

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4257443号  
(P4257443)

(45) 発行日 平成21年4月22日(2009.4.22)

(24) 登録日 平成21年2月13日(2009.2.13)

(51) Int.Cl.

H01L 31/04 (2006.01)  
C01B 31/02 (2006.01)

F 1

H01L 31/04 H  
H01L 31/04 E  
C01B 31/02 101Z

請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2000-114399 (P2000-114399)
(22) 出願日	平成12年3月10日 (2000.3.10)
(65) 公開番号	特開2001-257374 (P2001-257374A)
(43) 公開日	平成13年9月21日 (2001.9.21)
審査請求日	平成15年8月12日 (2003.8.12)

(73) 特許権者	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(74) 代理人	100077746 弁理士 烏井 清
(72) 発明者	米澤 諭 埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホンダエンジニアリング株式会社内

審査官 柏崎 康司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】太陽電池およびその製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

フィルム状に加工されたポリカルボジイミドを焼成することにより得られるカーボンフィルム基板と、そのカーボンフィルム上に成膜されたSiNもしくはSiO<sub>2</sub>からなる電気絶縁層と、その電気絶縁層上に形成された下部電極層と、その下部電極層上に500以上の温度で形成されたP型のCIS系の光吸收層と、その光吸收層上に形成されたn型半導体層と、そのn型半導体層上に形成された上部透明電極層と、n型半導体層と上部透明電極層との間に高抵抗層を設けたことを特徴とする太陽電池。

## 【請求項 2】

フィルム状に加工されたポリカルボジイミドを焼成することにより得られるカーボンフィルム基板上にSiNもしくはSiO<sub>2</sub>からなる電気絶縁層を成膜する工程と、その電気絶縁層上に下部電極層を成膜する工程と、前記電気絶縁層上に500以上の温度でp型のCIS系の光吸收層を形成する工程と、その光吸收層上にn型半導体層を形成する工程と、その光吸收層上に高抵抗層を形成する工程と、その高抵抗層に上部透明電極層を形成する工程とを有することを特徴とする太陽電池の製造方法。 10

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【産業上の利用分野】

本発明は、フレキシブル基板を用いた太陽電池に関する。

## 【0002】

### 【従来の技術】

一般に、CIS系の化合物薄膜半導体太陽電池は、例えば、図2に示すように、厚さ数mm程度(1~3mm)の基板1上に、数千程度(5000~15000)の厚さに成膜されたMo、Wなどからなる下部電極層2、数μm程度(1~3μm)の厚さに成膜されたp型半導体のCuInSe、CuInGaSeなどからなるCIS系の光吸收層3、数百程度(100~1500)の厚さに成膜されたCdS、ZnSなどからなるn型半導体層4、数百程度(100~1500)の厚さに成膜されたZnOからなる高抵抗層5(n型半導体層4にZnSを用いた場合には不要となる)、数μm程度(0.5~5μm)の厚さに成膜されたZnOAl、ITOなどからなる上部透明電極6および数μm程度(0.1~3μm)厚さに成膜されたMgF2、TiO2などからなる反射防止層7が順次積層された構造になっている。10

### 【0003】

上部透明電極層6上には、Alなどからなるn側電極8が形成されている。また、下部電極層2上には、Agなどからなるp側電極9が形成されている。

### 【0004】

従来、その太陽電池の基板1として、光吸收層3の熱膨張係数などの制約からして、数mmの厚さのソーダライムガラスが一般的に用いられている。

### 【0005】

しかし、近年では、ガラス基板を用いるのでは、重量がかさみ、柔軟性がなく、また高温の熱処理時に反りが生じてしまうという欠点を補うために、ポリイミド樹脂を基板に用いた軽量でフレキシブルな太陽電池が開発されている。20

### 【0006】

#### 【発明が解決しようとする課題】

解決しようとする問題点は、CIS系の薄膜太陽電池の軽量化およびフレキシブル化を図るために基板にポリイミド樹脂を用いるのでは、その耐熱温度が480程度しかないことである。そのため、良質なカルコパイライト構造による結晶のCIS系光吸收層が得られる成膜処理温度にまで昇温することができず、光電変換効率が悪くなってしまうことがある。

### 【0007】

#### 【課題を解決するための手段】

本発明は、蒸着法、スパッタ法、CVD法などの各種成膜方法によって良質なカルコパイライト構造による結晶のCIS系光吸收層を形成させるのに最高1000の高温に耐えることができる軽量で柔軟性のある材料としてカーボンフィルムを用いて、カーボンフィルムの表面に電気絶縁層が成膜されたものを太陽電池の基板に用いるようにしている。

