

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3676216号
(P3676216)

(45) 発行日 平成17年7月27日(2005.7.27)

(24) 登録日 平成17年5月13日(2005.5.13)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H 0 1 L 31/042

H 0 1 L 31/04

R

H 0 1 L 31/04

H 0 1 L 31/04

F

請求項の数 8 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2000-299526 (P2000-299526)	(73) 特許権者	000005049
(22) 出願日	平成12年9月29日(2000.9.29)		シャープ株式会社
(65) 公開番号	特開2002-111037 (P2002-111037A)		大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(43) 公開日	平成14年4月12日(2002.4.12)	(74) 代理人	100075502
審査請求日	平成14年7月26日(2002.7.26)		弁理士 倉内 義朗
		(72) 発明者	藤岡 靖
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
			シャープ株式会社内
		審査官	柏崎 康司
		(56) 参考文献	特開平07-202230 (JP, A)
			実開平01-087563 (JP, U)
		(58) 調査した分野(Int. Cl. ⁷ , DB名)	H01L 31/04

(54) 【発明の名称】 薄膜太陽電池モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

非晶質シリコン系半導体層を形成した太陽電池素子の非受光面側に、断熱手段を設けた薄膜太陽電池モジュールにおいて、

当該モジュールに断熱材を介することなくフレームが取り付けられており、そのフレームの放射率が、相対的に受光面側が高く、非受光面側が低くなるように設定されていることを特徴とする薄膜太陽電池モジュール。

【請求項2】

前記フレームの受光面を黒色または非晶質シリコン系半導体層と同系の暗色とし、フレームの非受光面を銀色または白色としたことを特徴とする請求項1記載の薄膜太陽電池モジュール。

【請求項3】

前記フレームの受光面を黒色または非晶質シリコン系半導体層と同系の暗色とし、フレームの非受光面に断熱手段を設けたことを特徴とする請求項1記載の薄膜太陽電池モジュール。

【請求項4】

非晶質シリコン系半導体層を形成した太陽電池素子の非受光面側に、断熱手段を設けた薄膜太陽電池モジュールにおいて、

太陽電池素子の裏面側が樹脂フィルムによって封止されており、その樹脂フィルムの放射率が、相対的に受光面側が高く、非受光面側が低くなるように設定されていること特徴と

10

20

する薄膜太陽電池モジュール。

【請求項 5】

前記樹脂フィルムの受光面を黒色または非晶質シリコン系半導体層と同系の暗色とし、樹脂フィルムの非受光面を銀色または白色としたことを特徴とする請求項 4 記載の薄膜太陽電池モジュール。

【請求項 6】

前記樹脂フィルムが、黒色または非晶質シリコン系半導体層と同系の暗色の樹脂フィルムと、銀色または白色の樹脂フィルムとの間にアルミニウムを挟み込んだ積層フィルムであることを特徴とする請求項 4 記載の薄膜太陽電池モジュール。

【請求項 7】

非晶質シリコン系半導体層を形成した太陽電池素子の非受光面側に、断熱手段を設けた薄膜太陽電池モジュールにおいて、太陽電池素子の透光性基板が、1500～2000nmの近赤外波長領域で平均40%以上の光吸収率を有することを特徴とする薄膜太陽電池モジュール。

【請求項 8】

前記透光性基板が、400～800nmの非晶質シリコン系半導体感度波長領域で平均70%以上の透過率を有する、透明導電膜付き青板ガラス基板であることを特徴とする請求項 7 記載の薄膜太陽電池モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、薄膜太陽電池モジュールに関し、さらに詳しくは非晶質シリコン系半導体層を形成した太陽電池素子からなる薄膜太陽電池モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】

薄膜太陽電池は、結晶ウエハーを用いる太陽電池モジュールと比較して、半導体材料の使用量が少なく済むこと、及びガラスや金属等の安価な基板上に低温プロセスで形成できることから低価格化が期待されている。

【0003】

薄膜太陽電池の中でも非晶質シリコン系太陽電池は、材料であるシリコンが非常に豊富である点、及びCdやSeを使用する化合物系太陽電池に比して材料が無害で環境への影響がない点で優れており、開発が進められている。

