁理士 大塚 康徳

(74) 代理人 100112508

弁理士 高柳 司郎

(74) 代理人 100115071

弁理士 大塚 康弘

(74) 代理人 100116894

弁理士 木村 秀二

(72) 発明者 近藤 博志

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内

最終頁に続く

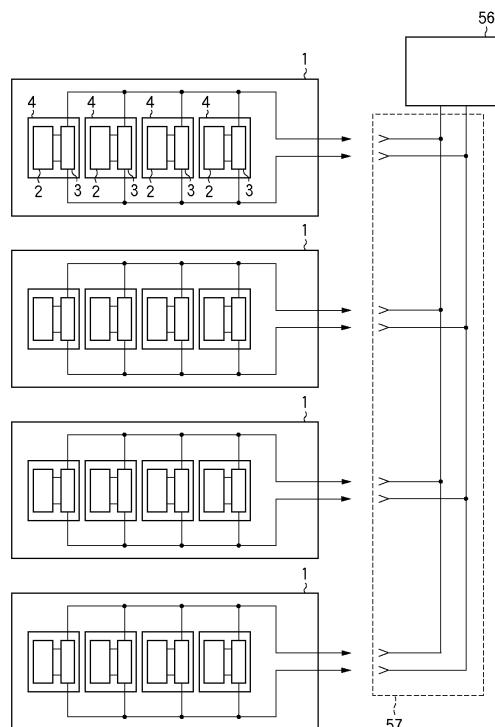
(54) 【発明の名称】太陽電池モジュール、太陽電池アレイ、及び太陽光発電システム

(57) 【要約】

【課題】太陽電池モジュールの耐久性及び信頼性を向上し、かつコストを低減する。

【解決手段】太陽電池モジュール1は、1枚の太陽電池セル2と太陽電池セル2毎に取り付けられたDC/DCコンバータ3からなる単セルコンバータ4を複数並列接続して構成される。そして、その電気出力は接続箱5/7で集められて連系インバータ5/6に入力される。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

太陽電池セル及び該太陽電池セルの出力電力を変換する電力変換器からなる単セルコンバータを複数有し、

前記複数の単セルコンバータが、並列に接続され、1つの外囲体内に封止されていることを特徴とする太陽電池モジュール。

【請求項 2】

前記電力変換器が、対応する太陽電池セルの非受光面に取り付けられていることを特徴とする請求項1に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 3】

前記外囲体が外郭導体部を含み、前記複数の単セルコンバータが、前記外郭導体部上に設置されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 4】

前記電力変換器が、前記太陽電池セルから出力された直流電圧を昇圧するDC/DCコンバータであることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 5】

前記DC/DCコンバータが、スイッチング素子を利用した昇圧回路を含むことを特徴とする請求項4に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 6】

前記DC/DCコンバータが、前記スイッチング素子を、固定DUTY及び固定周波数でスイッチングする制御回路を含むことを特徴とする請求項5に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 7】

前記DC/DCコンバータが、絶縁トランスを使用したブッシュプル回路を含むことを特徴とする請求項4に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 8】

前記DC/DCコンバータが、昇圧チョッパー回路を含むことを特徴とする請求項4に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 9】

前記電力変換器が、前記太陽電池セルから出力された直流電力を交流電力に変換するインバータであることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 10】

前記インバータは、前記太陽電池セルから出力された直流電力を商用交流電力に変換することを特徴とする請求項9に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 11】

出力端子としてコンセントプラグを備えることを特徴とする請求項10に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 12】

請求項1から8のいずれか1項に記載の太陽電池モジュールを複数並列に接続したこと特徴とする太陽電池アレイ。

【請求項 13】

請求項1から8のいずれか1項に記載の太陽電池モジュールを複数有し、
前記複数の太陽電池モジュールから出力された電力を商用交流電力に変換するインバータを備えること特徴とする太陽光発電システム。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は太陽電池モジュール、太陽電池アレイ、及び太陽光発電システムに関し、特に、

10

20

30

40

50

信頼性及び耐久性を向上させることのできる太陽電池モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、化石燃料の使用に伴う二酸化炭素等の排出による地球温暖化や、原子力発電所の事故や放射性廃棄物による放射能汚染などの問題が深刻となり、地球環境とエネルギーに対する関心が高まっている。このような状況の下、無尽蔵かつクリーンなエネルギー源として太陽光を利用する太陽光発電、地熱を利用する地熱発電、風力を利用する風力発電等が世界中で実用化されている。

【0003】

このうち、太陽電池を利用した太陽光発電の形態としては、数Wから数千kWまでの出力規模に応じた種々の形態がある。太陽電池を使用した代表的なシステムとしては、太陽電池によって発電された直流電力をインバータ等により交流電力に変換（直交変換）して需要家の負荷や商用電力系統（以下、単に「系統」とも呼ぶ）に供給する太陽光発電システムがある。

【0004】

このような太陽光発電システムに使用される太陽電池の構成としては、複数の太陽電池セルを直列接続してモジュール化したものや、このようなモジュールにインバータを加えたACモジュールが使用されることが多い。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のようなモジュールは、複数の太陽電池セルを直列接続した構成となっているため、以下のようないくつかの問題が生じる。

【0006】

例えば、障害物などにより太陽光が遮られて日陰が生じると、日陰となった部分にあるセルは発電しない。発電しないセルには、直列接続された他の太陽電池セルの全電圧が太陽電池モジュールに接続された負荷を介して太陽電池や素子の光起電圧と逆方向に印加され、逆電流が流れることにより発熱する。これを防止するために、セル毎にバイパスダイオードを設ける方法もあるが、モジュール及びシステムのコストが上昇してしまう。

【0007】

また、セルを直列接続するために、セル間に発電に利用されない非発電領域を設ける必要があるため、太陽電池モジュールの面積発電効率を大きくするのが困難である。

【0008】

更に、例えば、導電性基板を負極として利用する太陽電池セルを使用した場合において、直列接続された太陽電池セルの導電性基板と太陽電池モジュールの外郭導体部との間の封止材にピンホールが生じてそこに雨水が入り込んだ際には、太陽電池セルと太陽電池モジュールの外郭導体部とが雨水を介して導通状態となる。

【0009】

このような状態となると、太陽電池モジュールの外郭導体部を介して隣接する太陽電池モジュールに漏洩電流が流れ、この電流により太陽電池モジュールの外郭導体部が腐食する場合がある。

【0010】

この腐食のメカニズムについて、図9A～9Cを参照して詳細に説明する。

【0011】

図9Aは、太陽電池セルの概略構成を示す断面図である。301は太陽電池セル、302は導電性の太陽電池セル基板、303は下側が負極で上側が正極となっている半導体層であり、この半導体層303の正極上面には透明導電膜（不図示）が存在し、負極下面には、裏面反射層（不図示）が設けられている。

【0012】

半導体層303で発電された電力の正極側は半導体層上面から図示しない透明電極、集電電極308によって集電され、正極端子305に出力される。半導体層303の負極側は

10

20

30

40

50

、基板 302 を介して負極端子 304 から出力される。また、306 は絶縁膜である。

【0013】

このような、いわゆる導電性基板を負極として用いる構造を持つ太陽電池セルにおいては、絶縁膜 306 にピンホールが発生した場合には太陽電池セルの負極である基板 302 が一部露出する事になる。

【0014】

つまりこのような構造においては、太陽電池セル内の電路において、外部との絶縁距離がもっとも短く、かつ大面積であるのはセルの負極である太陽電池セルの基板 302 であり、何らかの理由で絶縁膜 306 にピンホールが発生すると、長い時間をかけて封止材料を透過した水分がピンホールに入り込むことがある。一度入り込んだ水はなかなか抜けないため長期に渡り、太陽電池セルの負極と太陽電池モジュールの外郭導体部 307 間に電路が形成されることとなる。

