

(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2012-94844

(P2012-94844A)

(43) 公開日 平成24年5月17日(2012.5.17)

(51) Int.Cl.

H01L 31/042 (2006.01)

F I

H01L 31/04

R

テーマコード (参考)

5F151

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2011-211990 (P2011-211990)  
 (22) 出願日 平成23年9月28日 (2011. 9. 28)  
 (31) 優先権主張番号 特願2010-217099 (P2010-217099)  
 (32) 優先日 平成22年9月28日 (2010. 9. 28)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000153878  
 株式会社半導体エネルギー研究所  
 神奈川県厚木市長谷398番地  
 (72) 発明者 山崎 舜平  
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社  
 半導体エネルギー研究所内  
 Fターム(参考) 5F151 BA18 JA13

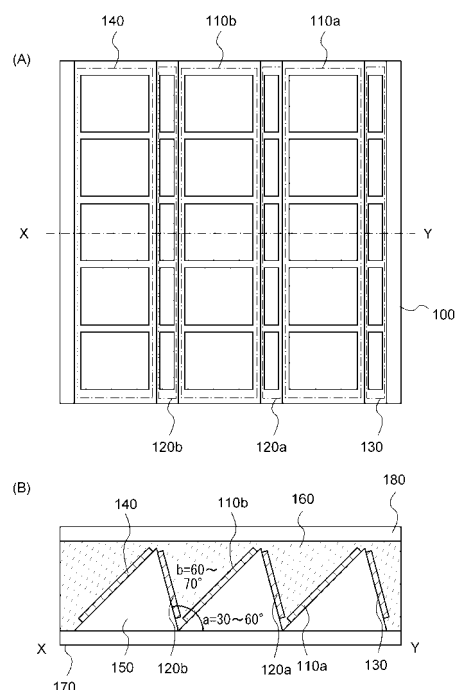
(54) 【発明の名称】 太陽電池モジュール

## (57) 【要約】

【課題】風害を抑え、低コストで設置が可能な太陽電池モジュールを提供する。

【解決手段】支持基板と、複数の第1のセルと、複数の第2のセルと、を有し、第1のセルは支持基板に対して角度 $a$ をなして設置され、第2のセルは第1のセルに対して角度 $b$ をなし、かつ、第2のセルは支持基板に対して角度 $a + 角度b$ をなして設置され、第1のセルと第2のセルは、それぞれの受光面が向き合うように設置された太陽電池モジュールである。該モジュールは、発電能力を損なうことなく、平地に対して略水平に設置することができる。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

支持基板と、  
複数の第 1 のセルと、  
複数の第 2 のセルと、  
保護基板と、  
を有し、

前記第 1 のセルの下面は前記支持基板の上面に対して角度  $a$  をなして設置され、  
前記第 2 のセルの下面は前記第 1 のセルの下面に対して角度  $b$  をなし、かつ、前記第 2 のセルの下面は前記支持基板の上面に対して角度  $a + 角度 b$  をなして設置され、  
前記第 1 のセルと前記第 2 のセルは、それぞれの受光面が向き合うように設置されていることを特徴とする太陽電池モジュール。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 において、前記角度  $a$  は、 $30^\circ$  以上  $60^\circ$  以下であることを特徴とする太陽電池モジュール。

**【請求項 3】**

請求項 1 または 2 において、前記角度  $b$  は、 $60^\circ$  以上  $70^\circ$  以下であることを特徴とする太陽電池モジュール。

**【請求項 4】**

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項において、前記第 1 のセルと前記第 2 のセルは電氣的に並列接続されていることを特徴とする太陽電池モジュール。

20

**【請求項 5】**

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項において、前記支持基板と前記保護基板は略並行であることを特徴とする太陽電池モジュール。

**【請求項 6】**

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項記載の太陽電池モジュールを傾斜角  $0^\circ$  以上  $10^\circ$  未満で設置することを特徴とする太陽光発電システム。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