【0004】

このような非晶質シリコン太陽電池においては、まず、ガラス等の透光性基板上にSnO₂やZnO等の透明導電膜/p-i-n非晶質シリコン系半導体層/金属表面電極層を順次積層して太陽電池素子を形成し、レーザビーム等で分割・接続して集積構造とする。次に、太陽電池素子の裏面側をエチレンビニルアセテート(以下、EVAと言う)やポリビニルブチラル(以下、PVBと言う)等の充填材、またはPET/アルミニウムフィルム/PET積層シートやテドラー等のバックシートで封止してスーパーストレート型の太陽電池パネルを構成し、これにアルミニウム等のフレームを取り付けて屋外で設置使用することが一般的である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、非晶質シリコン系太陽電池には、ステプラー・ロンスキー効果とよばれる照射による変換効率の初期劣化現象(以下、光劣化と言う)があり、このことが、電力用モジュールに非晶質シリコン系太陽電池を用いる場合の課題となっている。

【0006】

このような非晶質シリコン系太陽電池の光劣化を完全になくすことはできないが、光劣化を低減する方法としては、従来、単位セルを2層、3層積層したタンデム、トリプル構造として光電変換を行う非晶質シリコン系半導体層の膜厚を薄くする方法等が知られている

10

20

30

40

50

。

【0007】

また、光劣化によって低下した変換効率は、太陽電池を高温にすることによって回復することが知られている。回復効果は40 程度の温度でも見られるが、温度が高いほうが効果が大きく、70 以上の高温にすることで大幅に特性が回復するようになる。

【0008】

非晶質シリコン系太陽電池の出力の温度依存性は、結晶系シリコン太陽電池に比べると非常に少なく、1 度の温度上昇による出力低下は0.1~0.2%であるため、太陽電池を高温に保ち、光劣化を回復させながら使用することで光劣化を低減し、高い出力を得ることができる。

10

【0009】

従来、このような非晶質シリコン系太陽電池の温度特性を生かし、温度を高めて光劣化を低減する方法として、特開平4-71276号公報に、モジュールの裏面側(非受光面側)に断熱手段を設け、太陽光による熱が裏面から伝導することを抑制する方法が開示されている。

【0010】

また、特開平11-103086号公報には、フレームを有するモジュールにおいて、太陽電池とフレームとの間に断熱材を設けてフレームへの熱の伝導を抑制する方法が開示されている。

【0011】

しかしながら、これらの従来技術では以下のような問題がある。

20

【0012】

(1)モジュール裏面に断熱手段を設けることで、モジュールの最高到達温度は夏期の日中で気温+40 程度まで上昇するが、他の季節ではモジュール温度が70 を超えることは困難である。

【0013】

(2)裏面側に断熱手段を設けたモジュールにおいて、モジュールの強度を高め、構造体に固定するためにフレームを設けた場合、モジュールからフレームへの熱の逃げが大きく、モジュール中央部に比較してフレーム近傍のモジュール周辺部の温度は20 程度低くなることが多い。

30

【0014】

この対策として、太陽電池とフレームとの間に断熱材を設けることで、モジュール周辺部の温度低下を抑制するという方法が採られているが、この方法では、太陽電池とフレームとの間に断熱材を挟み込んでいるので、モジュールの取付強度が低下するという問題がある。

【0015】

また、薄膜太陽電池モジュールの周辺部では薄膜半導体層に水分が浸入しないように封止を行う必要があるが、太陽電池フレームとの間に挟み込む断熱材の耐候性能が十分でない場合、断熱材の光劣化等で封止のシール性能が大きく低下しやすく、薄膜半導体層に水分が浸入して浸食され、太陽電池の出力が低下するという問題もある。特に、断熱材として、断熱性能に優れた発泡樹脂等を使用した場合に、取付強度の低下や封止性能の低下が大きい。

40

【0016】

本発明は、そのような実情に鑑みてなされたもので、光劣化を抑制して高い出力を得ることのできる薄膜太陽電池モジュールの提供を目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

本発明は、非晶質シリコン系半導体層を形成した太陽電池素子の非受光面側に断熱手段を設けて、太陽光による太陽電池素子の温度上昇を促進する構造の薄膜太陽電池モジュールにおいて、当該モジュールに断熱材を介することなくフレームが取り付けられており、

50

そのフレームの放射率が、相対的に受光面側が高く、非受光面側が低くなるように設定されていることによって特徴づけられる。

【0018】

このようにフレームの放射率を受光面側が高く、非受光面側が低くなるように設定しておくと、フレーム受光面では太陽光の吸収が増大し、非受光面では熱の放射が低減するので、フレームの温度が光照射によって上昇する。これにより、太陽電池モジュール周辺部の熱がフレームに逃げるのがなくなり、周辺部温度が上昇してアニール効果が促進される結果、光劣化が低減される。

【0019】

より具体的には、フレームの受光面を黒色または非晶質シリコン系半導体層と同系の暗色とすることで太陽光の吸収量が増大する。また、フレームの非受光面を放射率の低い白色または銀色とするか、あるいはフレームの非受光面に断熱手段を設けることで熱の放射量が低減する。

