

(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2018-157099

(P2018-157099A)

(43) 公開日 平成30年10月4日(2018.10.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 31/0224 (2006.01)	HO 1 L 31/04 2 6 0	5 F 1 5 1
HO 1 L 31/0749 (2012.01)	HO 1 L 31/06 4 6 0	
HO 1 L 31/078 (2012.01)	HO 1 L 31/06 6 0 0	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2017-53463 (P2017-53463)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成29年3月17日 (2017.3.17)	(74) 代理人	100111121 弁理士 原 拓実
		(74) 代理人	100125667 弁理士 小林 幹雄
		(74) 代理人	100138601 弁理士 山下 正成
		(74) 代理人	100149629 弁理士 柘 周作
		(74) 代理人	100200218 弁理士 沼尾 吉照
		(74) 代理人	100200148 弁理士 今野 徹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池、多接合型太陽電池、太陽電池モジュール及び太陽光発電システム

(57) 【要約】

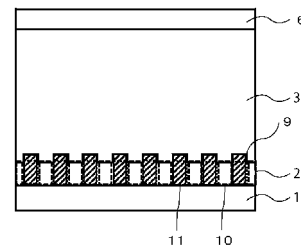
【課題】実施形態は、変換効率を向上させた太陽電池、多接合型太陽電池、太陽電池モジュール及び太陽光発電システムを提供する。

【解決手段】実施形態の太陽電池は、光透過性をもつ基板1と、複数の金属部9を有し、光透過性をもつ第1電極2と、前記第1電極2上に設けられ、光を吸収する光吸収層3と

、前記光吸収層3上に設けられ、光透過性をもつ第2電極6と、を具備する。

【選択図】 図1

100



- 【特許請求の範囲】
- 【請求項 1】  
光透過性を持つ基板と  
複数の金属部を有し、光透過性を持つ第 1 電極と、  
前記第 1 電極上に設けられ、光を吸収する光吸収層と、  
前記光吸収層上に設けられ、光透過性を持つ第 2 電極と、  
を具備する太陽電池。
- 【請求項 2】  
前記金属部は、前記基板側表面から前記第 1 電極の光吸収層側表面まで形成されてなる、請求項 1 記載の太陽電池。 10
- 【請求項 3】  
前記金属部は、前記基板側表面から前記光吸収層内部まで形成されてなる、請求項 1 記載の太陽電池。
- 【請求項 4】  
前記第 1 電極は、光透過部分と非光透過部分を含む請求項 1 乃至 3 のいずれか記載の太陽電池。
- 【請求項 5】  
前記非光透過部分は、前記金属部である請求項 1 乃至 4 のいずれか記載の太陽電池。
- 【請求項 6】  
前記基板は、アルカリ金属を含む請求項 1 乃至 5 のいずれか記載の太陽電池。 20
- 【請求項 7】  
前記第 1 電極の光吸収層側表面において、前記光透過部分及び前記非光透過部分を合わせた面積に対し光透過部分の面積の割合が 50%以上 99.95%以下である請求項 1 乃至 6 のいずれか記載の太陽電池。
- 【請求項 8】  
前記金属部は、金属、合金、導電性酸化物と導電性窒化物のうちのいずれか 1 種以上を含む請求項 1 乃至 7 のいずれか記載の太陽電池。
- 【請求項 9】  
前記金属部は、Mo, Pt, Ir と Pd のうちのいずれか 1 種以上を含む請求項 1 乃至 8 のいずれか記載の太陽電池。 30
- 【請求項 10】  
前記光透過部分において前記第 1 電極と前記光吸収層の間に第 1 絶縁膜が存在する請求項 1 乃至 9 のいずれか記載の太陽電池。
- 【請求項 11】  
請求項 1 乃至 10 のいずれか記載の太陽電池を用いた多接合型太陽電池。
- 【請求項 12】  
請求項 1 乃至 11 のいずれか記載の太陽電池または請求項 5 に記載の多接合型太陽電池を用いた太陽電池モジュール。
- 【請求項 13】  
請求項 12 に記載の太陽電池モジュールを用いた太陽光発電システム。 40
- 【発明の詳細な説明】
- 【技術分野】
- 【0001】  
実施形態は、太陽電池、多接合型太陽電池、太陽電池モジュール及び太陽光発電システムに関する。
- 【背景技術】
- 【0002】  
太陽電池として多接合型(タンデム)がある。波長帯毎に効率の良いセルを用いることができるため、単接合よりも高い変換効率が期待される。銅(Cu)、インジウム(In)、ガリウム(Ga)、セレン(Se)の 4 種類の元素を原料として生成された化合物半導 50

体を使用したカルコパイライト太陽電池は他の太陽電池より変換効率がよいことが知られており、ワイドギャップ化をすることによりトップセル候補となりうる。しかしながら、トップセルとして用いる場合バンドギャップ以下の光を透過させるために透明電極を用いる必要がある。透明電極上に直接光吸収層を成膜すると界面が酸化してしまい良いコンタクトが形成できないため、変換効率を下げる要因となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第5875124号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

実施形態は、変換効率を改善した太陽電池、多接合型太陽電池、太陽電池モジュール及び太陽光発電システムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

実施形態の太陽電池は、光透過性をもつ基板と、複数の金属部を有し、光透過性をもつ第1電極と、前記第1電極上に設けられ、光を吸収する光吸収層と、前記光吸収層上に設けられ、光透過性をもつ第2電極と、を具備する。

【図面の簡単な説明】

20

【0006】

【図1】実施形態にかかわる太陽電池の断面概念図。

【図2】実施形態にかかわるイメージ図。

【図3】実施形態にかかわる断面図。

【図4】本実施形態の製造方法のフローチャート。

【図5】実施形態にかかわる太陽電池の断面概念図。

【図6】実施形態にかかわる光学顕微鏡像。

【図7】実施形態にかかわる多接合太陽電池の断面概念図。

【図8】実施形態にかかわる太陽電池モジュールの概念図。

【図9】実施形態にかかわる太陽光電池システムの概念図。

30

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下、図面を参照しながら、本発明の好適な一実施形態について詳細に説明する。

【0008】

(第1実施形態)

第1実施形態について図1を参照して説明する。本実施形態に係る太陽電池100は、光が透過するアルカリ金属を含む基板1と、基板1上に設けられる第1電極2と、を備える。第1電極2上に光吸収層3を有している。また、光吸収層3上に第2電極6が存在する。第2電極上から入射した光によって光吸収層3は、第2電極6に電子を供給する。第1電極2は、アルカリ金属を光吸収層3に拡散させる金属部9を有する非光透過部分11を含んでいる。また、非光透過部分11は、基板1と対向している。第1電極2はさらに、非光透過部分11に隣接して光吸収層3から入射した光を透過させる材料を有する光透過部分10を含んでいる。非光透過部分とは、光透過性を持たない部分のことであり、光透過性とは、光が透過可能である性質のことである。

