

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6039905号  
(P6039905)

(45) 発行日 平成28年12月7日(2016.12.7)

(24) 登録日 平成28年11月11日(2016.11.11)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 L	31/0224	(2006.01)	HO 1 L	31/04	2 6 0
HO 1 L	31/05	(2014.01)	HO 1 L	31/04	5 7 0
CO 9 J	11/04	(2006.01)	CO 9 J	11/04	
CO 9 J	201/00	(2006.01)	CO 9 J	201/00	
CO 9 J	9/02	(2006.01)	CO 9 J	9/02	

請求項の数 9 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-29804 (P2012-29804)  
 (22) 出願日 平成24年2月14日(2012.2.14)  
 (65) 公開番号 特開2013-168442 (P2013-168442A)  
 (43) 公開日 平成25年8月29日(2013.8.29)  
 審査請求日 平成27年2月6日(2015.2.6)

(73) 特許権者 000108410  
 デクセリアルズ株式会社  
 東京都品川区大崎一丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー8階  
 (74) 代理人 100107515  
 弁理士 廣田 浩一  
 (74) 代理人 100107733  
 弁理士 流 良広  
 (74) 代理人 100115347  
 弁理士 松田 奈緒子  
 (74) 代理人 100163038  
 弁理士 山下 武志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 導電性接着剤、太陽電池モジュール及び太陽電池モジュールの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

太陽電池の電極とタブ線とを接続する導電性接着剤において、  
 接着剤樹脂組成物と、上記接着剤樹脂組成物に含有された導電性フィラーとを有し、  
 上記導電性フィラーとして、導電性フィラメントの凝集体を用い、  
 上記導電性フィラメントの凝集体は、上記接着剤樹脂組成物80質量部に対して10～40質量部含有されており、  
 上記導電性フィラメントの凝集体は、径が2μm～8μmの金属線からなる導電性フィラメントが凝集され、導電性フィラメントの凝集体の径が2μm～40μmの大きさのものであることを特徴とする導電性接着剤。

【請求項2】

接着剤層の厚さが10～30μmである請求項1に記載の導電性接着剤。

【請求項3】

上記導電性フィラメントの凝集体の最大径と接着剤層の厚さとの比、[凝集体の最大径(μm)]/[接着剤層の厚さ(μm)]が、0.2～2.0である請求項1～2のいずれか1項に記載の導電性接着剤。

【請求項4】

導電性フィラーとして、上記導電性フィラメントの凝集体に加え、球状及び/又は扁平状の導電性粒子も含有し、

上記導電性フィラメントの凝集体と上記導電性粒子とは99:1～50:50の割合で

含有されている請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の導電性接着剤。

【請求項 5】

フィルム状に成形されている請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の導電性接着剤。

【請求項 6】

上記導電性フィラメントとして、ニッケルフィラメントを用いる請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の導電性接着剤。

【請求項 7】

上記導電性フィラメントの凝集体は、径が  $2 \mu\text{m} \sim 3 \mu\text{m}$  の金属線からなる導電性フィラメントが凝集され、導電性フィラメントの凝集体の径が  $5 \mu\text{m} \sim 20 \mu\text{m}$  の大きさのものであり、上記導電性フィラメントの凝集体の最大径と、上記接着剤層の厚さとの比、[凝集体の最大径 ( $\mu\text{m}$ )] / [接着剤層の厚さ ( $\mu\text{m}$ )] が  $0.8 \sim 1.5$  である請求項 1 に記載の導電性接着剤。

10

【請求項 8】

太陽電池と、  
 上記太陽電池に形成された電極上に、接着剤層を介して接続されるタブ線と、  
 上記太陽電池を封止する封止材と、  
 上記太陽電池の表面及び裏面を保護する保護部材とを備え、  
 上記接着剤層が、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の導電性接着剤からなる接着剤層である太陽電池モジュール。

【請求項 9】

20

太陽電池の電極に導電性接着剤を介してタブ線を配置する工程と、  
 上記タブ線の上から加熱及び押圧することにより上記導電性接着剤を硬化させ、上記タブ線と前記電極とを電氣的、及び機械的に接続する工程とを有し、  
 上記導電性接着剤が、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の導電性接着剤である太陽電池モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、太陽電池に形成された電極とタブ線とを接続する導電性接着剤に関し、特に導電性フィラーを改良した導電性接着剤、及びこの導電性接着剤を用いてタブ線が接続されている太陽電池モジュール、並びに太陽電池モジュールの製造方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来、太陽電池に形成された電極と、インターコネクタとなるタブ線とがハンダ接続されている。たとえば結晶シリコン系の太陽電池モジュールでは、複数の隣接する太陽電池セルが、インターコネクタとして半田コートされたりボン状銅箔等からなるタブ線により接続されている。