低コストで設置が可能な太陽電池モジュールに関する。

30

**【背景技術】****【0002】**

近年、地球温暖化対策として、発電時に二酸化炭素の排出の無い太陽電池が注目されている。太陽電池の発電量は太陽光の照度に依存するため、太陽電池モジュールは、年間を通しての発電量が最大となるような傾斜角をつけて設置されるのが一般的である。または、太陽高度が低い季節における発電量が最大となるような傾斜角をつけて設置することもある。

**【0003】**

発電量を向上させるには、太陽電池モジュールに太陽光ができるだけ垂直に照射されるように設置することが望ましい。例えば、北緯が  $30^\circ$  乃至  $40^\circ$  の地域では、方位角が  $0^\circ$ （南向き）、傾斜角が  $20^\circ$  乃至  $40^\circ$  になるように太陽電池モジュールを設置すると良い。

40

**【0004】**

上記の様な適切な傾斜角をつけて太陽電池モジュールを設置するには架台が必要となる。傾斜角を有する太陽電池モジュールは、様々な方向から風を受けることになるため、架台は強風に耐えうるように強固でなければならない。架台の強度が十分でない場合には、太陽電池モジュールが強風で飛ばされる、または位置がずれるなどの風害が起きやすくなる。

**【0005】**

50

風害を抑える手段として、架台の脚部の周囲を保護板で覆い、風圧力を分散する軽量の架台を構成する方法が特許文献 1 に開示されている。また、先端にかえしを有する矢じり部を設けた杭を地中に打ち込み、その杭に架台を固定することで風圧力による太陽電池モジュールの引き抜きを防止させる方法が特許文献 2 に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開平 08 274364 号公報

【特許文献 2】特開平 05 3335 号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記のような対策を取ったとしても、太陽電池モジュールは、設置する国の法令で定められた風圧力に耐えうるように設置しなければならず、強固な架台を必要とすることに変わりはない。

【0008】

太陽光発電システムの構築コスト全体に対して、架台及び工事費が占める割合は、太陽電池モジュールと同等、またはそれ以上となっており、太陽光発電の普及を妨げる一要因となっている。したがって、十分なコスト削減を伴える風害対策が望まれている。

【0009】

20

したがって、本発明の一態様は、風害を抑え、低コストで設置が可能な太陽電池モジュール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】

【0010】

本明細書で開示する本発明の一態様は、発電能力を損なうことなく、平地に対して略水平に設置できる太陽電池モジュールに関する。

【0011】

本明細書で開示する本発明の一態様は、支持基板と、複数の第 1 のセルと、複数の第 2 のセルと、を有し、第 1 のセルの下面は支持基板の上面に対して角度  $a$  をなして設置され、第 2 のセルの下面は第 1 のセルの下面に対して角度  $b$  をなし、かつ、第 2 のセルの下面は支持基板の上面に対して角度  $a + 角度 b$  をなして設置され、第 1 のセルと第 2 のセルは、それぞれの受光面が向き合うように設置されていることを特徴とする太陽電池モジュールである。

30

【0012】

本明細書において「第 1」、「第 2」等の数詞の付く用語は、要素を区別するために便宜的に付与しているものであり、数的に限定するものではなく、また配置及び段階の順序を限定するものでもない。

【0013】

上記角度  $a$  は、 $30^\circ$  以上  $60^\circ$  以下であることが好ましい。また、角度  $b$  は、 $60^\circ$  以上  $70^\circ$  以下であることが好ましい。第 1 のセルと第 2 のセルのそれぞれの受光面が角度  $b$  をなして、向き合って設置されていることで、一方のセルの受光面で反射した入射光が他方のセルの受光面に入射し、反射光が有効に利用されることから発電量を増加させることができる。

40

【0014】

また、第 1 のセルと第 2 のセルは電氣的に並列接続することが好ましい。セルの発電量が第 1 のセルと第 2 のセルで異なる場合があるため、直列接続すると一方が抵抗となり、電力を損失することがある。

【0015】

また上記のように構成した太陽電池モジュールは、地面と略並行な設置面に対して、傾斜角  $0^\circ$  以上  $10^\circ$  未満で設置することが好ましい。このような角度で設置することで、風