40

【0009】

ここで、本明細書内の「対向」は互いに向き合っていることを示しており、コンタクトして対向してもよいし、他の構成要素が間にあって対向してもよい。また、「上」及び「下」は基板1から第2電極6に最短で向かう方向(積層方向)における上または下を示している。

【0010】

50

図 1 の実施形態では、金属部 9 は基板 1 側表面から第 1 電極 3 の光吸収層 3 側表面まで形成されており、その結果、金属部 9 は、基板 1 および光吸収層 3 の両方にコンタクトしている。この金属 9 は、基板 1 にコンタクトしていればよく、たとえば図 1 に示すように基板 1 側表面から光吸収層 3 内部まで形成されていてもよい。また、本発明の作用を得られる場合には、金属部 9 は、第 1 電極 2 の光吸収層 3 側表面まで形成されず第 1 電極 2 内部まで形成されていてもよい。

#### 【 0 0 1 1 】

(基板)

実施形態の基板 1 としては、アルカリ金属を含んだ光透過性を持つ基板である。光吸収層 3 から入射した光は、基板 1 を透過する。例えば、ソーダライムガラスを用いることが望ましく、石英、白板ガラス、化学強化ガラスなどガラス全般、ステンレス、Ti (チタン) 又は Cr (クロム) 等の金属板あるいはポリイミド、アクリル等の樹脂を用いることもできる。

10

#### 【 0 0 1 2 】

ガラス基板であれば、ナトリウム、カリウムは含まれているので基板からの光吸収層内部への拡散が期待されるが、ガラス中の含有量が少ない場合や、石英やその他の基板を用いる場合にはナトリウム、カリウムを含む材料 (たとえばフッ化物など) を基板に事前に蒸着または成膜しておくことが望ましい。

#### 【 0 0 1 3 】

(第 1 電極)

実施形態の第 1 電極 2 は、光透過性を持つ光透過部分 1 0 と複数の金属部 9 が形成され光透過性を持たない非光透過部分 1 1 を含み、基板 1 と光吸収層 3 との間に存在し開口率が 5 0 % 以上を有する領域である。開口率とは、第 1 電極 2 の光吸収層側表面において、光透過部分 1 0 及び非光透過部分 1 1 を合わせた面積に対し光透過部分 1 0 の面積の割合とする。光透過部分 1 0 とは光を透過する透明電極を有する部分であり、電極が存在しないことを意味するものではない。光透過部分 1 0 によって、光吸収層 3 からの光は基板 1 方向透過し、逆に基板 1 からの光は光吸収層 3 方向へ透過することができる。また、非光透過部分 1 1 には金属部 9 が存在し、この部分では光は透過しないが、基板 1 内のアルカリ金属を光吸収層 3 に拡散させることができる。金属部 9 は例えば、光が入射する方向から見てドット状に離間して設けられる。

20

30

#### 【 0 0 1 4 】

光透過部分 1 0 は、半導体膜を含む透明電極を有する部分である。透明電極としては、例えば、酸化インジウムスズ (ITO: Indium - Tin Oxide) を含む半導体膜を用いることができる。

#### 【 0 0 1 5 】

また、光透過部分 1 0 と光吸収層 3 の間に、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、キャリアドープされた  $\text{ZnO:Ga}$ 、 $\text{ZnO:Al}$  などの酸化物を含む層を積層してもよい。

#### 【 0 0 1 6 】

非光透過部分 1 1 は、金属部 9 を有する部分であり、光吸収層 3 を構成する化合物半導体の酸化を抑えて、かつ、基板 1 由来のアルカリ金属を光吸収層 3 内に拡散させて電流特性を改善する効果を有する。金属部 9 は、光吸収層 3 と反応しない材料又はほとんど反応しない材料、もしくは反応しても導電性を確保できる材料で構成されることが好ましい。そこで、金属部 9 は、金属、合金と導電性酸化物のうちのいずれか 1 種以上を含むことが好ましい。光吸収層 3 が Se や S を含む場合、金属を構成する材料は Se や S による腐食に耐えられる材料が望ましい。金属であれば、貴金属系元素や Mo が好ましい。そこで、金属部 9 は、Mo、Ru、Rh、Pd、Ag、Ir と Pt などのうちのいずれか 1 種以上を含むことが望ましい。導電性酸化物としては、Se 及び S 耐食性の観点から、 $\text{RuO}_2$ 、 $\text{PdO}$ 、 $\text{Rh}_2\text{O}_3$ 、 $\text{PtO}_2$ 、 $\text{IrO}_2$  などが好ましい。また、光吸収層 3 とオーミック接触できる金属が好ましく、仕事関数が深い金属や化合物 (酸化物、窒化物) が好ましい。仕事関数は、5 . 4 e V 以上の金属や化合物 (酸化物) が好ましい。これらのことが

40

50

ら、金属部 9 は、Mo, Pt, Ir と Pd のうちのいずれか 1 種以上を含むことがより好ましい。これら金属は、一種でも二種以上の材料の組合わせで構成されていても良い。

【0017】

光吸収層 3 の第 1 電極 2 を向く面を図 2 のイメージ図のように格子状に 12 領域（横 2、縦 6）に等分割し、各領域の中央部を含む断面を例えば 40k 倍で SEM (Scanning Electron Microscopy: 走査電子顕微鏡) 観察する。領域は、長辺方向に 6 分割、短辺側に 2 分割する。形状が正方形である場合は、どちらを 6 分割してもよい。観察する断面は、積層方向の光吸収層 3、第 1 電極 2 を含む面である。さらに、観察する 12 の断面は、すべて図 2 中の仮想線 X1 から X6 までの線上の断面のように、同一方向の断面である。格子領域の中心を通る各線の角度は、光透過部分 10 及び非光透過部分 11 が観察できるように任意に選択される。金属部 9 が SEM 像で 7 個確認できる面を観察する。観察面中の  $6 \times 10^{-6} \text{ mm}^2$  の領域を観察し、図 3 のイメージ図のような SEM 像を得る。そして、図 3 のイメージ図に示すように各金属部 9 (図 3 では、9A、9B、9C、9D、9E、9F、9G) を第 1 電極 2 側へ射影する。各金属の射影したときの長さを  $L_1, L_2 \dots L_n$  (図 3 では、 $L_1$  から  $L_7$ ) とする。この、 $L_1$  から  $L_n$  を金属部のドット径とする。観察面の第 1 電極 2 の幅を  $L_0$  とする。 $L_1$  から  $L_n$  の和を  $L_s$  とする。そして、 $(L_s / L_0)^2$  で求められる開口率が上記開口率を満たすことを意味する。つまり、 $50\% (L_s / L_0)^2 \geq 99.5\%$  が好ましい。 $61\% (L_s / L_0)^2 \geq 99.5\%$  がより好ましい。 $80\% (L_s / L_0)^2 \geq 99.5\%$  がより好ましい。そして、12 の断面のすべてで上記開口率を満たした状態がより好ましい。この状態を、全体的に上記開口率を満たすものとする。