【0003】

タブ線は、その一端側を一の太陽電池セルの表面電極に接続され、他端側を隣接する太陽電池セルの裏面電極に接続することにより、各太陽電池セルを直列に接続する。

40

【0004】

具体的に、太陽電池セルとタブ線との接続は、太陽電池セルの受光面に銀ペーストのスクリーン印刷により形成されたバスバー電極及び太陽電池セルの裏面接続部に形成された Ag 電極と、タブ線とが半田処理により接続されている（特許文献 1）。なお、太陽電池セル裏面の接続部以外の領域は Al 電極や Ag 電極が形成されている。

【0005】

しかし、半田付けでは約  $260$  と高温による接続処理が行われるため、太陽電池セルの反りや、タブ線と表面電極及び裏面電極との接続部に生じる内部応力、さらにフラックスの残渣等により、太陽電池セルの表面電極及び裏面電極とタブ線との間の接続信頼性が低下することが懸念される。

50

## 【0006】

そこで、従来、太陽電池セルの表面電極及び裏面電極とタブ線との接続に、比較的低い温度での熱圧着処理による接続が可能な導電性接着フィルムが使用されている（特許文献2）。このような導電性接着フィルムとしては、平均粒径が数 $\mu\text{m}$ オーダーの球状または扁平状の導電性フィラーを熱硬化型バインダー樹脂組成物に分散してフィルム化したものが使用されている。

## 【0007】

導電性接着フィルムは、表面電極及び裏面電極とタブ線との間に介在された後、タブ線の上から熱加圧されることにより、バインダー樹脂が流動性を示して電極、タブ線間より流出されるとともに、導電性フィラーが電極とタブ線間の導通を図り、この状態でバインダー樹脂が熱硬化する。これにより、タブ線によって複数の太陽電池セルが直列接続されたストリングスが形成される。

10

## 【0008】

導電性接着フィルムを用いてタブ線と表面電極及び裏面電極とが接続された複数の太陽電池セルは、ガラス、透光性プラスチックなどの透光性を有する表面保護材と、PET（Poly Ethylene Terephthalate）等のフィルムからなる背面保護材との間に、エチレン-酢酸ビニル共重合体樹脂（EVA）等の透光性を有する封止材により封止される。

## 【0009】

また、いわゆる薄膜系の太陽電池においても、同様に、太陽電池表面に形成されたP型電極、N型電極とタブ線との接続が導電性接着フィルムを用いて行われている。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0010】

【特許文献1】特開2004-356349号公報

【特許文献2】特開2008-135654号公報

【特許文献3】特開2009-38002号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0011】

ここで、太陽電池の電極とタブ線とは、接続抵抗を低減させることにより変換効率を向上させるために、電極とタブ線との導通を図る導電性フィラーとの接触面積を広く確保することが望ましい。

30

## 【0012】

しかし、図8に示すように、導電性フィラーとして球状粒子を用いた場合、タブ線と電極との間に挟持される導電性粒子との接触は点接触であるため、接触面積を広く確保することはできない。また、導電性粒子との接触面積を広げるべく、導電性粒子を強く押し込み扁平状に潰すと、接続後に導電性粒子の残留応力によって接着剤層内において導電性粒子が浮動し、導通性を悪化させるおそれがある。

## 【0013】

なお、導電性接着フィルムとしては、プリント基板やガラス基板に半導体などの部品を実装するCOF実装やCOG実装の際に異方性導電接続を行う異方性導電フィルム（ACF：Anisotropic Conductive Film）がある。この種の異方性導電フィルムは、電気的異方性を確保するために、横方向の導通性は極力抑えることが望ましく、使用する導電性フィラーも横方向への接続性の少ないものを選択することが望ましい。

40

## 【0014】

一方で、太陽電池の電極とタブ線とを接続する導電性接着フィルムにおいては、異方性を考慮する必要がなく、むしろ電極・タブ線の接続面全体に亘って良好な導通性を備えることが望ましい。

## 【0015】

そこで、本発明は、接続抵抗値の上昇が低減されるとともに、接続後の残留応力による

50

接続信頼性の低下が防止された太陽電池の電極とタブ線とを接続する導電性接着剤、これを用いてタブ線が接続された太陽電池モジュール及び太陽電池モジュールの製造方法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】

【0016】

上述した課題を解決するために、本発明に係る導電性接着剤は、太陽電池の電極とタブ線とを接続する導電性接着剤において、接着剤樹脂組成物と、上記接着剤樹脂組成物に含有された導電性フィラーとを有し、導電性フィラーとして、フィラメントの凝集体を用いるものである。

【0017】

また、本発明に係る太陽電池モジュールは、太陽電池と、上記太陽電池に形成された電極上に、接着剤層を介して接続されるタブ線と、上記太陽電池を封止する封止材と、上記太陽電池の表面及び裏面を保護する保護部材とを備え、上記接着剤層は、接着剤樹脂組成物と、上記接着剤樹脂組成物に含有された導電性フィラーとを有し、導電性フィラーとして、フィラメントの凝集体を用いるものである。