10

【0020】

本発明は、非晶質シリコン系半導体層を形成した太陽電池素子の非受光面側に断熱手段を設けて、太陽光による太陽電池素子の温度上昇を促進する構造の太陽電池モジュールにおいて、太陽電池素子の裏面側が樹脂フィルムによって封止されており、その樹脂フィルムの放射率が、相対的に受光面側が高く、非受光面側が低くなるように設定されていることによって特徴づけられる。

【0021】

このように、封止用の樹脂フィルムの放射率を受光面側が高く、非受光面側が低くなるように設定しておくと、モジュール受光面の太陽電池素子以外の部分は太陽光の吸収が増大し、非受光面では熱の放射が低減するので、光照射によるモジュールの温度上昇がより一層高くなる。これにより、太陽電池モジュール全体の温度が上昇してアニール効果が促進される結果、光劣化が低減される。

20

【0022】

より具体的には、封止用の樹脂フィルムの受光面を黒色または非晶質シリコン系半導体層と同系の暗色とすることで太陽光の吸収量が増大する。また、樹脂フィルムの非受光面を放射率の低い白色または銀色とすることで熱の放射量が低減する。

【0023】

なお、封止用の樹脂フィルムとして、黒色または非晶質シリコン系半導体層と同系の暗色の樹脂フィルムと、銀色または白色の樹脂フィルムとの間にアルミニウムを挟み込んだ積層フィルムを用いてもよい。

30

【0024】

本発明は、非晶質シリコン系半導体層を形成した太陽電池素子の非受光面側に断熱手段を設けて、太陽光による太陽電池素子の温度上昇を促進する構造の太陽電池モジュールにおいて、太陽電池素子の透光性基板として、1500～2000nmの近赤外波長領域で平均40%以上の光吸収率を有する透光性基板を用いることを特徴とする。このような構成を採用すれば、非晶質シリコン系半導体層が吸収しない赤外光を透光性基板にて吸収することができるので、太陽電池素子全体での光吸収量が多くなって、アニール効果を高めることができる。

40

【0025】

なお、透光性基板として、400～800nmの非晶質シリコン系半導体感度波長領域で平均70%以上の透過率を有する、透明導電膜付き青板ガラス基板を用いてもよい。

【0026】

また、近赤外に吸収効果のある青板ガラスに、可視光の透過率が高く、赤外の吸収率が高い透明導電膜（例えば酸化錫透明導電膜）を形成することで、透光性基板の可視光吸収を増大させずに近赤外吸収を増大させることが可能な透光性基板、例えば図4の曲線Bで示す特性の透光性基板を得ることができる。

【0027】

50

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0028】

図1は本発明の実施形態の構造を模式的に示す断面図である。

【0029】

図1の薄膜太陽電池モジュールは、透光性基板1に非晶質シリコン系半導体層2を形成した太陽電池素子10と、太陽電池素子10の裏面（非受光面）を封止する裏面封止樹脂フィルム3と、太陽電池素子10の非受光面側に設けられた断熱層4からなる太陽電池パネル11を、ブチルゴムを用いて、アルミニウム製のフレーム5に嵌入接着した構造となっている。

10

【0030】

フレーム5には、その受光面5aが黒色で、非受光面5bが銀色（アルミニウム色）であるものが用いられている。

【0031】

太陽電池素子10は、透光性基板1に、透明導電膜（図示せず）/p-i-n（またはn-i-p）の非晶質シリコン系半導体層2/金属電極層（図示せず）を順次堆積した積層体からなる光電変換膜を形成し、その裏面側（非受光面側）をEVA、PVB、ポリイソブチレン系樹脂等の充填材（図示せず）によって封止した構造となっている。太陽電池素子10の裏面は、PET、テドラー等の裏面封止樹脂フィルム3にて保護されている。なお、裏面封止樹脂フィルム3には必要に応じてアルミニウム箔等が挟み込まれる。また、裏面封止樹脂フィルム3には、受光面3a及び非受光面3bの両面が白色のフィルム、あるいは受光面3aが黒色で、非受光面3bが白色のフィルム等が用いられる。

20

【0032】

ここで、透光性基板1としては、強化ガラスや貼り合わせガラス、またはその他の一般的な透光性基板が用いられる。

【0033】

透明導電膜には、従来の太陽電池素子と同様に酸化錫や酸化インジウムが用いられる。

【0034】

非晶質シリコン系半導体層2としては、アモルファスシリコン、アモルファスシリコンカーバイト、アモルファスシリコンゲルマニウム等が用いられる。

30

【0035】

金属電極層としては、クロム、アルミニウム、銀などの一般的な金属材料が用いられる。これらのうち、入射光の閉じ込め効果及び反射率の点を考慮すると、銀を用いることが好ましい。