10

20

【0018】

金属部 9 のドット径は、2nm 以上 20 $\mu\text{m}$  以下が好ましい。ここで金属部 9 のドット径とは、光吸収層 3 の第 1 電極 2 を向いた面であり、積層方向においてほぼ直交する第 1 方向もしくは第 1 方向にほぼ直交する第 2 方向における長さを示している。金属部 9 がドット形状である場合は、ドットの直径を示している。金属部 9 のドット径は、6nm 以上 10 $\mu\text{m}$  以下がより好ましい。金属部 9 のドット径が大きすぎると、透光性のばらつきが生じたり、また、ドット径が小さすぎると光吸収層 3 が酸化されやすくなったりするため好ましくない。

【0019】

金属部 9 の積層方向における長さ（厚さ）は、特に限定されないが、第 1 電極 2 の膜厚と同等か厚くなっていると光吸収層 3 が酸化しにくいという理由から好ましい。金属部 9 を第 1 電極 2 に備えるだけでアルカリ金属を拡散しやすくなるので、金属部 9 の積層方向における長さ（厚さ）は、第 1 電極 2 の膜厚よりも薄くてもよい。光吸収層 3 の移動度があまり高くない場合は、穴あきの中空形状の金属部 9 を用いることで金属部 9 同士の間隔を縮めつつ、開口率を高くできるという点で好ましい。

30

【0020】

例えば、Mo のように SEM で観測した際に結晶が柱状になる材料を用いると、隙間をアルカリ金属が成膜時の加熱により拡散し光吸収層へ拡散しやすくなることから望ましい。電極が厚くなった場合は、加熱時間や温度を調整することで拡散を制御することができる。

40

【0021】

SEM 観察像中に金属部 9 が 7 個確認できない場合は、適宜倍率を変化させ、場合によっては TEM (Transmission Electron Microscope: 透過型電子顕微鏡) 観察を行う。

【0022】

また、各金属部 9 のドット径の差は小さいことが好ましい。ここで、 $L_1, L_2 \dots L_n$  の平均値を  $L_{AVE}$  とする。 $L_1, L_2 \dots L_n$  のうちの最大値を  $L_{MAX}$  とする。 $L_1, L_2 \dots L_n$  のうちの最小値を  $L_{MIN}$  とする。このとき、 $0.8 L_{AVE} \leq L_{MIN} \leq L_{MAX} \leq 1.2 L_{AVE}$  を満たすとき、金属部 9 のドット径の最小値及び最大値は、金属

50

の平均値の  $0.8 L_{AVE} < L_{MIN} < L_{MAX} < 1.1 L_{AVE}$  を満たすとき、金属部 9 のドット径の最小値及び最大値は、金属の長さの平均値の  $0.9$  倍以上  $1.1$  倍以下であることを意味し、より好ましい。また、12つの断面のすべてで、各金属部 9 のドット径の差が小さいことが好ましい。この状態を、全体的に上記金属部 9 のドット径の差が小さい条件を満たすものとする。

#### 【0023】

また、金属部 9 が偏在していると、金属部 9 が多い領域では透光性が低く、金属が少ない領域では光吸収層 3 の第 1 電極 2 を向いた面が酸化しやすいため好ましくない。そこで、金属部 9 間隔の差は小さいことが好ましい。金属部 9 間隔の最小値及び最大値は、金属部 9 間隔の平均値の  $0.8$  倍以上  $1.2$  倍以下であることが好ましい。金属部 9 間隔の最小値及び最大値は、金属部 9 間隔の平均値の  $0.9$  倍以上  $1.1$  倍以下であることがより好ましい。金属部 9 間隔のばらつきについて、図 3 のイメージ図を用いて説明する。金属部 9 間隔を求める際に用いる SEM 像は、開口率を求める SEM 像と同じである。各金属部 9 (図 3 では、9A、9B、9C、9D、9E、9F、9G) を第 1 電極 2 側へ射影する。射影された部分  $L_1、L_2 \dots L_n$  (図 3 では、 $L_1$  から  $L_7$ ) の間の距離を  $D_1、D_2 \dots D_n$  (図 3 では、 $D_1$  から  $D_6$ ) とする。 $D_1、D_2 \dots D_n$  の平均値を  $D_{AVE}$  とする。 $D_1、D_2 \dots D_n$  のうちの最大値を  $D_{MAX}$  とする。 $D_1、D_2 \dots D_n$  のうちの最小値を  $D_{MIN}$  とする。このとき、 $0.8 D_{AVE} < D_{MIN} < D_{MAX} < 1.2 D_{AVE}$  を満たすとき、金属部 9 間隔の最小値及び最大値は、金属部 9 間隔の平均値の  $0.9$  倍以上  $1.1$  倍以下であることを意味する。同様に、 $0.9 D_{AVE} < D_{MIN} < D_{MAX} < 1.1 D_{AVE}$  を満たすとき、金属部 9 間隔の最小値及び最大値は、金属部 9 間隔の平均値の  $0.8$  倍以上  $1.2$  倍以下であることを意味する。同観点から、金属部 9 間隔は、 $0.8 \text{ nm}$  以上  $24 \mu\text{m}$  以下が好ましい。このように金属部 9 が均一に分散していると、透光性にばらつきが少なく、太陽電池 100 の光学特性が向上し、また、同じ開口率で同じ大きさの金属部 9 である場合、均一に分散している程、光吸収層 3 の酸化防止の機能が向上して好ましい。これは、金属部 9 が非常に少ない又は無い領域において酸化が進行しやすく、金属部 9 が少しでもあることで酸化膜の形成を阻害し、結果として変換効率が向上すると考えられる。従って、12の断面のすべてで上記金属部 9 間隔を満たした状態も好ましい。この状態を、全体的に上記金属部 9 間隔を満たすものとする。

#### 【0024】

第 1 電極 2 の光透過部分 10 と非光透過部分 11 は、金属膜、酸化膜や窒化膜を成膜してマスクを用いて任意の金属部パターンになるように加工する方法や、金属部パターン形状を有する鋳型を用いてインプリントすることによって形成することができる。