【0018】

また、本発明に係る太陽電池モジュールの製造方法は、太陽電池の電極に導電性接着剤を介してタブ線を配置する工程と、上記タブ線の上から加熱押圧することにより上記導電性接着剤を硬化させ、上記タブ線と上記電極とを電気的、機械的に接続する工程とを有し、上記導電性接着剤は、接着剤樹脂組成物と、上記接着剤樹脂組成物に含有された導電性

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、導電性フィラーとしてフィラメント凝集体を用いている。フィラメント凝集体は、通常の球状粒子や扁平状粒子に比して、タブ線及び電極との接触点が多く、また加圧されることにより隣接するフィラメント凝集体とも接触することで、横方向にも導通する。このため、導電性接着剤は、フィラメント凝集体を用いることにより、タブ線と電極との間の導通抵抗が低く抑えられ、変換効率の向上を図ることができる。

【0020】

また、フィラメント凝集体は、加圧によっても残留応力を殆ど発生させず、接着剤層内で浮動することによるタブ線や電極との接触面積の減少もない。このため、導電性接着剤は、フィラメント凝集体を用いることにより、接続信頼性が低下することを防止することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明が適用された薄膜太陽電池モジュールの製造工程を示す図であり、(a)は積層体を貼着する斜視図、(b)は平面図である。

【図2】本発明が適用された薄膜太陽電池モジュールの斜視図である。

【図3】タブ線及び接着剤層の積層体を示す断面図である。

【図4】薄膜太陽電池モジュールの平面図である。

【図5】本発明が適用された導電性接着剤の熱加圧工程を示す断面図である。

【図6】本発明が適用されたシリコン系太陽電池モジュールの斜視図である。

【図7】シリコン系太陽電池セルのストリングを示す断面図である。

【図8】従来の導電性接着剤の熱加圧工程を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明が適用された導電性接着剤、これを用いた太陽電池モジュール及び太陽電池モジュールの製造方法について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、本発明は、以下の実施形態のみに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変更が可能であることは勿論である。また、図面は模式的なものであり、各寸

10

20

30

40

50

法の比率等は現実のものとは異なることがある。具体的な寸法等は以下の説明を参酌して判断すべきものである。また、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

#### 【 0 0 2 3 】

##### [ 薄膜太陽電池モジュール ]

太陽電池モジュールを構成する太陽電池としては、例えばガラスやステンレススチールなどの基板の上に、光電変換層である半導体層を形成したいわゆる薄膜太陽電池 1 を用いることができる。薄膜太陽電池 1 は、図 1 ( a ) ( b ) に示すように、複数の太陽電池セル 2 がコンタクトラインによって接続された太陽電池ストリングを構成する。図 2 に示すように、このストリング構造を有する薄膜太陽電池 1 は、単体で、又は複数枚連結されたマトリクスを構成して、裏面側に設けられた封止接着剤のシート 3 及びバックシート 4 とともに一括してラミネートされることにより太陽電池モジュール 6 が形成される。なお、太陽電池モジュール 6 は、適宜、周囲にアルミニウムなどの金属フレーム 7 が取り付けられる。

10

#### 【 0 0 2 4 】

封止接着剤としては、例えばエチレンビニルアセテート樹脂 ( E V A ) 等の透光性封止材が用いられる。また、バックシート 4 としては、耐候性、耐熱性、耐水性、耐光性等の諸特性に優れるプラスチックのフィルムあるいはシートが用いられ、例えばフッ素系樹脂の高耐性という特徴を生かした、ポリフッ化ビニル ( P V F ) / ポリエチレンテレフタレート ( P E T ) / ポリフッ化ビニル ( P V F ) の構成の積層シートを用いることができる。

20

#### 【 0 0 2 5 】

##### [ 太陽電池 ]

本発明が適用された薄膜太陽電池 1 は、透光性絶縁基板 8 上に、図示は省略しているが、透明導電膜からなる透明電極膜、光電変換層、裏面電極膜がこの順に積層されて形成され、透光性絶縁基板 8 側から光を入射させるスーパーストレート型の太陽電池である。なお、薄膜太陽電池には、基材、裏面電極、光電変換層、透明電極の順で形成されたサブストレート型太陽電池もある。以下では、スーパーストレート型の薄膜太陽電池 1 を例に説明するが、本技術は、サブストレート型の薄膜太陽電池に用いることもできる。

#### 【 0 0 2 6 】

また、本発明が適用される太陽電池は、薄膜系太陽電池全般、例えばアモルファスシリコン、微結晶タンデム、C d T e、C I S、フレキシブル等の各種薄膜系太陽電池、あるいは、いわゆる単結晶シリコン太陽電池、多結晶シリコン太陽電池、H I T 太陽電池といったいわゆるシリコン系太陽電池を用いることができる。