【0036】

なお、太陽電池素子10は、素子温度が高温になることから、非晶質シリコン系半導体層2と金属電極層との間での金属成分の拡散が問題となる。これを防止することを目的として、非晶質シリコン系半導体層2と金属電極層との間に、酸化亜鉛等の透明導電膜を介在させることが好ましい。

【0037】

また、非晶質シリコン系半導体層2の裏面封止用の充填材としてEVA、PVB等を用いる場合、裏面封止樹脂フィルム3は真空ラミネート法にて接着することが好ましい。

40

【0038】

断熱層4としては、断熱材、乾燥空気層等が挙げられる。断熱材としては、断熱性、保温性、蓄熱性に優れた、例えばポリスチレンフォーム、ポリエチレンフォーム、硬質ポリウレタンフォーム、フェノールフォーム、シリコンラバーフォーム、ポリプロピレン、イソシアヌレートなどの発泡材料や、ロックウール、グラスウール、セラミックファイバー、動植物繊維などの繊維材料や、ケイ酸カルシウム、けいそう土、コルクなどの粒・紛状材料や、軽量気泡コンクリートなどを用いることが可能である。

【0039】

50

ここで、断熱層 4 は高温になるため、断熱性と高温・光照射状態での耐候性に優れることが好ましい。また、燃焼時にダイオキシン等の公害物質を発生しないことが望ましい。

【0040】

図 2 は本発明の他の実施形態の構造を模式的に示す断面図である。

【0041】

図 2 の薄膜太陽電池モジュールは、裏面封止樹脂フィルム 3 の受光面 3 a (表面) を黒色、非受光面 3 b (裏面) を白色とした点に特徴がある。その他の構成は図 1 と同じである。

【0042】

図 3 は本発明の別の実施形態の構造を模式的に示す断面図である。

10

【0043】

図 3 の薄膜太陽電池モジュールは、太陽電池素子 10 の透光性基板として、青板ガラスの表面に熱 CVD による酸化錫透明導電膜 1 a を蒸着した透光性基板 1 を用いた点に特徴がある。その他の構成は図 2 と同じである。この実施形態に用いる透光性基板 1 は図 4 の曲線 B で示す特性を有する

<実施例 1>

図 1 に示すように、透光性基板 1 上に非晶質シリコン系半導体層 2 を形成した太陽電池素子 10 の非受光面側に、両面白色の裏面封止樹脂フィルム 3 及び断熱層 4 を接着してなる太陽電池パネル 11 を、ブチルゴムを用いてアルミニウム製のフレーム 5 に嵌入接着して薄膜太陽電池モジュールを作製した。ただし、フレーム 5 の受光面 5 a を黒色とし、非受光面 5 b は銀色 (アルミニウム色) とした。また、透光性基板 1 として、図 4 の曲線 A で示す特性の青板ガラス (1 枚) を用いた。

20

【0044】

以上の薄膜太陽電池モジュールを屋外に設置し、その温度と光電変換効率の変化を調べたところ、従来では太陽電池パネルの気温に対する温度上昇が、夏期において最高でもモジュール中央部で約 40℃、モジュール周辺部のフレーム近傍で約 25℃ に止まっていたものが、この実施例 1 の薄膜太陽電池モジュールでは、気温に対してモジュール全面で 45℃ ~ 55℃ の上昇となり、夏期において 75℃ ~ 85℃ となっていた。また、従来、年平均で約 24% の光劣化があったものが、この実施例 1 の薄膜太陽電池モジュールでは約 20% の光劣化となっており、大きな改善効果が確認された。

30

【0045】

<実施例 2>

図 2 に示すように、裏面封止樹脂フィルム 3 の受光面 3 a (表面) を黒色、非受光面 3 b (裏面) を白色としたこと以外は、実施例 1 と同様にして薄膜太陽電池モジュールを作製した。

【0046】

この薄膜太陽電池モジュールを屋外に設置し、その温度と光電変換効率の変化を調べたところ、従来では太陽電池パネルの気温に対する温度上昇が、夏期において最高でもモジュール中央部で約 40℃、モジュール周辺部のフレーム近傍で約 25℃ に止まっていたものが、この実施例 2 の薄膜太陽電池モジュールでは、気温に対してモジュール全面で 48℃ ~ 58℃ の上昇となり、夏期において 78℃ ~ 88℃ となっていた。また、従来、年平均で約 24% の光劣化があったものが、この実施例 2 の薄膜太陽電池モジュールでは約 19% の光劣化となっており、大きな改善効果が確認された。