50

を受ける面積を減少させることができ、太陽電池モジュールが受ける風害を極力抑えることができる。

【 0 0 1 6 】

また、上記のように本発明の一態様における太陽電池モジュールは、その内部でセルが支持基板に対して角度をなして設置され、太陽光を効率良く取り込むことができる。したがって、平地に略水平に設置しても太陽電池モジュールに傾斜角を設けて設置する場合と同等以上の発電量を得ることができる。

【 発 明 の 効 果 】

【 0 0 1 7 】

本発明の一態様によって、太陽電池モジュールに対する風害を抑え、設置コストの低い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 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 太陽電池モジュールを説明する平面図及び断面図。

【 図 2 】 セル表面での光の反射を説明する断面図。

【 図 3 】 太陽電池モジュールの設置形態を説明する断面図。

【 発 明 を 実 施 す る た め の 形 態 】

【 0 0 1 9 】

以下では、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。ただし、本発明は以下の説明に限定されず、その形態及び詳細を様々に変更し得ることは、当業者であれば容易に理解される。また、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一部分または同様な機能を有する部分には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略することがある。

【 0 0 2 0 】

本実施の形態では、本発明の一態様である太陽電池モジュールの構造、及びその設置形態について説明する。

【 0 0 2 1 】

なお、本明細書において、「セル」とは太陽電池単体のことを言い、「モジュール」とは支持基板と保護基板との間で固定された複数のセルが電氣的に接続されている状態のものを言う。

【 0 0 2 2 】

図 1 ( A )、( B ) は、本発明の一態様における太陽電池モジュールの平面図及び断面図の一例である。図 1 ( A ) の線 X - Y における断面図が図 1 ( B ) に相当する。本実施の形態における太陽電池モジュール 1 0 0 は、支持基板 1 7 0、セルの固定台 1 5 0、第 1 のセル 1 1 0 a、1 1 0 b、第 2 のセル 1 2 0 a、1 2 0 b、第 3 のセル 1 3 0、第 4 のセル 1 4 0、封止樹脂 1 6 0、保護基板 1 8 0 を含んで構成される。なお、第 3 のセル 1 3 0、第 4 のセル 1 4 0、封止樹脂 1 6 0 は省いても良い。また、太陽電池モジュールの構造を強化し、架台に据え付けるためのフレームは図示していない。

【 0 0 2 3 】

支持基板 1 7 0 には、P E T ( ポリエチレンテレフタレート ) や P E N ( ポリエチレンナフタレート ) などのシートを用いることができる。更にそれらにシリカなどの無機膜を形成したシートを用いるとガスバリア性が向上し、水蒸気などによるセルの劣化を抑えることができる。

【 0 0 2 4 】

セルの固定台 1 5 0 は三角柱状であり、その側面の 1 つが支持基板 1 7 0 側に固定され、他の側面にセルが固定される。セルの固定台 1 5 0 は中空とすることもでき、内部にバッテリーや D C - D C コンバータを入れることもできる。なお、図 1 では、セルの固定台 1 5 0 を 3 つ用いた例を示しているが、セルの固定台 1 5 0 の数は任意であり、実施者が決定すれば良い。また、セルの固定台 1 5 0 は箱状のものに限らず、板を階段状に折り曲げたもの、支持基板 1 7 0 の上部を切削加工したものであっても良い。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 5 】

セルの材料は特に限定されず、単結晶シリコン、多結晶シリコン、またはアモルファスシリコンなどのシリコン系材料、カドミウムテルル ( C d T e ) または C I G S ( C u ( I n , G a ) S e <sub>2</sub> ) などの化合物半導体材料で形成された太陽電池を用いることができる。なお、図 1 ( A ) では、セルの固定台 1 5 0 の一側面に 5 枚のセルを設けた例を示しているが、枚数は任意であり、実施者が決定すれば良い。なお、薄膜系の太陽電池を用いる場合は、セルの固定台 1 5 0 の一側面に集積化された一つのサブモジュールを固定しても良い。