具体的には、フィルム状に加工されたポリカルボジイミドを焼成することにより得られるカーボンフィルム基板と、そのカーボンフィルム上に成膜されたSiNもしくはSiO2からなる電気絶縁層と、その電気絶縁層上に形成された下部電極層と、その下部電極層上に500以上の温度で形成されたp型のCIS系の光吸收層と、その光吸收層上に形成されたn型半導体層と、そのn型半導体層上に形成された上部透明電極層と、n型半導体層と上部透明電極層との間に高抵抗層を設けることによって太陽電池を得る。40

そして、フィルム状に加工されたポリカルボジイミドを焼成することにより得られるカーボンフィルム基板上にSiNもしくはSiO2からなる電気絶縁層を成膜する工程と、その電気絶縁層上に下部電極層を成膜する工程と、前記電気絶縁層上に500以上の温度でp型のCIS系の光吸收層を形成する工程と、その光吸收層上にn型半導体層を形成する工程と、その光吸收層上に高抵抗層を形成する工程と、その高抵抗層に上部透明電極層を形成する工程とによって太陽電池を製造する。

### 【0008】

#### 【実施例】

本発明によるCIS系の化合物薄膜半導体太陽電池は、図1に示すように、例えば、数μm~数百μm(5~500μm)の厚さの柔軟性を有するカーボンフィルム11の表面に50

、 $\text{SiN}$ 、 $\text{SiO}_2$ などからなる電気絶縁層12が数百～数千(500～5000)の厚さに成膜されたものを基板1として用いるようにしている。

#### 【0009】

そして、その基板1上に、数千程度(5000～15000Å)の厚さに成膜されたM0、Wなどからなる下部電極層2、数 $\mu\text{m}$ 程度(1～3 $\mu\text{m}$ )の厚さに成膜されたp型半導体のCuInSe、CuInGaSeなどからなるCIS系の光吸収層3、数百程度(100～1500)の厚さに成膜されたCdS、ZnSなどからなるn型半導体層4、数百程度(100～1500)の厚さに成膜されたZnOからなる高抵抗層5(n型半導体層4にZnSを用いた場合には不要となる)、数 $\mu\text{m}$ 程度(0.5～5 $\mu\text{m}$ )の厚さに成膜されたZnOAl、ITOなどからなる上部透明電極6および数 $\mu\text{m}$ 程度(0.1～3 $\mu\text{m}$ )厚さに成膜されたMgF2、TiO2などからなる反射防止層7が順次積層された構造になっている。10

#### 【0010】

上部透明電極層6上には、Alなどからなるn側電極8が形成されている。また、下部電極層2上には、Agなどからなるp側電極9が形成されている。

#### 【0011】

力学的特性、耐熱性に優れ、かつ柔軟性を有するカーボンフィルム11を得るには、原材料であるポリカルポジイミドを作成することから始まる。ポリカルポジイミドは、自己架橋する特性を有することから、炭素化した際も柔軟性を保ち、かつ力学的特性にも優れた性質をもつ。20

#### 【0012】

ポリカルポジイミドは、ジイソシアネートと触媒による脱炭酸縮合反応により合成される。

#### 【0013】

そのときのポリカルポジイミド反応式としては、以下のとおりである。



#### 【0014】

ここで得られたポリカルポジイミドは粉末状であり、加工処理することによってフィルム状にする。

#### 【0015】

その得られたポリカルポジイミドフィルムはアモルファス構造を有し、表1に示すような力学的特性を示す。30

#### 【0016】

#### 【表1】

引張り強度	130 MPa
弾性率	3 GPa
密度	1.21 g/cm <sup>3</sup>
誘電率	3.4 kHz
比抵抗	4.5+E16 Ωcm
屈折率	1.73

#### 【0017】

そして、そのポリカルポジイミドフィルムを焼成することによってカーボンフィルム11が得られる。焼成を行うことで、自己架橋反応が進行し、強い耐熱性が付与される。最高1000までの焼成処理が可能であり、焼成温度に依存してヤング率、引張り強度が向上する。40

## 【0018】

また、このような高温度処理を行ってもアモルファス構造を保持し、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 厚程度のカーボンフィルムは曲率数mmの柔軟性を示す。そして、そのカーボンフィルムは、特に高密度特性を有し、微小な亀裂や気泡などの欠陥が希少な極微密な構造を有し、高いガスバリア性能および耐薬品性能をかなえている。

## 【0019】

表2は、ここで用いられるカーボンフィルム11の物性の一例を示している。

## 【0020】

## 【表2】

10

密度	$1.5\text{ g/cm}^3$
曲げ強度	$150\sim300\text{ MPa}$
熱膨張係数	$2E-6/K\sim4E-6/K$
熱伝導率	$3\sim15\text{ W/mK}$
比抵抗値	$20\sim50\text{ }\mu\Omega\text{ cm}$
耐熱温度	$1000^\circ\text{C}$
ショア硬度	$100\sim150\text{ HS}$
曲げ弾性率	$20\sim50\text{ MPa}$
結晶性	アモルファス