10

【0015】

図 9B は、図 9A に示した太陽電池セル 301 を 4 枚外郭導体部 307 に直列接続して取り付けた太陽電池モジュールを示しており、図 9C は、図 9B の太陽電池モジュールの電気的接続を模式的に示した図である。

20

【0016】

4 枚の太陽電池セル 301 - 1 ~ 301 - 4 は、太陽電池セル 301 - 1 の正極端子に 301 - 2 の負極端子を、301 - 2 の正極端子に 301 - 3 の負極端子を、301 - 3 の正極端子に 301 - 4 の負極端子を接続し、4 枚の直列接続されている。

20

【0017】

また、図 9B 及び 9C では説明の便宜上、301 - 1 の負極端子を A 点、301 - 2 の負極端子を B 点、301 - 3 の負極端子を C 点、301 - 4 の負極端子を D 点、301 - 4 の正極端子を E 点とする。

20

【0018】

ここで、太陽電池セル 301 - 2 と、太陽電池セル 301 - 4 の絶縁膜 306 にピンホールが発生し、そこに雨水が入り込んだ場合を想定する。

30

【0019】

この時基板 302 - 4 と太陽電池モジュールの外郭導体部 307、及び基板 302 - 2 と太陽電池モジュールの外郭導体部 307 は雨水を介して導通状態となる。すると図 9C に示すように B 点と D 点が太陽電池モジュールの外郭導体部 307 を介して短絡した状態となる。言い換えると、[太陽電池セル 301 - 4 の負極] [雨水] [太陽電池モジュールの外郭導体部 307] [雨水] [太陽電池セル 301 - 2 の負極] [太陽電池セル 301 - 2] [太陽電池セル 301 - 3] [太陽電池セル 301 - 4 負極] の経路で、電流経路が形成される。

30

【0020】

その結果、E 点は太陽電池モジュールの外郭導体部 307 に対してプラス電位になり、E 点では酸化反応、E 点に対向する太陽電池モジュールの外郭導体部 307 では還元反応が促進される。同様に B 点は、太陽電池モジュールの外郭導体部 307 に対してマイナス電位となり、今度は B 点に対向する太陽電池モジュールの外郭導体部 307 で酸化反応、B 点では還元反応が促進される。

40

【0021】

このような太陽電池モジュールの場合、太陽電池セルの負極である導電性基板は S U S や A L 等で構成され、太陽電池セル同士の配線には C u が使用され、太陽電池の裏面反射層の一部には A g , Z n O 等が使用される。

【0022】

B 点及び E 点はこれらの材料で構成されることとなるので、上記酸化反応が促進される部分では、酸化物でないもの、すなわち上記 S U S 、A L 、A g 、C u に腐食等の悪影響ができる。一方還元反応が促進される部分では、Z n O の接着力が無くなり膜剥がれ等の悪影響ができる。また、太陽電池モジュールの外郭導体部 307 は、通常 F e や A L が主成分で

50

ある材料が使用されるため、酸化反応が促進される部分で腐食等の悪影響が発生する。

【0023】

上記の例では太陽電池モジュール1枚に2箇所ピンホールが発生した例を示したが、上記のような構成の太陽電池モジュールを複数設置されているとき、異なる太陽電池モジュールにそれぞれ1箇所ずつピンホールが発生しても同様のケースが発生する。以下にその代表的ケースを示す。

【0024】

図10Aは、太陽電池セル301-5~8を4枚、太陽電池モジュールの外郭導体部307-2に直列接続して取り付けたモジュール311と、太陽電池セル301-9~12を4枚、太陽電池モジュールの外郭導体部307-3に直列接続して取り付けたモジュール312を並列接続した構成を示しており、図10Bは、図10Aの電気的接続を模式的に示した図である。
10

【0025】

ここで、太陽電池モジュールの外郭導体部307-2と太陽電池モジュールの外郭導体部307-3は大地に接地されており、大地を通じて電気的に導通している。

【0026】

図9B及び9Cに関する説明と同様に、説明の便宜上、モジュール311に関しては、301-5の負極端子をF点、301-6の負極端子をG点、301-7の負極端子をH点、301-8の負極端子をI点、301-8の正極端子をJ点とする。一方、モジュール312に関しては、301-9の負極端子をK点、301-10の負極端子をL点、301-11の負極端子をM点、301-12の負極端子をN点、301-12の正極端子をO点とする。
20

本例においては、太陽電池モジュール311と312を並列接続した例を想定しているのでF点とK点、及びJ点とO点は配線部材で接続される。

【0027】

ここで、太陽電池モジュール311においては太陽電池セル301-8のI点、太陽電池モジュール312においては太陽電池セル301-10のL点にピンホールが発生し、そこに水が入り込んだ場合を想定する。

【0028】

この時、太陽電池セル301-8の基板302と太陽電池モジュールの外郭導体部307、及び太陽電池セル301-10の基板302と太陽電池モジュールの外郭導体部307が雨水を介して導通状態となる。
30

【0029】

すると図10Bに示すようにI点とL点が外郭導体部307-2と大地、そして外郭導体部307-3通り、雨水を介して導通した状態となり、電位の高いI点から電位の低いL点に漏洩電流が流れ続けることとなる。

【0030】

言い換えれば、[太陽電池セル301-8の負極] [水] [太陽電池モジュールの外郭導体部307-2] [大地] [太陽電池モジュールの外郭導体部307-3] [水] [太陽電池セル301-10の負極]の経路で電流が流れづける。
40

【0031】

その結果、I点は太陽電池モジュールの外郭導体部307に対してプラス電位になり、I点では酸化反応、I点に対向する太陽電池モジュールの外郭導体部307-2では還元反応が促進される。同様にL点は、太陽電池モジュールの外郭導体部307-3に対してマイナス電位となり、今度はL点に対向する太陽電池モジュールの外郭導体部307で酸化反応、L点では還元反応が促進される。

【0032】

このような太陽電池モジュールの場合、太陽電池セルの負極である導電性基板はSUSやAL等で構成され、太陽電池セル同士の配線にはCuが使用され、太陽電池の裏面反射層の一部にはAg, ZnO等が使用される。
50

【 0 0 3 3 】

I点及びL点はこれらの材料で構成されることとなるので、上記酸化反応が促進される部分では、酸化物でないもの、すなわち上記SUS、AL、Ag、Cuに腐食等の悪影響ができる。一方上記還元反応が促進される部分では、ZnOの接着力が無くなり膜剥がれ等の悪影響ができる。また、太陽電池モジュールの外郭導体部307-2及び307-3は、通常FeやALが主成分である材料が使用されるため酸化反応が促進される部分で腐食等の悪影響が発生する。

【 0 0 3 4 】

以上のような問題は、太陽電池セルを直列接続した太陽電池モジュールを、更に直列接続してアレイを構成する太陽電池アレイにおいては高電圧部分が多数存在するので、更に大きな問題となる可能性がある。

【 0 0 3 5 】

本発明は以上のような状況に鑑みてなされたものであり、耐久性及び信頼性を向上し、かつ低コストの太陽電池モジュール、太陽電池アレイ、及び太陽光発電システムを提供することを目的とする。

【 0 0 3 6 】**【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するために本発明の一実施形態としての太陽電池モジュールは、太陽電池セル及び該太陽電池セルの出力電力を変換する電力変換器からなる単セルコンバータを複数有し、

前記複数の単セルコンバータが、並列に接続され、1つの外囲体内に封止されている。

【 0 0 3 7 】

このような構成とすることにより、一部の太陽電池セルが日陰となっていても、太陽電池モジュールを構成する太陽電池セルに逆電圧が加わる恐れがない。このため、セル毎にバイパスダイオードを設ける必要がなくなり、コストを低下できる。

【 0 0 3 8 】

また、太陽電池セル同士を直列接続する際に用いていた電気接続部材を太陽電池セル間のギャップに配置する必要がなくなる。このため、太陽電池セル同士のギャップを大幅に小さくすることができるので、太陽電池モジュールの面積発電効率を大きくすることができる。