## 【 0 0 2 6 】

図示した通り、セルの固定台 1 5 0 が 3 つ隣接して設置してある場合について説明すると、右側のセルの固定台の一方の側面には第 1 のセル 1 1 0 a、他方の側面には第 3 のセル 1 3 0 が固定される。中央のセルの固定台の一方の側面には第 1 のセル 1 1 0 b、他方の側面には第 2 のセル 1 2 0 b が固定される。左側のセルの固定台の一方の側面には第 4 のセル 1 4 0、他方の側面には第 2 のセル 1 2 0 b が固定される。

10

## 【 0 0 2 7 】

このようにして、第 1 のセル 1 1 0 a と第 2 のセル 1 2 0 a、第 1 のセル 1 1 0 b と第 2 のセル 1 2 0 b のそれぞれは、V 字型に向かい合って固定される。なお、第 1 のセル 1 1 0 a、1 1 0 b は支持基板 1 7 0 に対して 3 0 ° 以上 6 0 ° 以下の角度 a をなして固定されることが好ましい。また、第 2 のセル 1 2 0 a、1 2 0 b は、第 1 のセル 1 1 0 a、1 1 0 b に対して 6 0 ° 以上 7 0 ° 以下の角度 b をなして固定されることが好ましい。角度 a 及び角度 b の詳細については、後述するモジュールの効果とともに説明する。

20

## 【 0 0 2 8 】

ここで、第 1 のセル 1 1 0 a、1 1 0 b と第 2 のセル 1 2 0 a、1 2 0 b のそれぞれは、サイズが異なっても良く、セルの固定台 1 5 0 の側面に合わせたサイズのセルを用いれば良い。もちろん、同じサイズのセルを用いても良い。

## 【 0 0 2 9 】

なお、面積や太陽光の入射角が異なるようなセルは発電量が異なるため、これらを直列接続すると一方が抵抗となり、発電した電力を損失することがある。したがって、第 1 のセル 1 1 0 a、1 1 0 b と第 2 のセル 1 2 0 a、1 2 0 b は並列接続することが好ましい。例えば、図 1 ( A ) に示す縦方向 1 列のセルを直列接続とし、それらを並列接続する構成を採用しても良い。なお、並列接続には D C - D C コンバータを介する接続も含まれる。

30

## 【 0 0 3 0 】

セルの上部には封止樹脂 1 6 0 及び保護基板 1 8 0 が形成される。封止樹脂 1 6 0 には E V A ( E t h y l e n e V i n y l A c e t a t e ) やシリコーン樹脂、保護基板 1 8 0 には、白板ガラスなどのガラス基板や耐候性の樹脂基板などを用いればよい。封止樹脂 1 6 0 には保護基板 1 8 0 と屈折率が近い材料を用いることで、モジュールの構成材料界面での光反射による損失を抑えることができる。なお、保護基板 1 8 0 は支持基板 1 7 0 と略並行になる構成とすることで、太陽電池モジュール表面が平滑となり、ゴミなどの堆積などによる変換効率の低下を防ぐことができる。

## 【 0 0 3 1 】

次に、太陽電池モジュール 1 0 0 の構成の効果について説明する。

40

## 【 0 0 3 2 】

太陽電池モジュール 1 0 0 の構成では、三角柱のセルの固定台側面にセルが固定されているため、支持基板 1 7 0 上の平面にセルを固定するよりも受光面積を増加させることができる。例えば、角度 a、角度 b が 6 0 ° であった場合、1 枚のセルを設置するために支持基板が必要とする実効的な面積は、支持基板 1 7 0 上の平面に設置する場合と比べて約 1 / 2 となる。したがって、太陽電池モジュール 1 0 0 は、従来の太陽電池モジュールに対して単位面積あたり約 2 倍の受光面を有する構成となる。ただし、セルの受光量も約 1 / 2 となるため、計算上のモジュール変換効率はほとんど変化しない。