#### 【0025】

第 1 電極 2 の膜厚は、例えば、 $100 \text{ nm}$  以上  $1000 \text{ nm}$  以下である。

#### 【0026】

本実施形態に係る太陽電池は、後述する光吸収層 3 と電極 2 との界面での酸化領域形成を抑える働きも有し、コンタクト部分が金属部 9 になることで、金属部 9 部分に電界を集中し、界面再結合を抑え開放電圧を向上できる。光吸収層 3 の酸化が抑えられると開放電圧が向上し、変換効率も向上する。第 1 電極 2 上に絶縁層を導入すると、電極と後述する光吸収層 3 のコンタクト部分が物理的に少なくなり (絶縁領域がパッシベーション膜に相当する)、更に界面再結合を抑制し、高い開放電圧を保つことができる。さらに、図 1 では、金属部 9 と基板 1 は、コンタクトしているので基板 1 から光吸収層 3 内部へ金属部 9 を伝いアルカリ金属の拡散が促進される。アルカリ金属が光吸収層 3 の欠陥を補填することで、電流特性を改善することができる。高い透光性は、多接合型太陽電池のトップセルとして用いる際に好適な特性である。また、多接合型太陽電池に用いるだけでなく、透明性が求められる太陽電池の用途としても、実施形態の太陽電池は好適である。

#### 【0027】

光吸収層 3 の酸化防止としての機能は、極めて高い開口率でも生じる。具体的な開口率は

、50%以上99.95%以下であることが好ましい。開口率が50%未満であると、透光性が低下してしまい好ましくない。開口率は、99%未満は有効数字2桁（四捨五入）で表し、99%以上では有効数字3桁又は4桁（四捨五入）で表す。また、開口率が99.95%を超えると光吸収層3の酸化防止の効果がほとんど見られず、変換効率向上に寄与しにくくなる。より好ましい開口率は、61%以上99.95%以下、80%以上99.95%以下である。このような高い開口率でも酸化防止機能を有するのは、金属部9が分散して光吸収層3と第1電極2の間に存在することで、酸化膜の形成を阻害しているからであると考えられる。光吸収層3の化合物半導体と電極間にはコンタクト抵抗が生じるが、その部分で低抵抗の金属を介した伝導が支配的になり、かつ、金属の存在する部分では酸化膜が形成されにくくなるために、良好なコンタクトが形成される。そのため、金属部9に集電され、高い開口率を保ちつつ、効果的に機能する。

10

## 【0028】

光が入射する方向から見た金属部9の形状は、特に限定されない。形状の具体例としては、円形、楕円型、多角形などが挙げられる。これらの円形、楕円型、多角形は中空（O型など）や開口（C型や括弧形状など）を有するものでもよく、特に限定はない。また、光が入射する方向から見た金属部9の形状は、離間せずにアレイ状に設けられてもよく、柵状に設けられてもよい。

## 【0029】

また、図1の例では、金属部9は第1電極2を貫通し、基板1及び光吸収層に接していたが、基板1から光吸収層3へアルカリ金属の拡散が促進されるように金属部9が設けられればよい。具体的には、金属部9が基板1とコンタクトして光吸収層3にコンタクトしないもの、金属部9が光吸収層3とコンタクトして基板1にコンタクトしないものであってもよい。

20

## 【0030】

（光吸収層）

実施形態の光吸収層3は、n型とp型の化合物半導体層を含みヘテロ接合した層である。第1電極2と第2電極6との間に存在し、第2電極6上から透過する光によってn型とp型の化合物半導体層界面から第2電極6に電子を供給する。

## 【0031】

n型の化合物半導体は、高い開放電圧の光電変換素子を得ることのできるようにフェルミ準位が制御されたものが好ましい。n型の化合物半導体は、例えば、 $Zn_{1-y}M_yO_{1-x}S_x$ 、 $Zn_{1-y-z}Mg_zM_yO$ 、 $ZnO_{1-x}S_x$ 、 $Zn_{1-z}Mg_zO$ （MはB、Al、In及びGaからなる群から選ばれる少なくとも1つの元素）や、CdS、キャリア濃度を制御したn型のGaPなどを用いることができる。n型の化合物半導体の厚さは、2nm以上800nm以下であることが好ましい。n型の化合物半導体は、例えば、スパッタやCBD（Chemical Bath Deposition：化学溶液析出法）によって成膜される。n型の化合物半導体をCBDで成膜する場合、例えば、水溶液中で金属塩（例えば $CdSO_4$ ）、硫化物（チオウレア）と錯化剤（アンモニア）を化学反応により、光吸収層3上に形成できる。光吸収層3にCuGaSe<sub>2</sub>層、AgGaSe<sub>2</sub>層、CuGaAlSe<sub>2</sub>層、CuGa(S, Se)<sub>2</sub>層などIIIb族元素にInを含まないカルコパイライト型化合物を用いた場合、n型の化合物半導体としては、CdSが好ましい。

30

40

## 【0032】

p型の化合物半導体は、I族、III族とV族元素を含む化合物を含んでいる。I族元素は、Cuを少なくとも含むことが好ましい。III族元素は、Gaを少なくとも含むことが好ましい。V族元素は、Seを少なくとも含むことが好ましい。I族（Ib族）元素、III族（IIIb）族元素とV族（Vb族）元素を含む、例えばCu(In, Ga)Se<sub>2</sub>やCuInTe<sub>2</sub>、CuGaSe<sub>2</sub>、Cu(In, Al)Se<sub>2</sub>、Cu(Al, Ga)(S, Se)<sub>2</sub>、Cu(In, Ga)(S, Se)<sub>2</sub>、CuGa(S, Se)<sub>2</sub>、Ag(In, Ga)Se<sub>2</sub>といったカルコパイライト構造を有する化合物半導体をp

50

型の化合物半導体として用いることができる。I b族元素がC u又はC u及びA gからなり、I I I b族元素がG a、A lとI nのうちの1種以上の元素であり、V I b族元素は、S e、SとT eのうちの1種以上の元素であることが好ましい。その中でも、I b族元素がC uからなり、I I I b族元素がG a、A l、又は、G a及びA lからなり、V I b族元素は、S e、S、又は、S e及びSからなることがより好ましい。I I I b族元素にI nが少ないと、多接合型の太陽電池のトップセルとして、光吸収層3のバンドギャップを好適な値に調整しやすいことが好ましい。光吸収層3の膜厚は、例えば、800nm以上3000nm以下である。

#### 【0033】

元素の組み合わせにより、バンドギャップの大きさを目的とする値に調節しやすくなることができる。目的とするバンドギャップの値とは、例えば1.0eV以上2.7eV以下である。

10

#### 【0034】

##### (第2電極)

実施形態の第2電極6は太陽光のような光を透過し尚且つ導電性を有する電極膜である。第2電極6は、光吸収層3の上に設けられている。第2電極6は、例えば、Ar雰囲気中でスパッタリングやCVD(Chemical Vapor Deposition:化学気相成長)法を行なって成膜される。第2電極6は、例えば、アルミナ( $Al_2O_3$ )を2wt%含有したZnOターゲットを用いたZnO:Al或いはジボランまたはトリエチルボロンからのBをドーパントとしたZnO:Bを用いることができる。