【 0 0 3 9 】

その上、各太陽電池セルに高い電位を有する部分が存在しなくなると共に、太陽電池セル間の電位差がほとんどなくなる。このため、たとえピンホールが発生してそこから水分が侵入しても、太陽電池モジュールの外郭などに漏洩電流が流れることがほとんど無くなる。その結果、太陽電池モジュールの外郭部や太陽電池セルの電食を防止することができるので、太陽電池モジュールの耐久性及び信頼性を向上させることができる。

【 0 0 4 0 】

更に、太陽電池モジュール内の配線部分に流れる電流値が小さくなるので、終電電極や正極端子のサイズを小さくでき、太陽電池モジュールのコストを低減し、エネルギー変換効率を向上させることができる。

【 0 0 4 1 】

この場合、電力変換器が、対応する太陽電池セルの非受光面に取り付けられると、透光性の高い高価な受光面側の樹脂の使用量を減らすことが可能であり、コストダウンができる。また、受光面側の樹脂の使用量が減るので、樹脂に吸収される太陽光エネルギーが減少し、太陽電池モジュールのエネルギー変換効率を向上させることができる。加えて、ピンホールに対する信頼性も向上する。

【 0 0 4 2 】**【発明の実施の形態】**

以下、本発明に係る太陽電池モジュール及び該太陽電池モジュールを使用した太陽光発電システムの好適な実施形態を、図面を参照して詳細に説明する。

10

20

30

40

50

【0043】

<第1の実施形態>

図1は本発明に係る太陽電池モジュールを使用した太陽光発電システムの概略構成を示しており、太陽電池モジュール1によって発電された電力を接続箱を介して連系インバータに接続して商用系統への電力逆潮流を行うよう構成されている。

【0044】

以下図1の太陽光発電システムの構成を簡単に説明する。商用系統51は電路を介して家庭用分電盤53に接続されており、商用系統51と家庭用分電盤53の間には売買電メータ箱52が設置されている。その内部には、電路から家庭内負荷54に供給される電力量を積算する買電電力メータ、太陽電池モジュール1から商用系統51に逆潮流される電力量を積算する売電電力メータが直列に接続されている。10

【0045】

家庭用分電盤53は、複数の家庭用コンセント55に分岐接続されている。また、家庭用分電盤53には連系インバータ56が接続されている。本実施形態の太陽電池モジュール1より出力される直流電力は、接続箱57で集電した後に連系インバータ56に入力され、連系インバータ56では入力された直流電力を商用交流電力に変換して家庭用分電盤53に逆潮流電力として出力する。

【0046】

図2は、本実施形態の太陽電池モジュール1の概略構成を示すブロック図である。本実施形態の太陽電池モジュール1は、1枚の太陽電池セル2と太陽電池セル2毎に取り付けられたDC/DCコンバータ3からなる単セルコンバータ4を複数並列接続して構成される。そして、その電気出力は接続箱57で集められて連系インバータ56に入力される。20

【0047】

以下、本実施形態の太陽電池モジュール1を構成する各構成要素について詳細に説明する。

【0048】

[単セルコンバータ]

図4は、太陽電池セル2とDC/DCコンバータ3からなる単セルコンバータ4の横断面図を示している。太陽電池セル2は、導電性基板101の表面に、光電変換層102と絶縁テープ104を有し、光電変換層102上に設けられた集電電極103は絶縁テープ104の上に設けられた正極タブに接続されている。一方、導電性基板101の裏面には、導電層204及び絶縁層201を順に有している。また、DC/DCコンバータ3は、導電性基板101裏面の導電層204がない部分に設けられており、導電層202によって導電性基板101の側部を経由して正極タブ105にも接続されている。30

【0049】

[太陽電池セル]

本実施形態の太陽電池セルとしては、直列接続されていないものであれば良く、アモルファス系、結晶系、いずれも使用できる。

【0050】

本実施形態では、導電性基板上に半導体層としてアモルファスシリコンを含む光電変換層を積層し、集電電極と取り出し電極部分を有してなる光起電力素子を使用する。このような光起電力素子の製造方法は、例えば、光電変換層の形成については、特開平6-21494号公報等、集電電極の付与については、特開平6-139439号公報等に詳細に記載されており周知である。本発明においては、光起電力素子の作成方法自体は本質的な部分ではないので、以下に簡単に記す。40

【0051】

(光電変換部の作成)

(1) 導電性基板101となるステンレス薄板を準備する。本実施形態では厚さ0.125mmのものを使用した。この他、導電性基板としては、ガラス基板に透明導電膜を付与したものや、ポリイミド・フィルムに金属を蒸着させたものなど、絶縁基板に導電層を付

10

20

30

40

50

としたものも使用できる。この絶縁基板に導電性を付与したものを使用する場合には、後述する絶縁層201の一部として基板の絶縁基板部が使用できる。

【0052】

(2) ステンレス薄板に裏面反射層としてアルミニウム及び酸化亜鉛薄膜をスパッタ等の方法で付与する。

【0053】

(3) CVD法によりアモルファスシリコン及びアモルファスゲルマニウムを含む半導体層をn層、i層、p層の順に2回繰り返して生成し、2組のpin接合を持った光電変換層102を作成する。

【0054】

(4) 透明導電層として酸化錫・インジウム層を付与する。

【0055】

(集電電極部の作成)

(5) セルを適当な大きさに切断する。本実施形態では356mm×239mmに切断した。

【0056】

(6) 金属基板端部での部分的な短絡の影響を除去するために、セル端部の光電変換層の一部を化学エッチングにより除去する。

【0057】

(7) 端部に絶縁テープ104を貼る。その上にスズめっきされた銅箔からなる正極タブ105を貼り付ける。

【0058】

(8) 導電性接着剤付きの銅線からなる集電電極103を透明導電層及び正極タブ105に貼り付ける。

【0059】

以上のようにして、太陽電池セル2が完成する。この太陽電池の標準測定状態(スペクトルAM1.5、放射照度1.0kW/m²、セル温度25度)における最適動作電圧及び最適動作電流は、それぞれ1.0V、10.0Aであった。

【0060】

本実施形態で、特に1つのセルに1個の電力変換回路を設ける単セルコンバータの場合、太陽電池素子としては、本実施形態で用いたような積層タイプが望ましい。これは、積層されていない太陽電池の出力電圧は高くても0.5Vにすぎず、この電圧で電子回路を動作させることができ、一般的に困難だからである。本実施形態のように2層積層すれば1.0V以上の動作電圧を得ることができ、これは乾電池1個の起電力に相当する。このような電圧領域で動作する電子部品は入手も容易であり、回路設計が容易となるという利点を有する。

【0061】

更に、本実施形態に用いる太陽電池は、量産効果の上げやすい薄膜大面積タイプのものが好適であり、この場合、将来的には大幅にコストダウンできる可能性がある。

【0062】

[絶縁層]

次に絶縁層201を、高分子コーティングレジンを用いて構成する。このようなコーティングレジンには、エポキシ樹脂系レジン、フェノール樹脂系レジン、シリコン樹脂系レジンなど周知のものが多数ある。本実施形態では電気絶縁用として用いられるシリコン樹脂系レジンを使用した。本実施形態では刷毛で該レジンを必要箇所に塗布し、赤外線ヒーターでキュアして図4に示すような絶縁層201を形成した。

【0063】

この他の実現手段としてはディッピング法やコーティング法を用いてレジンを塗布することができる。厚みは電力変換回路の出力電圧と樹脂の種類に応じて選ぶ必要があるが、使用電圧に対して絶縁の十分保たれる厚みが必要である。多くの樹脂で1mm程度の厚みがあれ

10

20

30

40

50

ば、200V以上の耐圧を容易に達成できることがわかっている。ここでは、出力電圧が1V程度と大変低いので100μmの厚みとした。この程度の厚みならば塗料系の材料も使用可能である。