## 【 0 0 3 3 】

50

しかしながら、図 2 に示すように、光 3 0 0 がセルに照射されると、セルの表面でその一部が反射し、向かい合うセルに照射される。この反射光が発電に有効に利用されるため、従来の平面に設置するよりもモジュール変換効率を向上させることができる。なお、図 2 においては、図面を明確にするために封止樹脂 1 6 0 及び保護基板 1 8 0 は省いて図示してある。

#### 【 0 0 3 4 】

ここで、第 1 のセルと第 2 のセルがなす角度  $b$  は、 $60^\circ$  以上  $70^\circ$  以下であることが好ましい。このようなセルが V 字型に設置されている構成において光 3 0 0 が適切な角度から入射されると、図示したように反射光が向かい合うセルに対して垂直に近くなるため、再反射する光の量が少なく、光の利用効率が向上する。なお、表面にテクスチャ構造が形成されたセルを用いれば、更に光の利用効率が向上し、発電量を増加させることができる。

10

#### 【 0 0 3 5 】

実際に単結晶シリコンで作製した 5 インチ角のセル（表面テクスチャなし）を角度  $a =$  角度  $b = 60^\circ$  になるように支持基板上に設置し、支持基板に対して垂直に光を照射した場合、平面に設置したものに比べて変換効率が 2 % 増加することが確かめられている。

#### 【 0 0 3 6 】

このように、本発明の一態様は、V 字型に設置されている一对のセルの構成において、一方のセルの反射光を直接他方のセルの光電変換に利用することを特徴の一つとしている。従来の平面にセルを設置するモジュールでは、一つのセルの反射光が保護基板などで反射され、別のセルに照射されることはあるが、反射光の減衰率が大きく、光電変換にはほとんど寄与しない。

20

#### 【 0 0 3 7 】

ここで、上記のように太陽電池モジュール 1 0 0 の変換効率を向上させるには、モジュールの設置方向や光 3 0 0 の照射方向を適切にする必要がある。

#### 【 0 0 3 8 】

まず、モジュールの設置方向は、図 1 の X - Y 方向を南北またはその逆とすることが好ましい。このような方向に設置することで、例えば南中時に図 2 のような角度で光 3 0 0 がモジュールに照射される場合は、日の出や日の入り近くの太陽高度が低い場合でもセルに陰が生じることはなく、高い発電量を得ることができる。一方で、X - Y 方向を東西またはその逆とした場合は、太陽高度が高い時間帯は問題無いが、太陽高度が低い場合には三角柱型のセルの固定台 1 5 0 で生じる陰がセルに及ぶため、発電量が極端に低下してしまう。

30

#### 【 0 0 3 9 】

モジュールに対する光の照射方向の制御は、セルの固定台 1 5 0 の角度  $a$  を制御することで行う。角度  $a$  を制御することでセルに照射される光の角度を制御できるため、モジュールを傾斜させずに設置することができる。

#### 【 0 0 4 0 】

角度  $a$  は、モジュールを設置する地点の緯度や季節によって適切な値が異なるため、その時点での南中高度を考慮し決定すれば良い。ただし、 $30^\circ$  未満とした場合は、第 1 のセルと第 2 のセルのサイズが大きく異なるため、上記反射光の効果が十分でなくなってしまう。したがって、角度  $a$  は、 $30^\circ$  以上  $60^\circ$  以下とすることが好ましい。また、わずかにモジュールを傾斜（ $10^\circ$  未満）させて角度  $a$  を補うこともできる。

40

#### 【 0 0 4 1 】

このように、太陽電池モジュール 1 0 0 は、傾斜角が  $0^\circ$  以上  $10^\circ$  未満のほとんど傾きのない状態で架台に設置することにより、発電量を増大させることのできる構成となっている。

#### 【 0 0 4 2 】

図 3 ( A ) に示すように、従来の太陽電池モジュール 2 0 0 は、発電量を増大させるために架台 2 1 0 に搭載して傾けて設置するため、風の当たる面積が大きく、風害を受ける可