40

【0047】

<実施例 3>

青板ガラスの表面に熱 CVD による酸化錫透明導電膜を蒸着して、透光性基板の特性を、図 4 に示す曲線 B の特性 (近赤外光吸収) に変更した以外は、実施例 2 と同様にして薄膜太陽電池モジュールを作製した。

【0048】

この薄膜太陽電池モジュールを屋外に設置し、その温度と光電変換効率の変化を調べたと

50

ころ、従来では太陽電池パネルの気温に対する温度上昇が、夏期において最高でもモジュール中央部で約40℃、モジュール周辺部のフレーム近傍で約25℃に止まっていたものが、この実施例3の薄膜太陽電池モジュールでは、気温に対してモジュール全面で53℃～63℃の上昇となり、夏期において83℃～93℃となっていた。また、従来、年平均で約24%の光劣化があったものが、この実施例3の薄膜太陽電池モジュールでは約17%の光劣化となっており、大きな改善効果が確認された。

【0049】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明は、非晶質シリコン系半導体層を形成した太陽電池素子の非受光面側に断熱手段を設けて、太陽電池素子の温度が光照射によって上昇するようにしたモジュールにおいて、モジュールに取り付けられるフレームの放射率を、受光面側が高く、非受光面側が低くなるように設定しているため、モジュール周囲のフレームの温度が光吸収によって高温になりモジュール全体が高温になる。これによりアニール効果が高められ、光劣化現象が大幅に抑制される。

10

【0050】

本発明は、非晶質シリコン系半導体層を形成した太陽電池素子の非受光面側に断熱手段を設けて、太陽電池素子の温度が光照射によって上昇するようにしたモジュールにおいて、太陽電池素子の裏面側を封止する樹脂フィルムの放射率を、受光面側が高く、非受光面側が低くなるように設定しているため、封止用の樹脂フィルムの温度が光吸収によって高温になり、太陽電池素子の温度が高温になる。これによりアニール効果が高められ、光劣化現象が大幅に抑制される。

20

【0051】

本発明は、非晶質シリコン系半導体層を形成した太陽電池素子の非受光面側に断熱手段を設けて、太陽電池素子の温度が光照射によって上昇するようにしたモジュールにおいて、太陽電池素子の透光性基板として、1500～2000nmの近赤外波長領域で平均40%以上の光吸収率を有する透光性基板を用いているため、モジュール表面の透光性基板の温度が光吸収によって高温になり、太陽電池素子の温度が高温になる。これによりアニール効果が高められ、光劣化現象が大幅に抑制される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の構造を模式的に示す断面図である。

30

【図2】本発明の他の実施形態の構造を模式的に示す断面図である。

【図3】本発明の別の実施形態の構造を模式的に示す断面図である。

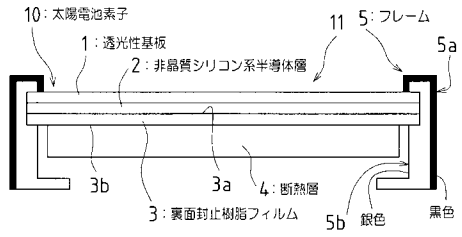
【図4】本発明の実施形態に用いる透光性基板の分光透過率を示すグラフである。

【符号の説明】

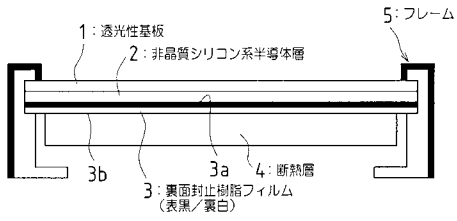
- 1 透光性基板
- 2 非晶質シリコン系半導体層
- 3 裏面封止樹脂フィルム
 - 3 a 裏面封止樹脂フィルムの受光面
 - 3 b 裏面封止樹脂フィルムの非受光面
- 4 断熱層
- 5 フレーム
 - 5 a フレームの受光面
 - 5 b フレームの非受光面
- 10 太陽電池素子
- 11 太陽電池パネル

40

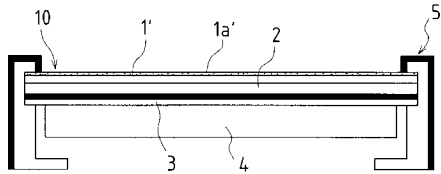
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