【0064】

また、絶縁層は導電性基板のみを覆うのではなく、光起電力素子全体を覆ってもかまわない。

【0065】

[導電層]

導電層202, 204としては、無電解めっき、電気配線用高導電率ペースト、蒸着膜等の方法で作成された金属膜が使用できる。本実施形態においては無電解めっきにより銅の層を前記絶縁層の表面に設け、その後、化学エッティングで不要箇所を除去し、これにより正極側導電層202、負極側導電層204を形成した。

【0066】

図4からもわかるように導電層202, 204及び絶縁層201は、両方とも光起電力素子裏面側に回りこませる必要があるので、蒸着を使って、比較的薄い導電層を形成する方法を採った場合には、回り込み部分で断線が生じないように十分注意を払わなければならない。また負極側導電層204と金属基板101の接続部は外れないように十分にキュアしておくことが重要である。また、導電層に電気配線用高導電率ペーストを用いると、スクリーン印刷で配線用導電層の形成ができるので、前記のような化学エッティングなしで、配線用導電層を直接生成することができ、これもまた本発明の実施に好適な方法である。

【0067】

この導電層202, 204には単セルコンバータ4を構成するDC/DCコンバータ3がはんだ付け等により実装されることになるので、導電層202, 204及び絶縁層201には、実装作業時の熱やその他のストレスに耐えることのできる材料を選択する必要がある。

【0068】

本実施形態においては、DC/DCコンバータ3の設置を受光面の反対側(裏面)とした。このようにすると、部品に直射日光が当たらないので、耐久性を向上させる上で有利になるうえに、太陽電池セル2への日射の妨げにならない。

【0069】

[DC/DCコンバータ]

DC/DCコンバータ3は、図4に示すように太陽電池セル2と接続されて単セルコンバータ4を構成する。DC/DCコンバータ3は太陽電池セル2への太陽光の入射を妨げないように太陽電池の裏面に取り付ける。また、後に述べるモジュール化を容易とするべく薄型とすることにより、外囲体に封止された太陽電池モジュールを薄型化することができる。

【0070】

図3は、本実施形態で使用したDC/DCコンバータ3の構成を示すブロック図である。DC/DCコンバータ3は、太陽電池セルによって発電された約1.0Vの電圧を昇圧回路によって昇圧し、160V程度の直流電圧を出力する。

【0071】

DC/DCコンバータ3は、入力端子18、入出力のノイズフィルタ10、16、昇圧回路12、入力電流検出器22、入力電圧検出器23、出力電圧検出器28、昇圧制御回路17などを構成する各部品を、あらかじめ回路パターンが形成された薄型実装基板に周知の半田付け等の技術により実装されており、更にこれを金属製の外装材に覆われた構成となっている。

【0072】

太陽電池セル2で発電された電力は、入力端子18より入力され、昇圧回路12により昇圧される。

【0073】

10

20

30

40

50

本実施形態の昇圧回路12は、スイッチング素子を用いてスイッチングするスイッチング方式であるが、絶縁トランジスタを使用したブッシュプル回路等の方式をとってもよいし、昇圧チップ回路等の非絶縁回路の方式をとっても差し支えない。

【0074】

また、このスイッチング素子に与えられるスイッチング信号は、本実施形態では固定DUTY、固定周波数とした。これは、DC/DCコンバータのスイッチング制御回路を簡素化するためである。また、DC/DCコンバータが高変換効率を得られるDUTYで固定することで、モジュール全体の変換効率を向上させることも目的としている。

【0075】

このように本実施形態の太陽電池モジュールではDUTY可変によるMPPT (Maximum Power Point Tracking; 最大出力追従) 制御を行わずに、後段に設けた連系インバータ56によってMPPT制御を行う構成とする。10

【0076】

本実施形態で使用するDC/DCコンバータの入力定格はDC1.0V、10A(動作可能入力電圧範囲0.7V~2.0V)、出力定格はDC160V、56mA(変換効率約90%)とした。

【0077】

なお、上述の薄型実装基板に実装される各部品は表面実装タイプの部品がのぞましい。これは、図4に示すようにDC/DCコンバータ3を太陽電池セル2の裏面に設置するので、薄型化がその可搬性の鍵となるからである。薄型化を実現するために、部品が実装された実装基板を外装材により囲まないで、そのまま太陽電池モジュールに封止するようにしてもよい。20

【0078】

また、実装する部品サイズを小さくするために、各部品が外装モールド樹脂被覆を持たず半導体素子が剥き出しになっている「ベアチップ部品」というものがあり、該ベアチップ部品を使用することで電力変換回路をより薄型化することが可能になる。

【0079】

上記に示した、太陽電池セル2、DC/DCコンバータ3からなる単セルコンバータ4を使用して本実施形態の太陽電池モジュール1を構成する。

【0080】

[太陽電池モジュールの製造方法]

図5の太陽電池セル1の横断面図を参照して、本実施形態の太陽電池モジュール1の作成方法を順を追って説明する。図5において、206は耐候性フィルム、203はモジュールの外囲体となる外郭導体部、207、205は充填剤、4は単セルコンバータ、208は出力線である。30

【0081】

具体的には、耐候性フィルム206にはETFE(エチレンテトラフルオロエチレン)を、太陽電池モジュールの外郭導体部203にはポリエステル樹脂コートされた0.4mm厚の鋼板を、充填剤207、205には厚さ200μmのEVA(エチレン-酢酸ビニル共重合ポリマ、耐候性グレード)を用いる。40

【0082】

耐候性フィルム206、充填剤207、単セルコンバータ4、充填剤205、太陽電池モジュールの外郭導体部203の順に積層し、真空ラミネータを用いて、150℃で充填剤207および205を溶融させることにより、単セルコンバータ4を太陽電池モジュールの外郭導体部203および耐候性フィルム206で樹脂封止した太陽電池モジュール1が得られる。

【0083】

ここで、単セルコンバータ4は、その外装材が太陽電池モジュールの外郭導体部203に直接接触するように配置され、各々の単セルコンバータはケーブルによって並列接続されている。太陽電池モジュールの外郭導体部203には並列接続された単セルコンバータ450

が発生する電力を取り出すケーブル 208 を挿通するための孔が設けられている。

【0084】

このようにして形成される太陽電池モジュール 1 は、所定の日射量があれば、単セルコンバータ 4 が発電する直流電力を集電して出力することができる。

【0085】

[絶縁層にピンホールが発生した場合]

以下、本実施形態の太陽電池モジュールにおいて、絶縁層にピンホールが発生した場合について説明する。

【0086】

上述のように本実施形態の単セルコンバータ 4 は、図 4 に示すように構成されている。単セルコンバータに使用される太陽電池セル 2 は、負極として導電性基板 101 を用いる構造となっているので、絶縁膜 201 にピンホールが発生した場合には太陽電池セルの導電性基板 101 が、単セルコンバータの外部に露出した状態となる。これには DC / DC コンバータの外装材を介して外部と電気的に導通する場合も含まれる。10

【0087】

図 6 A は、4 - 1 ~ 4 - 4 の 4 枚の単セルコンバータを、外郭導体部 203 に直接接続して取り付けた太陽電池モジュール 1 を示しており、図 6 B は、図 6 A の電気的接続を模式的に示す図である。

【0088】

各々の単セルコンバータ 4 - 1 ~ 4 - 4 は、太陽電池セル 2 - 1 ~ 2 - 4 と高周波絶縁トランス内蔵の DC / DC コンバータ 3 - 1 ~ 3 - 4 とから構成され、単セルコンバータ 4 - 1 ~ 4 - 4 が全て並列接続されている。20

【0089】

ここで、例えば単セルコンバータ 4 - 2 と、単セルコンバータ 4 - 4 の絶縁膜 201 にピンホールが発生し、そこに水が入り込んだ場合を想定する。単セルコンバータの絶縁膜 201 にピンホールが発生すると、図 6 B に示すように、太陽電池セル 2 - 2 及び 2 - 4 の負極は、太陽電池モジュールの外郭導体部 203 と電気的に導通した状態となる。