20

#### 【0035】

##### (製造方法)

図4を用いて、本実施形態の製造方法をフローチャートに示す。

#### 【0036】

基板1上に金属部9膜を成膜する(図4(S1))。レジストマスクを用いて、金属部9膜を所定のパターン(ドットの分布が所望の開口率になるように定める)に加工する(図4(S2))。その後、第1電極2となる材料をスパッタなどで成膜する(図4(S3))。レジストマスクを除去する(図4(S4))。その後、光吸収層3となる材料をスパッタなどで成膜する(図4(S5))。第2電極6となる材料をスパッタなどで成膜する(図4(S5))。

30

#### 【0037】

製造方法は、上記のみに限られない。例えば、基板1上に第1電極2となる材料をスパッタで成膜し、その後レジストマスクを用いて、第1電極2を所定のパターンに加工して、金属部9となる材料をスパッタする。最後にレジストマスクを除去する。このような製造方法も同様に行うことが可能である。

#### 【0038】

##### (第1の実施形態の変形例)

第1の実施形態は、第3電極を備えていてもよい。

#### 【0039】

実施形態の第3電極(図示せず)は、太陽電池100の電極であって、第2電極上に形成された金属膜である。第3電極をさらに備えると、より効率よく集電することができる。

40

#### 【0040】

第3電極としては、NiやAl等の導電性の金属膜を用いることができる。第3電極の膜厚は、例えば、200nm以上2000nm以下である。また、第2電極6の抵抗値が低く、直列抵抗成分が無視できるほどの場合等には、第3電極を省いても構わない。

#### 【0041】

第1の実施形態は、反射防止膜を備えていてもよい。

#### 【0042】

実施形態の反射防止膜は、光吸収層3へ光を導入しやすくなるための膜であって、第2電極6上又は第3電極上に形成されている。反射防止膜としては、例えば、 $MgF_2$ やS

50



$iO_2$  を用いることが望ましい。なお、実施形態において、反射防止膜を省くことができる。各層の屈折率や膜厚に応じて膜厚を調整する必要があるが、70 - 130 nm (好ましくは、80 - 120 nm) 蒸着することが好ましい。

【0043】

第1の実施形態は、酸化物層を備えていてもよい。

【0044】

実施形態の酸化物層は、光吸収層3と第2電極6の間に設けることが好ましい薄膜である。酸化物層は、 $Zn_{1-x}Mg_xO$ 、 $ZnO_{1-y}S_y$ と $Zn_{1-x}Mg_xO_{1-y}S_y$  ( $0 < x, y < 1$ )のいずれかの化合物を含む薄膜である。酸化物層は、光吸収層3と第2電極6の間をすべて覆っていない形態でもよい。例えば、第2電極6側の光吸収層3の面の50%を覆っていればよい。ほかの候補として、ウルツ型のAlNやGaN、BeOなども挙げられる。酸化物層の体積抵抗率は、1 cm以上であると光吸収層3内に存在する可能性のある低抵抗成分に由来するリーク電流を抑えることが可能になるという利点がある。なお、実施形態では、酸化物層を省略することができる。これらの酸化物層は、酸化物粒子層であり、酸化物層中には多数の空隙を有することが好ましい。中間層は、上記の化合物や物性に限定されるものではなく、太陽電池の変換効率向上等に寄与する層であればよい。中間層は、物性の異なる複数の層であってもよい。

10

【0045】

(第2の実施形態)

第1の実施形態と第2の実施形態で共通する説明は省略する。

20

【0046】

図5に示すように、本実施形態に係る太陽電池は、第1の実施形態の光透過部分10において第1電極2と光吸収層3の間に第1絶縁膜7を備える。

【0047】

第1絶縁膜7を備えることで、第1電極2と光吸収層3間の電気伝導を抑制することができ、曲率因子FFが向上し、変換効率が向上する。

【0048】

(第1絶縁膜)

第1絶縁膜7は、光透過部分10において第1電極2と光吸収層3の間に存在する。第1絶縁膜7は、光吸収層3の酸化を防止する透光性のある膜である。金属部9によって光吸収層3の酸化を一部防止できる。酸化防止の観点からは開口率が低い方がよいが、光の透過率が低下してしまうため好ましくない。また、第1絶縁膜7を光吸収層3と第1電極2の間の全面に設け、金属部9を設けない太陽電池では、電極と光吸収層のコンタクトが良好でなくなり変換効率が向上しない。単純に絶縁膜を導入すると、太陽電池の直列抵抗成分( $R_s$ )が大きくなり効率が減少してしまう。

30

【0049】

第1絶縁膜7としては、酸化膜と窒化膜のいずれかが挙げられる。酸化膜としては、具体的には、 $AlO_x$ 、 $SiO_x$ と $MgO_x$ と( $Al, Si, Mg$ ) $O_x$ のうちのいずれか1種以上の膜が好ましい。また、窒化膜としては、 $SiN_x$ 、 $AlN_x$ と $GaN_x$ と( $Si, Al, Ga$ ) $N_x$ のうちのいずれか1種以上の膜が好ましい。第1絶縁膜7の厚さは、1 nm以上80 nm以下が好ましい。また、第1絶縁膜7の厚さは、5 nm以上50 nm以下がより好ましい。第1絶縁膜7は、光透過部分10において第1電極2と光吸収層3の間の全面を覆わなくても上記効果がある。酸化防止及びFF向上の観点、並びに、成膜プロセスの観点からは、第1絶縁膜7は、光透過部分10において第1電極2と光吸収層3の間の全面に存在することが好ましい。

40

【0050】

図6に、第1電極2上に第1絶縁膜7が形成された部材の光学顕微鏡像を示す。図6(A)は、モリブデンからなる金属で、中空の円形(O型)、金属部9長さ(直径)5  $\mu$ m、金属部9間隔8  $\mu$ mで、開口率が82%、金属部9高さ50 nmである。なお、中空部分における第1電極2と光吸収層3の間にも第1絶縁膜7が存在する。そして、図6(A

50

)には、第1絶縁膜7として、厚さ40nmの $AlO_x$ が形成されている。図6(B)は、 $SiN_x$ を第1絶縁膜7として用いたこと以外は、図5(A)と同じである。いずれのSEM像においても均一な金属部9パターンが形成されている。なお、図6の光学顕微鏡像に示す部材では、周辺部に金属部9を一部形成していない領域が含まれる。金属部9形状が中空で、図6のように金属部が均一なパターンで配置されていると、第1絶縁膜7の有無にかかわらず、光吸収層3の移動度があまり高くない場合において、穴あきの中空形状の金属部9を用いることで金属部9同士の間隔を縮めつつ、開口率を高くできるという点で好ましい。