30

#### 【 0 0 2 7 】

透光性絶縁基板 8 としては、ガラスやポリイミドなどの耐熱性樹脂を用いることができる。

#### 【 0 0 2 8 】

透明電極膜としては、例えば S n O <sub>2</sub>、Z n O、I T O などを用いることができる。光電変換層としては、アモルファスシリコン、微結晶シリコンあるいは多結晶シリコンなどのシリコン系光電変換膜や、C d T e、C u I n S e <sub>2</sub>、C u ( I n , G a ) S e <sub>2</sub> などの化合物系光電変換膜を用いることができる。

40

#### 【 0 0 2 9 】

裏面電極膜としては、例えば透明導電膜と金属膜の積層構造を有する。透明電極膜は、S n O <sub>2</sub>、Z n O、I T O などを用いることができる。金属膜は、銀、アルミニウム等を用いることができる。

#### 【 0 0 3 0 】

このように構成された薄膜太陽電池 1 は、図 1 ( a ) に示すように、透光性絶縁基板 8 のほぼ全幅にわたる長さを有する矩形の太陽電池セル 2 が複数形成されている。各太陽電池セル 2 は、電極分割ラインによって分離されるとともに、コンタクトラインによって

50

隣接する太陽電池セル 2 , 2 同士において一方の透明電極膜と他方の裏面電極膜とが互いに接続されることで、複数の太陽電池セル 2 が直列に接続された太陽電池ストリングが構成されている。

【 0 0 3 1 】

そして、薄膜太陽電池 1 は、太陽電池ストリングにおける一端部の太陽電池セル 2 の透明電極膜の端部上に、太陽電池セル 2 とほぼ同一長さの線状の P 型電極 9 が形成され、他端部の太陽電池セル 2 の裏面電極膜の端部上に、太陽電池セル 2 とほぼ同一長さの線状の N 型電極 1 0 が形成されている。薄膜太陽電池 1 は、これら P 型電極 9 及び N 型電極 1 0 が電極取り出し部となり、タブ線 1 1 を介して端子ボックス 1 9 へ電気を供給する。

【 0 0 3 2 】

[ タブ線 ]

タブ線 1 1 は、薄膜太陽電池 1 の P 型電極 9 及び N 型電極 1 0 に導通接続されることにより電極を取り出す端子となるものである。タブ線 1 1 は、図 3 に示すように、例えば一面 1 1 a に接着剤層 2 1 が積層一体化されることにより積層体 2 0 を構成して用いられる。

【 0 0 3 3 】

図 4 に示すように、タブ線 1 1 は、接着剤層 2 1 を介して薄膜太陽電池 1 の P 型電極 9 や N 型電極 1 0 上に接続される集電タブ部 1 2 と、端子ボックス 1 9 と接続される接続タブ部 1 3 とを有し、集電タブ部 1 2 と接続タブ部 1 3 とは、折り返し部 1 4 を介して連続している。なお、図 4 では、便宜上、封止接着材のシート 3 及びバックシート 4 を省略し

【 0 0 3 4 】

接続タブ部 1 3 は、薄膜太陽電池 1 のモジュール化の際には封止接着材のシート 3 及びバックシート 4 を挿通し、バックシート 4 上に設けられる端子ボックス 1 9 と接続される。

【 0 0 3 5 】

タブ線 1 1 は、例えば厚さ 9 ~ 3 0 0  $\mu\text{m}$  に圧延あるいは電解法にて成形された銅箔やアルミ箔をスリットし、あるいは銅やアルミなどの細い金属ワイヤーを平板状に圧延することにより形成される、P 型電極 9 及び N 型電極 1 0 とほぼ同じ幅の 1 ~ 3 mm 幅の平角線である。

【 0 0 3 6 】

集電タブ部 1 2 は、P 型電極 9 及び N 型電極 1 0 と略同じ長さを有し、タブ線 1 1 の一方の面 1 1 a に積層された接着剤層 2 1 を介して P 型電極 9 及び N 型電極 1 0 の全面に対して電気的かつ機械的に接合されている。また、接続タブ部 1 3 は、タブ線 1 1 の一部が折り返し部 1 4 で折り返された先の部分であり、薄膜太陽電池 1 のモジュール化の際には封止接着材のシート 3 及びバックシート 4 に設けられた挿通孔を挿通しバックシート 4 上に折り返されて、先端がバックシート 4 上に設けられた端子ボックス 1 9 の端子台に接続される。

【 0 0 3 7 】

折り返し部 1 4 は、タブ線 1 1 の一部、例えば集電タブ部 1 2 の端部に設けられる。タブ線 1 1 は、折り返し部 1 4 より先が接続タブ部 1 3 となる。したがって、タブ線 1 1 は、集電タブ部 1 2 と接続タブ部 1 3 とが折り返し部 1 4 を介して連続され、接合部分を有しないため、接合箇所に電荷が集中することによる抵抗値の増大や、接合部分の接続信頼性の低下、接合部分に熱や応力が集中することによる透光性絶縁基板 8 の損傷等を防止することができる。なお、タブ線 1 1 は、折り返し部 1 4 を設けることなく、P 型電極 9 及び N 型電極 1 0 と接続する集電タブと端子ボックス 1 9 と接続される接続タブとが接着剤等により接合されるようにしてもよい。