【0090】

ここで、図 6 B では単セルコンバータ 4 を構成する DC / DC コンバータ 3 は上述のように、絶縁トランスを使用した方式であるので、太陽電池セル 2 - 2 及び 2 - 4 の負極が太陽電池モジュールの外郭導体部 203 を介して短絡しても、太陽電池セル 2 - 2 及び 2 - 4 の負極と、対応する DC / DC コンバータ 3 - 2 及び 3 - 4 の負極（すなわち、単セルコンバータ 4 - 2 及び 4 - 4 の負極）とは、図 6 B に示すように電気的に絶縁されている。更に、単セルコンバータ 4 - 2 と 4 - 4 との各々の負極は、太陽電池モジュール内で電気的に接続されており、もともと同電位であるので、太陽電池モジュールの外郭導体部 203 を介して電流が流れることはない。30

【0091】

このため、単セルコンバータの負極を構成する導電性基板や裏面反射層や単セルコンバータ同士をつなぐ電気接続線及び、太陽電池モジュールの外郭導体部を構成する材料での、酸化や還元反応は促進されない。40

【0092】

また、単セルコンバータ 4 を構成する DC / DC コンバータ 3 が、図 6 C に示すような昇圧チヨッパー等の高周波絶縁トランスを使用しない昇圧方式であっても、同様に問題は生じない。例えば、単セルコンバータ 4 - 2 の負極と単セルコンバータ 4 - 4 の負極とが太陽電池モジュールの外郭導体部 203 を介して短絡したとしても、単セルコンバータ 4 - 2 と 4 - 4 との各々の負極は、図 6 C に示されるように、太陽電池モジュール内で電気的に接続されており、もともと同電位であるので、太陽電池モジュールの外郭導体部 203 を介して漏洩電流が流れることはない。

【0093】

すなわちこの場合にも、単セルコンバータの負極を構成する導電性基板や裏面反射層や单50

セルコンバータ同士をつなぐ電気接続線及び、太陽電池モジュールの外郭導体部を構成する材料での酸化や還元反応は促進されない。

【0094】

また、図5に関して説明したように、DC/DCコンバータ3は太陽電池モジュール1の内部に充填材で封止されているために、太陽電池モジュール1の運搬時や設置時にDC/DCコンバータ3を損傷したり破損する虞がなく、耐久性や信頼性を向上することができる。

【0095】

また、本実施形態の太陽電池モジュールにおいては、モジュール内の隣接する太陽電池セルの電位に差が無いため、配置の際にセル間距離をとる必要がなく、モジュール内における太陽電池セルの有効面積を大きくとることができる。10

【0096】

また、太陽電池セル2が発電し、DC/DCコンバータ3が動作する際に発生する熱を、太陽電池モジュール1の外郭導体部203に効果的に伝達することができるので、DC/DCコンバータ3による発熱を効率的に拡散することができ、耐久性や信頼性が一層向上する。

【0097】

また、DC/DCコンバータのケースを金属で形成することは、放熱性の観点から好ましいが、この場合、太陽電池セル DC - DCコンバータのケース 太陽電池モジュールの外郭導体部、という漏洩電流の経路が発生する。20

【0098】

この場合にも、本実施形態の太陽電池モジュールにおいては、太陽電池セル負極基板が、太陽電池モジュール外郭導体部との間に電位差が発生する部位が存在しないために、この漏洩電流経路による腐食促進の懸念も同時に防止できる。

【0099】

更に、太陽電池セル2としてアモルファスシリコン太陽電池を用いる場合、DC/DCコンバータの発熱によって太陽電池モジュールの外郭導体部203の温度が上昇するので、アニール効果によって変換効率の劣化の抑制が期待できる。

【0100】

以上説明したように、本実施形態によれば、以下のような効果が得られる。30

【0101】

太陽電池モジュール内に日陰となる部分が生じても、太陽電池モジュールを構成する太陽電池セルに逆電圧が加わる恐れがない。そのため、セル毎にバイパスダイオードを設ける必要性がなく、モジュールやシステムのコストが低減される。

【0102】

太陽電池セル間の電位差が非常に小さいので、太陽電池セル同士を直列接続する際に、電気接続部材を太陽電池セル間のギャップに配置する必要がなくなる。このため、太陽電池セル同士のギャップを大幅に小さくすることができる。加えて、電力変換装置を太陽電池セルの裏面に配置可能であるので、太陽電池モジュールの受光面積比率を向上させることができとなる。40

【0103】

太陽電池モジュールにおいて大きな面積を占有する太陽電池セルに高い電位が存在しなくなる。このため、たとえピンホールが絶縁部材に発生して水分が侵入しても、太陽電池セルの負極を形成する導電基板同士には電位差が無く、正極端子の電位差は0.5V~2V程度であるので、太陽電池モジュールの外郭導体部に漏洩電流が流れる事がほとんど無くなる。その結果、太陽電池モジュールの外郭導体部や太陽電池セルの電食を防止することができるため、太陽電池モジュールの耐久性及び信頼性を向上させることができる。

【0104】

個々の太陽電池セルに電力変換器を設けた単セルコンバータを並列接続してこれを1つの外囲体に封止しているため、太陽電池モジュール内の配線部分に流れる電流値を小さくで50

きる。このため、例えば、太陽電池モジュールを1枚の単セルコンバータで形成した場合等と比較して、集電電極や正極端子の電気抵抗を下げる必要がなくなる。

【0105】

これは、集電電極や正極端子の幅若しくは厚みを大きくする必要が無くなることを意味し、集電電極の幅を広げたり集電電極を厚くすることによって生じる不具合を防止できる。このような不具合を具体的に説明すると、集電電極の幅を広げると集電電極によって太陽光が遮られるのでシャドウロスが増加する。また、集電電極を厚くすると太陽電池セルの表面の凸凹が大きくなり、太陽電池モジュールの受光面側の封止材料の厚さを増やす必要が生じる。これは、透明度が要求される高価な封止樹脂の使用量が増えて太陽電池モジュールのコストが高くなると共に、樹脂に吸収される太陽光エネルギーが増加して太陽電池モジュールのエネルギー変換効率を低下させることとなる。10

【0106】

本実施形態では、終電電極や正極端子のサイズを小さくできるので、このような不具合が生じず、太陽電池モジュールのコストを低減し、エネルギー変換効率を向上させることができる。電力変換器を太陽電池セルの非受光面（裏面）側に設けると、受光面側に電力変化期を有する構成と比較して、樹脂の使用量が減ってコストが低下すると共に、太陽電池モジュールのエネルギー変換効率を向上させることができる。更にこの場合には、ピンホールに対する信頼性も向上する。

【0107】

<第2の実施形態>

以下、本発明の第2の実施形態について説明する。なお、以下においては上記第1の実施形態と同様な部分については説明を省略し、本実施形態の特徴的な部分を中心に説明する。20

【0108】

上記第1の実施形態は、複数の単セルコンバータを並列接続して構成した太陽電池モジュール及び該モジュールを用いた太陽光発電システムであったが、第2の実施形態は、第1の実施形態の太陽電池モジュールを並列接続して太陽電池アレイを構成するものである。

【0109】

図7Aは、それぞれが4つの単セルコンバータからなる2つの太陽電池モジュールを並列接続した太陽電池アレイの構成を示す概略図である。太陽電池モジュール313は、4-5~4-8の4枚の単セルコンバータを外郭導体部203-2に取り付けたものであり、太陽電池モジュール314は、4-9~4-12の4枚の単セルコンバータを外郭導体部203-3に取り付けたものである。30

【0110】

また、図7Bは、DC/DCコンバータが絶縁トランスを使用した方式である場合の図7Aの太陽電池アレイの電気的接続を模式的に示す図であり、図7Cは、DC/DCコンバータが昇圧チョッパーのような高周波絶縁トランスを用いない方式である場合の図7Aの太陽電池アレイの電気的接続を模式的に示す図である。本実施形態においては、太陽電池モジュール313と314とは並列接続されており、各々の単セルコンバータ4の出力はすべて並列接続されている。40