#### 【0051】

(製造方法)

図4のS3とS4の間に第1絶縁層7となる材料をスパッタする工程が加わる以外第1の実施形態と同様に製造される。

#### 【0052】

(第3実施形態)(多接合型太陽電池)

第3実施形態は、第1実施形態の太陽電池を用いた多接合型太陽電池である。図7に第3実施形態の多接合型太陽電池の断面概略図を示す。図7の多接合型太陽電池は、トップセルの太陽電池201とボトムセルの太陽電池202を有する。第1実施形態の太陽電池100から第2実施形態の太陽電池101は、多接合型太陽電池200のトップセル201に用いられる。トップセルの太陽電池201の基板1を透過した光が、次にボトムセルの太陽電池202に入射する。ボトムセルの電池202には、例えば、Siの光吸収層を有する太陽電池や、トップセルの太陽電池201よりもナローギャップな光吸収層3を有する第1実施形態の太陽電池100から第2実施形態の太陽電池101を用いることもできる。第1実施形態の太陽電池100をトップセルに用いる場合は、吸収波長と変換効率の観点から、I族元素はCu、III族元素はGaで、VI族元素はSeが好ましい。第1実施形態の太陽電池の光吸収層は、ワイドギャップであるためトップセルに用いることが好ましい。第1実施形態の太陽電池100をボトムセルに用いる場合は、吸収波長と変換効率の観点から、I族元素はCu、III族元素はInとGaで、VI族元素はSeが好ましい。

#### 【0053】

(第4実施形態)(太陽電池モジュール)

第1から第3実施形態の太陽電池は、第5実施形態の太陽電池モジュールにおける発電素子として用いることができる。実施形態の太陽電池が発電した電力は、太陽電池と電気的に接続した負荷で消費されたり、太陽電池と電気的に接続した蓄電池にて貯められたりする。

#### 【0054】

実施形態の太陽電池モジュールは、太陽電池のセルが複数、直列、並列、又は、直列及び並列に接続した部材又は単一のセルがガラス等の支持部材に固定された構造が挙げられる。太陽電池モジュールには、集光体を設け、太陽電池セルの面積よりも多くの面積で受光する光を電力に変換する構成にしてもよい。太陽電池セル中には、直列、並列、又は、直列及び並列に接続した太陽電池が含まれる。

#### 【0055】

図8に複数の太陽電池セル301を横方向に6セル、縦方向に6セル並べた太陽電池モジュール300の構成概念図を示す。図8の太陽電池モジュール300は、接続配線を省略しているが、前述のとおり、複数の太陽電池セル301を、直列、並列、又は、直列及び並列に接続することが好ましい。太陽電池セル301には、第1実施形態の太陽電池100から第3実施形態の多接合型太陽電池200が用いられることが好ましい。また、実施形態の太陽電池モジュール300は、第1実施形態の太陽電池100から第3実施形態の多接合型太陽電池200を用いたモジュールと他の太陽電池を用いたモジュールを重ねたモジュール構造を採用してもよい。他にも変換効率を高める構造を採用することが好ましい。実施形態の太陽電池モジュール300において、太陽電池セル301は、ワイドバ

10

20

30

40

50

ンドギャップの光電変換層を有することから、受光面側に設けられることが好ましい。

【0056】

(第5実施形態)

実施形態の太陽電池モジュール300は、第5実施形態の太陽光発電システムにおいて、発電を行う発電機として用いることができる。実施形態の太陽光発電システムは、太陽電池モジュールを用いて発電を行うものであって、具体的には、発電を行う太陽電池モジュールと、発電した電気を電力変換する手段と、発電した電気をためる蓄電手段又は発電した電気を消費する負荷とを有する。図9に実施形態の太陽光発電システム400の構成概念図を示す。図9の太陽光発電システムは、太陽電池モジュール401(300)と、コンバーター402と、蓄電池403と、負荷404とを有する。蓄電池403と負荷404は、どちらか一方を省略しても良い。負荷404は、蓄電池403に蓄えられた電気エネルギーを利用することもできる構成にしてもよい。コンバーター402は、DC-DCコンバーター、DC-ACコンバーター、AC-ACコンバーターなど変圧や直流交流変換などの電力変換を行う回路又は素子を含む装置である。コンバーター402の構成は、発電電圧、蓄電池403や負荷404の構成に応じて好適な構成を採用すればよい。

10

【0057】

太陽電池モジュール300に含まれる受光した太陽電池セル301が発電し、その電気エネルギーは、コンバーター402で変換され、蓄電池403で蓄えられるか、負荷404で消費される。太陽電池モジュール401には、太陽電池モジュール401を常に太陽に向けたための太陽光追尾駆動装置を設けたり、太陽光を集光する集光体を設けたり、発電効率を向上させるための装置等を付加することが好ましい。

20

【0058】

太陽光発電システム400は、住居、商業施設や工場などの不動産に用いられったり、車両、航空機や電子機器などの動産に用いられったりすることが好ましい。実施形態の変換効率に優れた光電変換素子を太陽電池モジュール401に用いることで、発電量の増加が期待される。

【0059】

以下、実施例に基づき本発明をより具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0060】

(実施例1)

トップセルとボトムセルの2つの太陽電池を接合し多接合型太陽電池を作成し、多接合型太陽電池の変換効率、トップセルの $V_{oc}$ (解放電圧)、 $J_{sc}$ (短絡電流密度)、 $FF$ (出力因子)、光の透過率(700nmから1150nmの平均)、開口率と変換効率、さらに、ボトムセルの変換効率を評価する。まず、トップセルの作製方法について、説明する。基板として高透過率ガラスやソーダライムガラスを用いる。第1電極としてITO(150nm)、 $SnO_2$ (100nm)をスパッタで成膜する。リソグラフィを用い、第1電極に穴をあけ、金属部(導入体の直径:3 $\mu$ m、厚さ:250nm)を導入する。ここで開口率は、86%である。この例では金属部として、Moを用いる。その後370に加熱し、その上にGa、Se(S)を蒸着する。基板温度を520まで加熱しながら、Cu、Se(S)を蒸着する。吸熱反応が見られたら、Cu、Se(S)蒸着時間の10%まで蒸着を続け、最後にGa、Se(S)を蒸着する。目的のCu/Ga組成に到達したらGa蒸着をやめ、そのまま5分アニールを行い、その後基板温度を下げる。基板温度が380まで下がったらSe(S)の蒸着を停止する。