【 0 0 3 8 】

タブ線 1 1 は、P 型電極 9 及び N 型電極 1 0 の長さの略 2 倍程度の長さを有し、全長の略 5 0 % の位置で折り返されることが好ましい。これにより、タブ線 1 1 は、薄膜太陽電

10

20

30

40

50

池1のバックシート4上における端子ボックス19の位置にかかわらず、確実に接続タブ部13を端子ボックス19に接続させることができる。

【0039】

図3に示すように、タブ線11は、一面11aにP型電極9又はN型電極10に接続させる接着剤層21が設けられている。接着剤層21は、タブ線11の一面11aの全面に設けられ、導電性接着フィルム23によって構成される。

【0040】

導電性接着フィルム23は、図3に示すように、熱硬化性のバインダー樹脂層24に導電性フィラーとしてフィラメント凝集体25が含有されてなる。また、導電性接着フィルム23は、押し込み性の観点から、バインダー樹脂の最低熔融粘度が、 $100 \sim 100000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であることが好ましい。導電性接着フィルム23は、最低熔融粘度が低すぎると低圧着から本硬化の過程で樹脂が流動してしまい接続不良やセル表面へのはみ出しが生じやすくなる。また、最低熔融粘度が高すぎてもフィルム貼着時に不良を発生しやすく、接続信頼性に悪影響が出る場合もある。なお、最低熔融粘度については、サンプルを所定量回転式粘度計に装填し、所定の昇温速度で上昇させながら測定することができる。

【0041】

[フィラメント凝集体]

タブ線11とP型電極9及びN型電極10との間に挟持され、両者を導通接続させる導電性フィラーとなるフィラメント凝集体25は、細く長い柔軟な金属線、例えば線状ニッケルの凝集体が用いられる。導電性接着フィルム23は、フィラメント凝集体25を導電性フィラーとして用いることにより、タブ線11とP型電極9及びN型電極10との間に挟持された際の接触点を増加させることができ、導通抵抗を低下させ、変換効率の向上を図ることができる。また、導電性接着フィルム23は、フィラメント凝集体25を導電性フィラーとして用いることにより、タブ線11とP型電極9及びN型電極10との間に挟持された場合にも残留応力が発生せず、長期に亘る接続信頼性を確保することができる。

【0042】

フィラメント凝集体25は、バインダー樹脂組成物80質量部に対して5～40質量部含有されることが好ましい。5質量部に満たないと、タブ線11とP型電極9及びN型電極10との間に接触点を多数設けることができず、導通抵抗の上昇を招く。また、40質量部より多く含有させると、バインダー樹脂組成物の量に対して過剰となり、接着力が低下し、接続信頼性に欠けるおそれがある。

【0043】

また、フィラメント凝集体25は、例えば径が $0.5 \sim 8 \mu\text{m}$ のフィラメントが凝集され、径が $2 \sim 40 \mu\text{m}$ の大きさのものを用いることが好ましい。フィラメント径が $0.5 \mu\text{m}$ に満たない場合やフィラメント凝集体25の径が $2 \mu\text{m}$ に満たない場合にも、タブ線11とP型電極9及びN型電極10との間に接触点を多数設けることができず、導通抵抗の上昇を招く。また、フィラメントの径が $8 \mu\text{m}$ より大きいものや、フィラメント凝集体25の径が $40 \mu\text{m}$ より大きいものは、熱加圧時の残留応力も大きくなるほか、バインダー樹脂層24内におけるフィラメント凝集体25の分散性が低下し、導通性も低下するおそれがあり、含有量を増やすとバインダー樹脂層24の接着性が低下するおそれがある。

【0044】

また、フィラメント凝集体25は、最大径と、導電性接着フィルム23の厚さ、すなわちバインダー樹脂層24の厚さとの比[凝集体の最大径( $\mu\text{m}$ )]/[バインダー樹脂層の厚さ( $\mu\text{m}$ )]が $0.2 \sim 2.0$ であることが好ましい。当該比が $0.2$ に満たない場合、フィラメント凝集体25によってタブ線11とP型電極9及びN型電極10との間に接触点を多数設けることができず、導通抵抗の上昇を招くおそれがある。また、当該比が $2.0$ を超えると、バインダー樹脂層が薄くなりすぎ、接着力が低下し、接続信頼性に欠けるおそれがある。

【0045】

なお、導電性接着フィルム23は、導電性フィラーとしてフィラメント凝集体25に加

10

20

30

40

50

え球状の導電性粒子や扁平状の導電性粒子を含有させてもよい。この場合、フィラメント凝集体25と導電性粒子とは99：1～50：50の割合で含有されることが好ましい。フィラメント凝集体25の割合がこれ以上低下すると、タブ線11とP型電極9及びN型電極10との間に接触点を多数設けることができず、導通抵抗の上昇を招き、また球状粒子による残留応力の影響で接続信頼性が低下するおそれがある。