50

能性が高まる。なお、架台には基礎や土台が含まれない場合もあるが、ここでは太陽電池モジュールを設置するための支持具を架台と表現する。

【 0 0 4 3 】

風 4 0 0 が太陽電池モジュール 2 0 0 の裏側から入ると、モジュールを持ち上げる力 5 0 0 が発生するため、モジュールが飛ばされる場合や架台が破損する場合がある。そのため、従来の太陽電池モジュール 2 0 0 の設置には、風害防止に強固な架台を必要とした。

【 0 0 4 4 】

一方、本発明の一態様の太陽電池モジュール 1 0 0 は、発電量を低下させることなく、平地に対して略水平に設置することができるため、図 3 ( B ) に示すように風を受ける面積は小さくなり、モジュールを持ち上げる力が発生しにくい。したがって、太陽電池モジュール 1 0 0 の設置には、少なくともモジュールを傾斜させて設置するための強固で高価な架台は不要であり、モジュールを地面と略並行に設置するための安価な架台 2 2 0 を用い

10

【 0 0 4 5 】

以上説明した通り、太陽電池モジュール 1 0 0 を用いることで、設置コストが低く、設置する国の法令で定められた風圧力に耐えうる風害に強い太陽光発電システムを構築することができる。

【 符号の説明 】

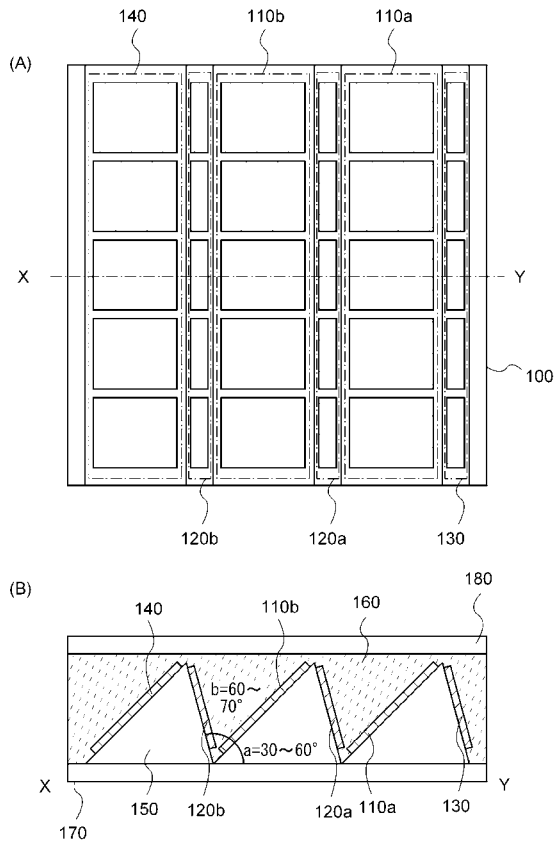
【 0 0 4 6 】

1 0 0      太陽電池モジュール  
 1 1 0 a      第 1 のセル  
 1 1 0 b      第 1 のセル  
 1 2 0 a      第 2 のセル  
 1 2 0 b      第 2 のセル  
 1 3 0      第 3 のセル  
 1 4 0      第 4 のセル  
 1 5 0      固定台  
 1 6 0      封止樹脂  
 1 7 0      支持基板  
 1 8 0      保護基板  
 2 0 0      太陽電池モジュール  
 2 1 0      架台  
 2 2 0      架台  
 3 0 0      光  
 4 0 0      風  
 5 0 0      力

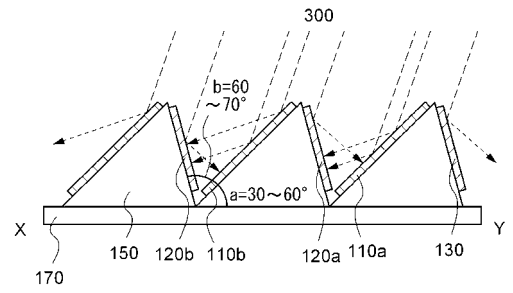
20

30

【図 1】



【図 2】



【図 3】