30

40

【0061】

なお、第1電極に穴をあけた後、インプリントを用いて金属部を穴に導入してもよい。

【0062】

CBD法でn型化合物半導体として、CdS層を作製する。硫酸カドミウムをアンモニア水溶液に溶かし、チオウレアを投入、300秒後に取り出し水洗する。有機Zn化合物をスピコートにより基板に塗布する。120で5分加熱し、15-30nmのZnO

50

保護層を作製する。

【0063】

第2電極としてZnO:Alをスパッタで作製する。基板温度は0 - 150 が望ましい。比較的低温で成膜を行うと、開放電圧が大きくなりやすく好ましい。

【0064】

第3電極としてNi/Alを蒸着する。Niを先に蒸着すること第2電極との界面で酸化が起こっても伝導性を保つことができるため望ましい。その上にAlを蒸着する。膜厚はそれぞれ60nm、500nm程度が好ましい。

【0065】

反射防止膜としてMgF<sub>2</sub>を100nm厚で蒸着する。

10

【0066】

次に、ボトムセルの作製方法について説明する。

【0067】

0.5μm厚のSiウエハーを用意し、光照射側にn型ドーパントをイオン注入する。Ag配線の直下は良好なコンタクトを形成するために、n<sup>+</sup>型にする。その上から反射防止膜を形成する。裏面側にはSiN<sub>x</sub>を用いてパッシベーション層(領域)を作る。SiN<sub>x</sub>の存在しない部分を形成し、一部のみ裏面Al電極と導通させることで結晶界面での再結合を減らし高い効率のボトムセルが得られる。

【0068】

変換効率の測定方法を記述する。

20

AM1.5Gの光源を模擬したソーラーシミュレータを用い、気温は25にてその光源下で基準となるSiセルを用いて1sunになるように光量を調節する。電圧をスイープし、電流密度(電流をセル面積で割ったもの)を測定する。横軸を電圧、縦軸を電流密度とした際に、横軸と交わる点が開放電圧V<sub>oc</sub>となり、縦軸と交わる点が短絡電流密度J<sub>sc</sub>となる。測定曲線上において、電圧と電流密度を掛け合わせ、最大になる点をそれぞれV<sub>mpp</sub>、J<sub>mpp</sub>(電圧、電流のマキシマムパワーポイント)とすると、 $FF=(V_{mpp} \cdot J_{mpp}) / (V_{oc} \cdot J_{sc})$

効率 $Eff.=V_{oc} \cdot J_{sc} \cdot FF$ で求まる。

【0069】

透過率は分光光度計を用いてサンプル面を光源に対して垂直になるようにして入射光に対する透過光の割合を測定する。反射率は、入射光に対し垂直から5度程傾けたサンプルの反射光を測定することで求められる。透過率・反射率からバンドギャップが求められる。バンドギャップ以下で透過が大きくなる領域(目安50%以上透過)の波長からボトムセルが吸収できる波長範囲内を目安として、実施例1では波長700nm - 1150nm透過光の平均値を算出する。

30

【0070】

結果を表1にまとめる。他の実施例および比較例の結果についても同様に表1にまとめる。

【0071】

(比較例1)

金属部を有さない開口率100%のトップセルの太陽電池を作製すること以外は、実施例1と同様の方法でトップセルの太陽電池を作製し、比較例1の多接合型太陽電池を得る。そして、実施例1と同様の方法で太陽電池の評価をする。

40

【0072】

(実施例2 - 8)

金属部のドット径を変化させてトップセルの太陽電池を作製すること以外は、実施例1と同様の方法でトップセルの太陽電池を作製し、実施例2 - 8の多接合型太陽電池を得る。そして、実施例1と同様の方法で太陽電池の評価をする。なお、実施例2から8の金属部のドット径は、4、5、6、7、8、9、10μmである。

【0073】

50

(実施例 9 - 17)

開口率を変化させてトップセルの太陽電池を作製すること以外は、実施例 4 と同様の方法でトップセルの太陽電池を作製し、実施例 9 - 17 の多接合型太陽電池を得る。そして、実施例 1 と同様の方法で太陽電池の評価をする。なお、実施例 9 から 17 の開口率は、56、62、72、81、86、92、94、99.95%である。

【0074】

(実施例 18 - 20)

実施例 18 - 20 では、金属部形状を円状とし、金属部のドット径(直径)を  $6\ \mu\text{m}$  とし、実施例 1 と同様に領域を作製する。金属部は、中空であり、円形の空洞を有する。実施例 18 - 20 の金属中の中空の円形の直径は、順に、 $1\ \mu\text{m}$ 、 $1.5\ \mu\text{m}$ 、 $2\ \mu\text{m}$  である。これらのこと以外は、実施例 1 と同様の方法でトップセルの太陽電池を作製し、実施例 18 - 20 の多接合型太陽電池を得る。そして、実施例 1 と同様の方法で太陽電池の評価をする。

10

【0075】

(実施例 21 - 22)

実施例 21 - 22 では、第 1 電極直上を  $\text{AlOx}$  で 5、15 nm の膜厚で覆う以外は、実施例 4 と同様の方法でトップセルの太陽電池を作製し、実施例 21 - 22 の多接合型太陽電池を得る。そして、実施例 1 と同様の方法で太陽電池の評価をする。

【0076】

(実施例 23 - 25)

実施例 21 - 22 では、第 1 電極直上を  $\text{SiNx}$  で 5、10、20 nm の膜厚で覆う以外は、実施例 4 と同様の方法でトップセルの太陽電池を作製し、実施例 21 - 22 の多接合型太陽電池を得る。そして、実施例 1 と同様の方法で太陽電池の評価をする。

20

明細書中、元素の一部は元素記号のみで表している。

【0077】

(実施例 26 - 27)

実施例 26 - 27 では、金属部 9 の厚さを 200 nm、300 nm と変化させてトップセルの太陽電池を作製すること以外は、実施例 4 と同様の方法でトップセルの太陽電池を作製し、実施例 26 - 27 の多接合型太陽電池を得る。そして、実施例 1 と同様の方法で太陽電池の評価をする。

30

【0078】

(実施例 28 - 29)

実施例 28 - 29 では、 $\text{SiNx}$  10、20 nm と変化させ、金属部 9 の厚さを 300 nm にしてトップセルの太陽電池を作製すること以外は、実施例 4 と同様の方法でトップセルの太陽電池を作製し、実施例 28 - 29 の多接合型太陽電池を得る。そして、実施例 1 と同様の方法で太陽電池の評価をする。