【0046】

球状又は扁平状の導電性粒子としては、特に制限されず、例えば、ニッケル、金、銀、銅などの金属粒子、樹脂粒子に金めっきなどを施したものの、樹脂粒子に金めっきを施した粒子の最外層に絶縁被覆を施したものの、カーボン粒子などを挙げることができる。

【0047】

なお、導電性接着フィルム23は、常温付近での粘度が10～10000kPa・sであることが好ましく、さらに好ましくは、10～5000kPa・sである。導電性接着フィルム23の粘度が10～10000kPa・sの範囲であることにより、導電性接着フィルム23をタブ線11の一面11aに設け、リール26に巻装した場合において、いわゆるはみ出しによるブロッキングを防止することができ、また、所定のタック力を維持することができる。

【0048】

導電性接着フィルム23のバインダー樹脂層24の組成は、上述のような特徴を害さない限り、特に制限されないが、より好ましくは、膜形成樹脂と、液状エポキシ樹脂と、潜在性硬化剤と、シランカップリング剤とを含有する。

【0049】

膜形成樹脂は、平均分子量が10000以上の高分子量樹脂に相当し、フィルム形成性の観点から、10000～80000程度の平均分子量であることが好ましい。膜形成樹脂としては、エポキシ樹脂、変性エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、フェノキシ樹脂等の種々の樹脂を使用することができ、その中でも膜形成状態、接続信頼性等の観点からフェノキシ樹脂が好適に用いられる。

【0050】

液状エポキシ樹脂としては、常温で流動性を有していれば、特に制限はなく、市販のエポキシ樹脂が全て使用可能である。このようなエポキシ樹脂としては、具体的には、ナフタレン型エポキシ樹脂、ピフェニル型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、ビスフェノール型エポキシ樹脂、スチルベン型エポキシ樹脂、トリフェノールメタン型エポキシ樹脂、フェノールアラルキル型エポキシ樹脂、ナフトール型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、トリフェニルメタン型エポキシ樹脂などを用いることができる。これらは単独でも、2種以上を組み合わせ用いてもよい。また、アクリル樹脂など他の有機樹脂と適宜組み合わせ使用してもよい。

【0051】

潜在性硬化剤としては、加熱硬化型、UV硬化型などの各種硬化剤が使用できる。潜在性硬化剤は、通常では反応せず、何かしらのトリガーにより活性化し、反応を開始する。トリガーには、熱、光、加圧などがあり、用途により選択して用いることができる。なかでも、本実施の形態では、加熱硬化型の潜在性硬化剤が好適に用いられ、P型電極9、N型電極10に加熱押圧されることにより本硬化される。液状エポキシ樹脂を使用する場合は、イミダゾール類、アミン類、スルホニウム塩、オニウム塩などからなる潜在性硬化剤を使用することができる。

【0052】

シランカップリング剤としては、エポキシ系、アミノ系、メルカプト・スルフィド系、ウレイド系などを用いることができる。これらの中でも、本実施の形態では、エポキシ系シランカップリング剤が好ましく用いられる。これにより、有機材料と無機材料の界面における接着性を向上させることができる。

【0053】

また、その他の添加組成物として、無機フィラーを含有してもよい。無機フィラーを

10

20

30

40

50



有することにより、圧着時における樹脂層の流動性を調整し、粒子捕捉率を向上させることができる。無機フィラーとしては、シリカ、タルク、酸化チタン、炭酸カルシウム、酸化マグネシウム等を用いることができ、無機フィラーの種類は特に限定されるものではない。

#### 【0054】

図3は、タブ線11及び導電性接着フィルム23が積層された積層体20を模式的に示す図である。この導電性接着フィルム23は、剥離基材27上にバインダー樹脂層24が積層され、テープ状に成型されている。このテープ状の導電性接着フィルム23は、リール26に剥離基材27が外周側となるように巻回積層される。剥離基材27としては、特に制限はなく、PET (Poly Ethylene Terephthalate)、OPP (Oriented Polypropylene)、PMP (Poly-4-methylpentene-1)、PTFE (Polytetrafluoroethylene)などを用いることができる。

10

#### 【0055】

導電性接着フィルム23は、バインダー樹脂層24上に、上述したタブ線11が、カバーフィルムとして貼付される。すなわち、導電性接着フィルム23は、バインダー樹脂層24がタブ線11の一面11aに積層される。このように、予めタブ線11と導電性接着フィルム23とを積層一体化させておくことにより、実使用時においては、剥離基材27を剥離し、導電性接着フィルム23のバインダー樹脂層24をP型電極9やN型電極10上に貼着することによりタブ線11と各電極9, 10との仮貼りが図られる。