【0111】

ここで、太陽電池モジュール313においては単セルコンバータ4-8、太陽電池モジュール314においては単セルコンバータ4-10に、ピンホールが発生し、そこに雨水が入り込んだ場合を想定する。

【0112】

この場合、図7Bに示すように、太陽電池モジュール313の単セルコンバータ4-8に含まれる太陽電池セルの負極と、太陽電池モジュール314の単セルコンバータ4-10に含まれる太陽電池セルの負極とが、各々の太陽電池モジュールの外郭導体部と大地を介して短絡されることとなる。

【0113】

10

20

30

40

50

しかしながら、単セルコンバータ4を構成するDC/DCコンバータ3が絶縁トランスを使用した方式であれば、図7Bに示すように、単セルコンバータ4-8の太陽電池セルの負極及び単セルコンバータ4-10の太陽電池セルの負極とは、対応する単セルコンバータ4-8及び4-10の負極とそれぞれ絶縁されているので、電位的に何の関係もなく、太陽電池モジュールの外郭導体部を介して電流が流れることはない。すなわち、活電部から金属イオンが流出し、太陽電池モジュールの外郭導体部の腐食が促進されることはない。

【0114】

また、単セルコンバータ4を構成するDC/DCコンバータ3が昇圧チョッパーのような高周波絶縁トランスを用いない方式であっても、図7Cに示すように、単セルコンバータ4-8及び単セルコンバータ4-10の負極は、太陽電池アレイ中で電気接続されており、もともと同電位であるので、太陽電池モジュールの外郭導体部を介して漏洩電流が流れることはない。すなわち、単セルコンバータの負極を構成する導電性基板や裏面反射層や単セルコンバータ同士をつなぐ電気接続線及び、太陽電池モジュールの外郭導体部を構成する材料での酸化、還元反応は促進されない。

【0115】

このように、太陽電池アレイを構成する太陽電池セル同士が電気的に絶縁されていたり、または太陽電池アレイを構成する太陽電池セルの電位が全て等しくなるように構成されているため、どの太陽電池セルでピンホールが生じても太陽電池モジュールの外郭導体部を通じて漏洩電流が流れることがないので、本実施形態の太陽電池アレイは、耐久性及び信頼性が向上する。

【0116】

<第3の実施形態>

以下、本発明の第3の実施形態について説明する。なお、以下においては上記第1及び第2の実施形態と同様な部分については説明を省略し、本実施形態の特徴的な部分を中心に説明する。

【0117】

上記第1及び第2の実施形態では、太陽電池セルで発電した直流電力はDC/DCコンバータで昇圧され、直流電力として太陽電池モジュールから出力される。第3の実施形態では、太陽電池モジュールから商用交流電力を出力して、商用コンセントに連系可能とするものである。

【0118】

太陽電池モジュールの出力を交流出力とするためには、各単セルコンバータにおいて太陽電池セルの裏面にDC/DCコンバータの代わりにインバータを取り付け、これを並列接続する構成と、複数の単セルコンバータの出力を、モジュール内に設けたインバータに入力して、交流電力を出力する構成とが考えられる。本実施形態ではどちらの構成を採用しても良いが、太陽電池モジュールから出力する商用交流電力を家庭用コンセントを介して供給可能なように、出力側の端子をコンセントプラグ形状とする。

【0119】

図8は、本実施形態の太陽電池モジュールの使用例を示す概略図である。図8の例では、上記第1の実施形態に関して説明した図1と同様に、商用系統51と家庭用分電盤53の間には売買電メータ箱52が設置されており、家庭用分電盤53から、複数の家庭用コンセント55に分岐接続されている。そして、本実施形態の太陽電池モジュール1より出力される交流電力は、コンセントプラグ32から家庭用コンセント55を介して家庭用分電盤53に逆潮流電力として供給され、負荷54などによって使用される。

【0120】

このように、本実施形態の太陽電池モジュールは商用周波数の交流電力を出力する構成としたため、太陽電池モジュールの出力端子をコンセントプラグ32として、家庭用コンセント55に直接接続することにより電力逆潮流が可能であり、設置場所や所望の発電電力に応じてモジュール単位での増減が容易に行なえる。

【0121】

また、本実施形態によれば、上記第1及び第2の実施形態と同様の効果も得られる。

【0122】**<他の実施形態>**

尚、以上の実施形態においては、太陽電池セルを直流電源として用いる太陽光発電システム及び太陽電池モジュールを例に挙げて説明したが、本発明は、直流電源として燃料電池や熱電対またはプラズマ発電装置など、太陽電池以外の様々な電源を用いる電力変換システムやモジュールにも適用できる。

【0123】

また、本発明のシステムは商用電力系統に電力を供給するものとしたが、工場などにおける自家交流発電設備など、商用交流電力系統以外の交流電力系統に電力を供給するようにしてももちろんかまわない。

【0124】**【発明の効果】**

以上説明したように本発明によれば、一部の太陽電池セルが日陰となっていても、太陽電池モジュールを構成する太陽電池セルに逆電圧が加わる恐れがない。このため、セル毎にバイパスダイオードを設ける必要がなくなり、コストを低下できる。

【0125】

また、太陽電池セル同士を直列接続する際に用いていた電気接続部材を太陽電池セル間のギャップに配置する必要がなくなる。このため、太陽電池セル同士のギャップを大幅に小さくすることができるので、太陽電池モジュールの面積発電効率を大きくすることができる。

【0126】

その上、各太陽電池セルに高い電位を有する部分が存在しなくなると共に、太陽電池セル間の電位差がほとんどなくなる。このため、たとえピンホールが発生してそこから水分が侵入しても、太陽電池モジュールの外郭などに漏洩電流が流れることがほとんど無くなる。その結果、太陽電池モジュールの外郭部や太陽電池セルの電食を防止することができるために、太陽電池モジュールの耐久性及び信頼性を向上させることができる。

【0127】

更に、太陽電池モジュール内の配線部分に流れる電流値が小さくなるので、終電電極や正極端子のサイズを小さくでき、太陽電池モジュールのコストを低減し、エネルギー変換効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る太陽電池モジュールを使用した太陽光発電システムの概略構成を示す図である。