【表 1】

	トップセル						ボトムセル		多接合型太陽電池
	Voc V	Jsc mA/cm <sup>2</sup>	FF	変換効率 %	開口率 %	透過率	変換効率 %	変換効率 %	
実施例1	1.26	13.7	0.771	13.31	86	75.9	13.67	26.98	
比較例1	1.08	13.7	0.680	10.06	100	84.9	15.28	25.34	
実施例2	1.26	13.7	0.775	13.38	85	74.3	13.38	26.76	
実施例3	1.26	13.8	0.783	13.61	85	74.3	13.38	26.99	
実施例4	1.26	13.7	0.784	13.53	85	73.6	13.25	26.78	
実施例5	1.26	13.7	0.786	13.57	84	72.0	12.97	26.53	
実施例6	1.26	13.6	0.786	13.47	84	72.0	12.97	26.43	
実施例7	1.26	13.6	0.788	13.50	86	73.0	13.14	26.65	
実施例8	1.26	13.5	0.785	13.35	85	72.2	12.99	26.34	
実施例9	1.26	13.9	0.790	13.84	56	48.5	8.73	22.57	
実施例10	1.26	13.9	0.790	13.84	62	53.7	9.66	23.50	
実施例11	1.26	13.8	0.788	13.70	72	62.4	11.22	24.92	
実施例12	1.26	13.8	0.787	13.68	81	70.1	12.63	26.31	
実施例13	1.26	13.7	0.785	13.55	86	74.5	13.41	26.96	
実施例14	1.26	13.7	0.783	13.52	92	79.7	14.34	27.86	
実施例15	1.25	13.7	0.781	13.37	94	81.4	14.65	28.03	
実施例16	1.23	13.6	0.776	12.98	97	84.0	15.12	28.10	
実施例17	1.15	13.4	0.721	11.11	99.95	86.6	15.58	26.69	
実施例18	1.26	13.8	0.787	13.68	83	72.0	12.96	26.64	
実施例19	1.26	13.8	0.787	13.68	86	74.3	13.37	27.05	
実施例20	1.26	13.8	0.788	13.70	89	77.5	13.94	27.64	
実施例21	1.27	13.9	0.795	14.03	86	74.5	13.41	27.44	
実施例22	1.28	13.9	0.796	14.16	85	73.6	13.25	27.41	
実施例23	1.27	13.9	0.795	14.03	86	74.5	13.41	27.44	
実施例24	1.28	13.9	0.797	14.18	85	73.6	13.25	27.43	
実施例25	1.28	13.9	0.798	14.20	85	73.6	13.25	27.45	
実施例26	1.24	13.6	0.782	13.19	85	73.6	13.25	26.44	
実施例27	1.28	13.7	0.784	13.75	85	73.6	13.25	27.00	
実施例28	1.29	13.9	0.797	14.29	85	73.6	13.25	27.54	
実施例29	1.29	13.9	0.798	14.31	85	73.6	13.25	27.56	

10

20

## 【0079】

表1で示す通り、実施例1 - 29は、比較例1に比較し、トップセル単体、すなわち太陽電池としての変換効率が優れている。さらに、多接合型太陽電池として使用した場合において、実施例1 - 8及び12 - 28の多接合型太陽電池は、比較例1の多接合型太陽電池と比べて変換効率が優れている。これは、酸化膜の形成を阻害し、開放電圧が向上する効果を備えるために、変換効率が向上しているためである。一方で、比較例1と比べて実施例9 - 11の多接合型太陽電池は、変換効率が低くなっているが、ボトムセル単体における変換効率が低い場合であっても本実施形態のトップセル（太陽電池）を用いることで、変換効率を向上することができることを示している。

30

## 【0080】

以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は上記実施形態そのままに限定解釈されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより種々の発明を形成することができる。例えば、変形例の様に異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせても良い。

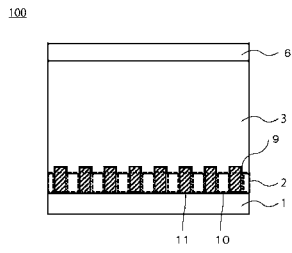
40

## 【符号の説明】

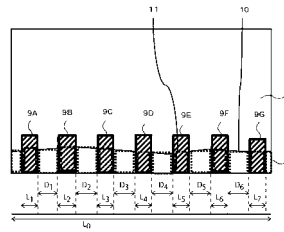
## 【0081】

100、101、102...太陽電池、1...基板、2...第1電極、3...光吸収層、4...領域、6...第2電極、7...第1絶縁膜、8...第2絶縁膜、9...金属部、10...光透過部分、11...非光透過部分、200...多接合型太陽電池、201...トップセルの太陽電池、202...ボトムセルの太陽電池、300...太陽電池モジュール、301...太陽電池セル、400...太陽電池システム、401...太陽電池モジュール、402...コンバーター、403...蓄電池、404...負荷

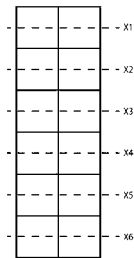
【 図 1 】



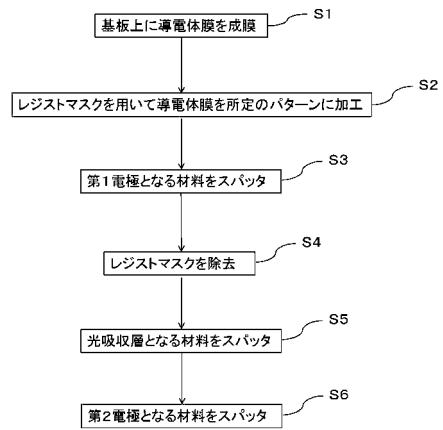
【 図 3 】



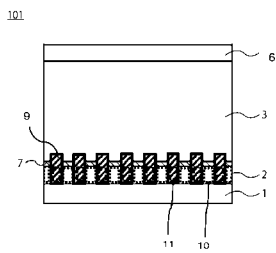
【 図 2 】



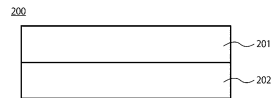
【 図 4 】



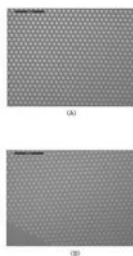
【 図 5 】



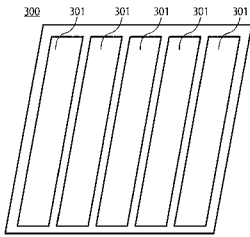
【 図 7 】



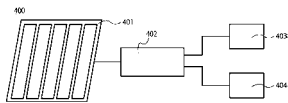
【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 9 】





---

フロントページの続き

- (72)発明者 芝崎 聡一郎  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 塩川 美雪  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 中川 直之  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 山本 和重  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 保西 祐弥  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 新井本 武士  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

Fターム(参考) 5F151 AA01 AA10 CB13 CB15 DA03 DA07 DA15 FA02 FA03 FA04  
FA06 FA13 FA14 FA15 FA16 FA18 GA02 GA03 GA04 HA03  
HA20 JA28 KA04