20

#### 【0056】

上述した導電性接着フィルム23は、フィラメント凝集体25と、膜形成樹脂と、液状エポキシ樹脂と、潜在性硬化剤と、シランカップリング剤とを溶剤に溶解させる。溶剤としては、トルエン、酢酸エチルなど、又はこれらの混合溶剤を用いることができる。溶解させて得られた樹脂生成用溶液を剥離基材27上に塗布し、溶剤を揮発させることにより、導電性接着フィルム23を得る。その後、導電性接着フィルム23は、ロールラミネート等によりタブ線11の一面11aに貼付される。これにより導電性接着フィルム23が、タブ線11の一面11aの全面に亘って設けられた積層体20が形成される。

#### 【0057】

このような導電性接着フィルム23は、タブ線11がP型電極9上やN型電極10上に仮貼りされた後、加熱押圧ヘッドや真空ラミネータによって所定の温度、圧力で熱加圧される。これにより、図5に示すように、導電性接着フィルム23は、バインダー樹脂がP型電極9及びN型電極10と集電タブ部12との間より流出されるとともにフィラメント凝集体25が集電タブ部12と各電極9, 10との間で挟持され、この状態でバインダー樹脂が硬化する。これにより、導電性接着フィルム23は、集電タブ部12を各電極9, 10上に接着させると共に、フィラメント凝集体25を介して集電タブ部12と各電極9, 10とを導通接続させることができる。

30

#### 【0058】

ここで、導電性接着フィルム23は、導電性フィラーとしてフィラメント凝集体25を用いている。フィラメント凝集体25は、通常の球状粒子や扁平状粒子に比して、タブ線11、P型電極9及びN型電極10との接触点が多く、また加圧されることにより隣接するフィラメント凝集体25とも接触することで、横方向にも導通していく。このため、導電性接着フィルム23は、フィラメント凝集体25を用いることにより、タブ線11とP型電極9及びN型電極10との間の導通抵抗が低く抑えられ、変換効率の向上を図ることができる。

40

#### 【0059】

また、フィラメント凝集体25は、加圧によっても残留応力を殆ど発生させず、熱硬化したバインダー樹脂層24内で浮動することによるタブ線11やP型電極9及びN型電極10との接触面積の減少もない。このため、導電性接着フィルム23は、フィラメント凝集体25を用いることにより、接続信頼性が低下することを防止することもできる。

#### 【0060】

50

さらに、フィラメント凝集体 25 は、加圧に対する反発力がほとんど無いため、低圧でタブ線 11 と P 型電極 9 及び N 型電極 10 との接続を行っても接触面積を増加させることができる。したがって、導電性接着フィルム 23 は、太陽電池に対する負荷を低減することができる。特に近年では、太陽電池の薄型化が進んでいるため、低圧でタブ線の接続を行うことができれば、熱加圧時における太陽電池の反りや割れなどのリスクを低減することができる有用である。

#### 【0061】

なお、接着剤層 21 は、導電性接着フィルム 23 を用いてタブ線 11 と積層させた積層体 20 を用いるほか、導電性接着フィルム 23 をタブ線 11 と別個に薄膜太陽電池 1 の P 型電極 9 や N 型電極 10 に設け、次いでタブ線 11 を重畳させるようにしてもよい。また、接着剤層 21 は、フィルム状に成形された導電性接着フィルム 23 以外にも、ペースト状の導電性接着ペーストを用いてもよい。導電性接着ペーストは、ペースト状である他は、導電性接着フィルム 23 と同様の成分からなり、タブ線 11 の接続に先立って、P 型電極 9 や N 型電極 10 に塗布され、次いでタブ線 11 が重畳される。

#### 【0062】

##### [ 薄膜太陽電池モジュールの製造工程 ]

次いで、上述した薄膜太陽電池モジュール 6 の製造工程について説明する。薄膜太陽電池モジュール 6 の製造工程は、薄膜太陽電池 1 の製造工程と、薄膜太陽電池 1 の P 型電極 9 及び N 型電極端子 10 上に、タブ線 11 と導電性接着フィルム 23 との積層体 20 を配置する工程と、薄膜太陽電池 1 をモジュール化する工程とを有する。

#### 【0063】

薄膜太陽電池 1 は通常の方法で製造される。薄膜太陽電池 1 は、P 型電極 9 及び N 型電極端子 10 上に、積層体 20 が配置される(図 1)。積層体 20 は、リール 26 より所定の長さだけ引き出され、カットされた後、剥離基材 27 が剥離され、露出された導電性接着フィルム 23 が P 型電極 9 及び N 型電極 10 上に配置され、ボンダー等によって所定時間タブ線 11 の上から加圧される。これにより、導電性接着フィルム 23 を介して P 型電極 9 及び N 型電極 10 上にそれぞれタブ線 11 が仮配置される。