【図2】第1の実施形態の太陽電池モジュールの概略構成を示すブロック図である。

【図3】図2のDC/DCコンバータの構成を示すブロック図である。

【図4】図2の単セルコンバータの横断面図である。

【図5】図2の太陽電池モジュールの横断面図である。

【図6A】図2の太陽電池モジュールの概略構成を示す図である。

【図6B】図6Aの太陽電池モジュールの電気的接続を模式的に示した図である。

【図6C】図6Aの太陽電池モジュールの電気的接続を模式的に示した図である。

【図7A】第2の実施形態の太陽電池モジュールの概略構成を示す図である。

【図7B】図7Aの太陽電池モジュールの電気的接続を模式的に示した図である。

【図7C】図7Aの太陽電池モジュールの電気的接続を模式的に示した図である。

【図8】第3の実施形態の太陽電池モジュールを使用した太陽光発電システムの概略構成を示す図である。

【図9A】従来の太陽電池セルの概略構成を示す断面図である。

【図9B】図9Aに示した太陽電池セルを4枚直列接続した太陽電池モジュールを示す図である。

10

20

30

40

50

【図9C】図9Bの太陽電池モジュールの電気的接続を模式的に示した図である。

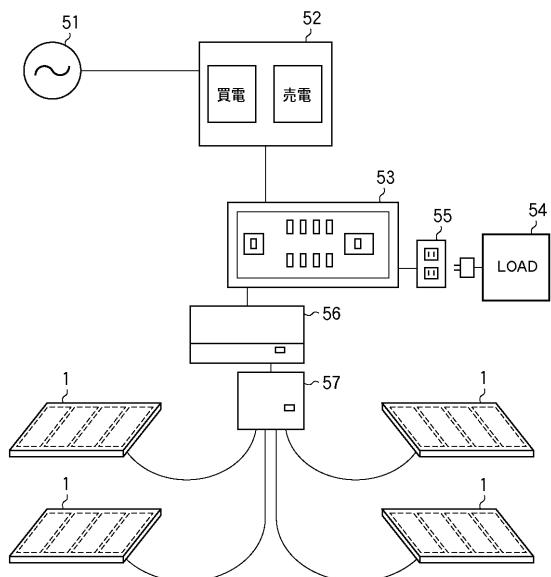
【図10A】従来の太陽電池モジュール2つを並列接続した構成を示す図である。

【図10B】図10Aの電気的接続を模式的に示した図である。

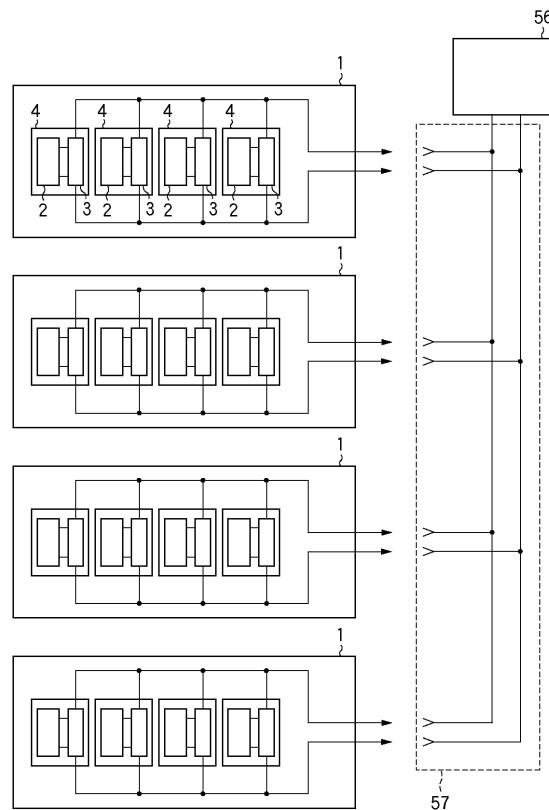
【符号の説明】

1	太陽電池モジュール	
2	太陽電池セル	
3	DC / DCコンバータ	
4	単セルコンバータ	
10	入力ノイズフィルタ	
12	昇圧回路	
16	出力ノイズフィルタ	
17	昇圧制御回路	
18	入力端子	
19	出力端子	
22	入力電流検出器	
23	入力電圧検出器	
28	出力電圧検出器	
32	コンセントプラグ	
51	商用系統	
52	売買電メータ箱	20
53	家庭用分電盤	
54	家庭内負荷	
55	家庭用コンセント	
56	連系インバータ	
57	接続箱	
101	ステンレス薄板	
102	光電変換層	
103	集電電極	
104	絶縁テープ	
105	正極タブ	30
201	絶縁層	
202	正極側導電層	
203	外郭導体部	
204	負極側導電層	
205	充填剤	
206	耐候性フィルム	
207	充填剤	
208	リード線	
301	太陽電池セル	
302	太陽電池セル基板	40
303	半導体層	
304	負極端子	
305	正極端子	
306	絶縁膜	
307	外郭導体部	
311、312、313、314	太陽電池モジュール	