20

## 【0021】

特にその物性からわかるように、カーボンフィルム11は、その熱膨張係数( $2E-6/K\sim4E-6/K$ )が下部電極層2の熱膨張係数( $5E-6/K$ )やCIS系の光吸収層3の熱膨張係数( $5.8E-6/K$ )に近い特性を有しており、カーボンフィルム11上に成膜される下部電極2や光吸収層3が環境温度の変化などによって反ったり剥離するようなことがなくなる。

30

## 【0022】

また、表3は、ここで用いられるカーボンフィルム11の組成比の一例を示している。

## 【0023】

## 【表3】

40

炭素	$99.999\%$
灰分	$700\text{ ppm}$
Ti	$50\text{ ppm}$
Si	$25\text{ ppm}$
Ca	$45\text{ ppm}$

40

## 【0024】

電気絶縁層12としては、カーボンフィルム11の熱膨張係数に近いSiNやSiO<sub>2</sub>などの材料が用いられる。

## 【0025】

50

このような構造による太陽電池によれば、基板材料に用いるカーボンフィルム11が高耐熱性、高熱伝導性、非脱ガス性（高温真空時）を有するので、500～1000の範囲での高温処理が可能になり、カーボンフィルム11を用いた基板1上に充分な高温下での成膜処理を行わせることによって良質なカルコパライライト構造による結晶のCIS系の光吸収層3を成膜することができ、光電変換効率に優れた太陽電池を作成できるようになる。

#### 【0026】

そして、カーボンフィルム11が軽量で薄く、柔軟性があるので、軽量でフレキシブルな太陽電池として、重量制限がある箇所や屈曲箇所などに設置が可能になる。また、高温下で基板1が反るようなことがなくなる。

10

#### 【0027】

また、カーボンフィルム11はその表面が平滑であるので、その表面に成膜される電気絶縁層12との密着性が良くなつて、絶縁層12が剥離するようなことなく強固なものになる。

#### 【0028】

図3は、カーボンフィルム表面の凹凸状態の段差測定結果を示している。この測定結果によれば、カーボンフィルム11の表面が非常に平滑であることがわかる。

#### 【0029】

#### 【発明の効果】

以上、本発明は、カーボンフィルムの表面に電気絶縁層が成膜されたものを太陽電池の基板に用いるようにしたもので、その基板上に充分な高温下での成膜処理を行わせることによって良質なカルコパライライト構造による結晶のCIS系の光吸収層を成膜することができ、光電変換効率に優れた軽量でフレキシブルな太陽電池を容易に得ることができるという利点を有している。

20

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による太陽電池の構造を示す正断面図である。

【図2】従来の太陽電池の構造を示す正断面図である。

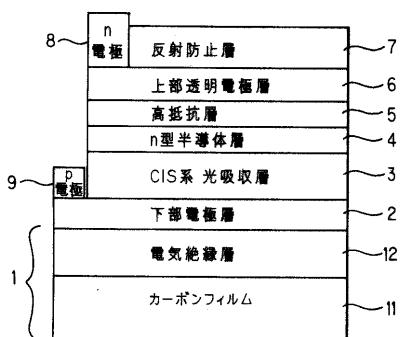
【図3】カーボンフィルム表面の段差測定結果を示す特性図である。

#### 【符号の説明】

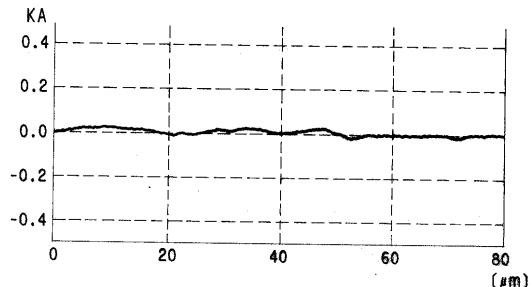
- 1 基板
- 2 下部電極
- 3 CIS系光吸収層
- 4 CdSバッファ層
- 5 上部透明電極
- 11 カーボンフィルム
- 12 電気絶縁層

30

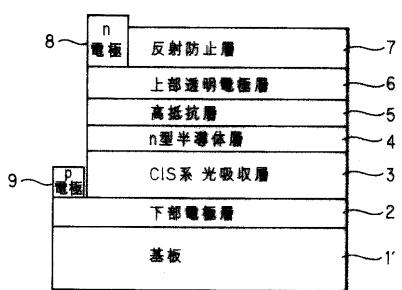
【図1】



【図3】



【図2】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-112012(JP,A)  
特開平11-274526(JP,A)  
特開平09-246579(JP,A)  
特開平10-212109(JP,A)  
特開平03-059952(JP,A)  
特開平11-284209(JP,A)  
特開平11-135811(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 31/04