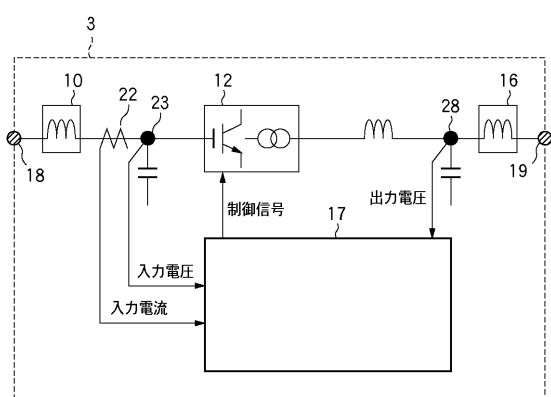
【図1】



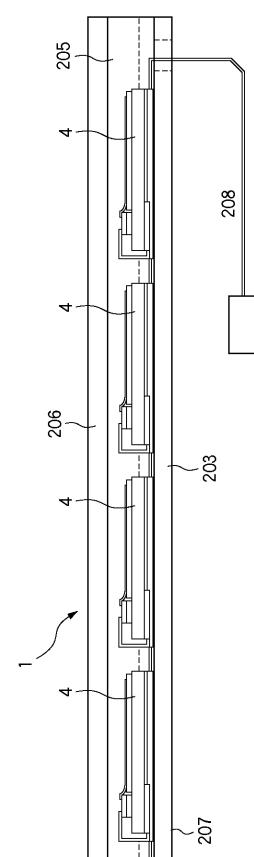
【図2】



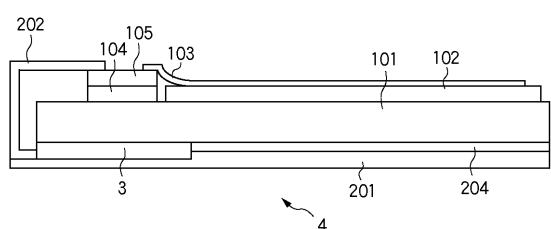
【図3】



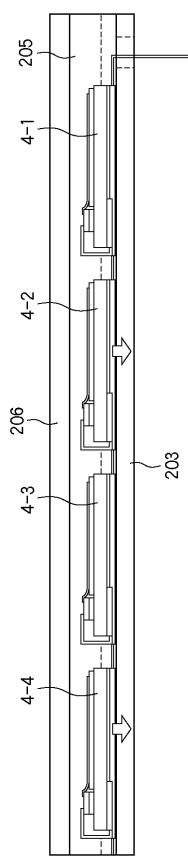
【図5】



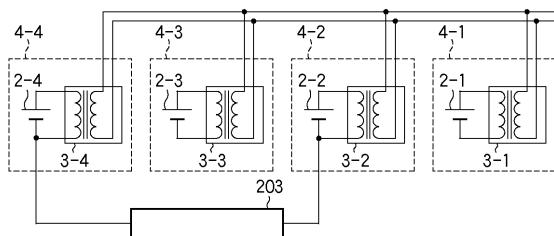
【図4】



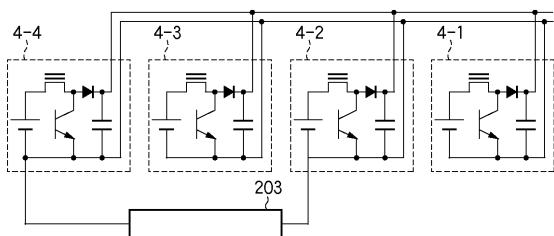
【図 6 A】



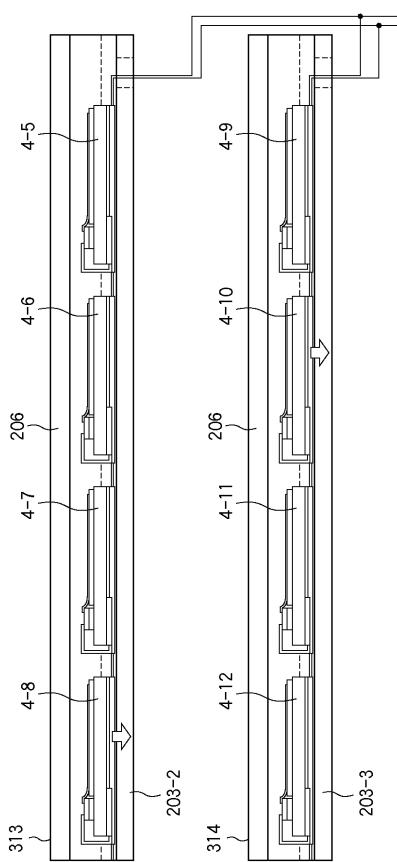
【図 6 B】



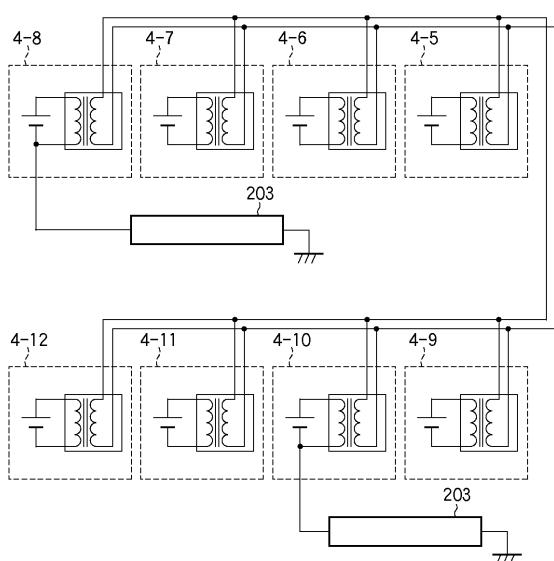
【図 6 C】



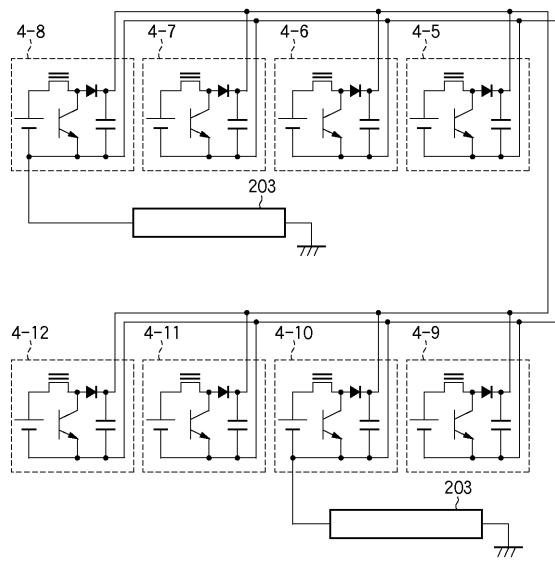
【図 7 A】



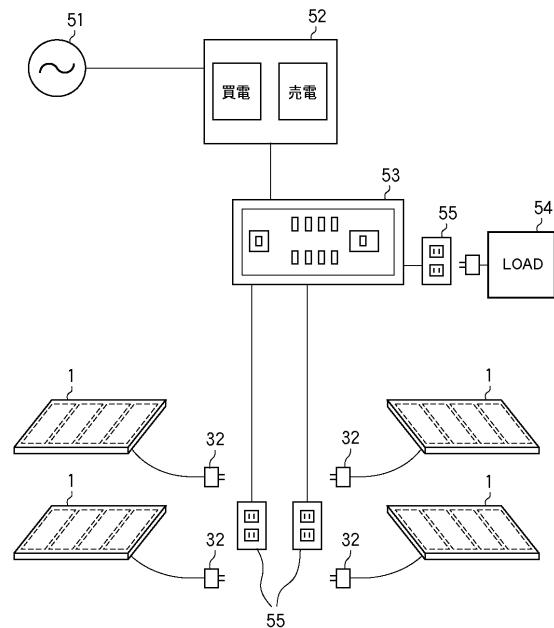
【図 7 B】



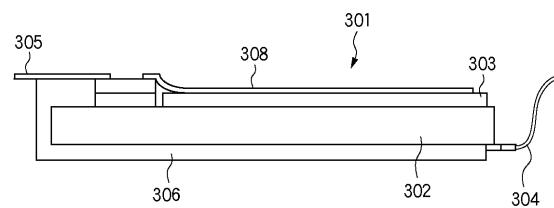
【図 7 C】



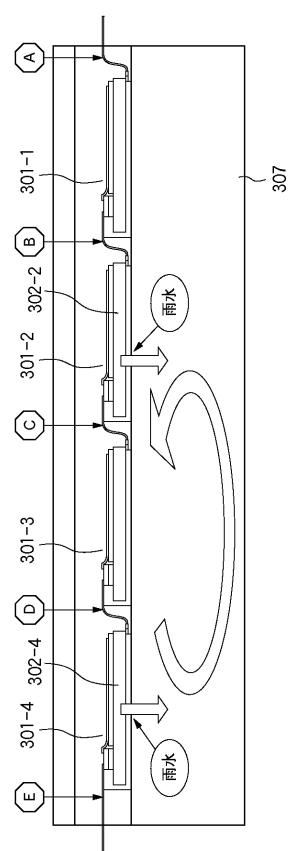
【図 8】



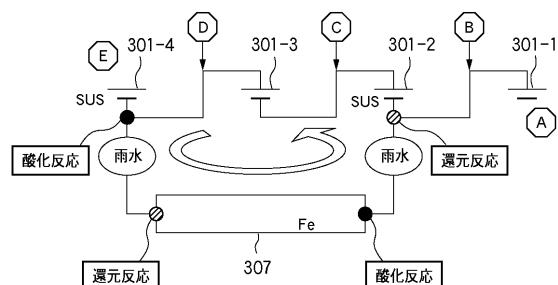
【図 9 A】



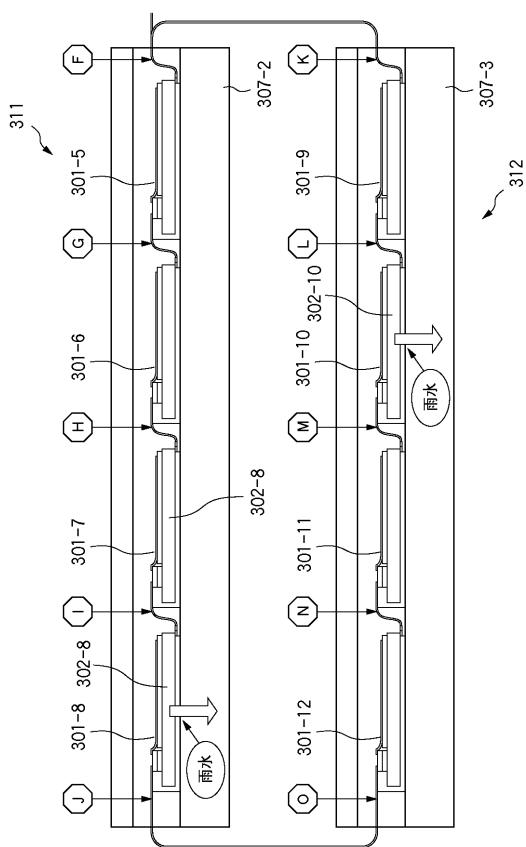
【図 9 B】



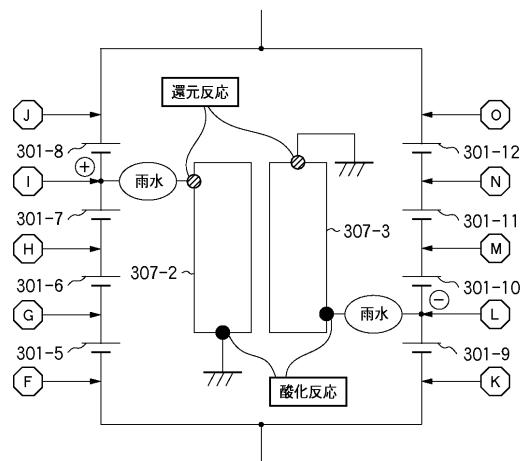
【図 9 C】



【図 10 A】



【図 10 B】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5F051 AA05 BA18 CA14 DA04 FA04 GA02 KA04
5H730 AA15 AS04 BB14 BB21 BB82 DD02