#### 【0064】

タブ線 11 が仮配置された薄膜太陽電池 1 は、モジュール化の工程に移される。モジュール化工程では、薄膜太陽電池 1 が配列されてタブ線 11 を介して太陽電池ストリングを形成し、あるいは薄膜太陽電池 1 単体でモジュール化される。薄膜太陽電池 1 又は太陽電池ストリングは、封止接着材のシート 3 とバックシート 4 が積層され、真空ラミネータ等により一括ラミネート封止される。このとき、接続タブ部 13 は、封止接着材のシート 3 とバックシート 4 に設けられた挿通孔を挿通し、バックシート 4 上に配設された端子ボックス 19 に接続される(図 2)。

#### 【0065】

##### [ シリコン系太陽電池 ]

なお、上記では太陽電池として薄膜太陽電池 1 を用いた場合を例に説明したが、シリコン系太陽電池を用いた場合も同様に、導電性接着フィルム 23 を用いてタブ線と電極とを接続し、また太陽電池セル同士を接続することができる。

#### 【0066】

例えば、図 6 及び図 7 に示すように、受光面の相対向する側縁間に亘る複数のフィンガー電極 31 が並設されたシリコン系の太陽電池セル 30 には、全フィンガー電極 31 と交差するタブ線 32 が接着剤層 33 を介して接続される。タブ線 32 は、上述したタブ線 11 と同様に、太陽電池セル 30 の受光面上に接続されフィンガー電極 31 と接続される集電タブ部 35 と、太陽電池のモジュール化の際に隣接する太陽電池セル 30 の裏面電極 37、あるいは隣接する太陽電池セル 30 に設けられたタブ線 32 と接続される接続タブ部 36 とを有する。

#### 【0067】

接着剤層 33 は、上述した接着剤層 21 と同様に、導電性接着フィルム 23 や導電性接

10

20

30

40

50

着ペーストを用いることができる。また、導電性接着フィルム 23 は、予めタブ線 32 の両面に積層され一括して太陽電池セル 30 に貼着されてもよく、タブ線 32 とは別に形成され別々に太陽電池セル 30 に貼着されてもよい。

【0068】

集電タブ部 35 は、フィンガー電極の長手方向と直交する太陽電池セル 30 の一辺と略同じ長さを有し、接着剤層 33 を介して全フィンガー電極 31 と交差するように受光面上に仮貼りされる。接続タブ部 36 は、集電タブ部 35 より先の部分であり、隣接する太陽電池セル 30 の裏面電極 37 と接着剤層 33 を介して仮貼りされる。

【0069】

これにより、太陽電池セル 30 は、ストリング 34 を構成し、このストリング 34 が封止接着剤のシート 3 で挟まれ、受光面側に設けられた表面カバー 5 及び裏面側に設けられたバックシート 4 とともに一括して真空ラミネータによってラミネートされる。

10

【0070】

このとき、タブ線 32 が真空ラミネータによって所定の温度、圧力で熱加圧されることにより、導電性接着フィルム 23 は、バインダー樹脂がフィンガー電極 31 と集電タブ部 35 との間、及び裏面電極 37 と接続タブ部 36 との間より流出されるとともにフィラメント凝集体 25 がフィンガー電極 31 と集電タブ部 35 との間、及び裏面電極 37 と接続タブ部 36 との間に挟持され、この状態でバインダー樹脂が硬化する。これにより、導電性接着フィルム 23 は、タブ線 32 をフィンガー電極 31 及び裏面電極 37 上に接着させると共に、フィラメント凝集体 25 を介してタブ線 32 と各電極 31, 37 とを導通接続

20

【0071】

これにより、太陽電池セル 30 が複数接続された太陽電池モジュール 38 が形成される。なお、太陽電池モジュール 38 は、適宜、周囲にアルミニウムなどの金属フレーム 7 が取り付けられる。

【0072】

[シリコン系の太陽電池モジュールの製造工程]

次いで、上述したシリコン系太陽電池モジュール 38 の製造工程について説明する。シリコン系太陽電池モジュール 38 の製造工程も上記薄膜太陽電池モジュールの製造工程と同様に、シリコン系太陽電池セル 30 の製造工程と、この太陽電池セル 30 のフィンガー電極 31 及び裏面電極 37 上に、タブ線 32 を配置する工程と、太陽電池セル 30 をモジュール化する工程とを有する。

30

【0073】

シリコン系の太陽電池セル 30 は、通常の方法で製造される。太陽電池セル 30 は、フィンガー電極 31 及び裏面電極 37 が形成された後、受光面及び裏面にタブ線 32 が接着剤層 33 を介して貼着され、これにより太陽電池ストリング 34 を構成する。なお、以下では、バスバー電極を有しないバスバーレスタイプの太陽電池セル 30 を例に説明するが、本発明は、バスバー電極を有する太陽電池セル 30 にも適用できる。バスバー電極を形成した場合、タブ線 32 は、接着剤層 33 を介してバスバー電極上に貼着される。

【0074】

タブ線 32 は、図 6 に示すように、受光面上に複数形成されている全フィンガー電極 31 と交差するように、例えば 2 本貼着される。また、タブ線 32 は、隣接する太陽電池セル 30 の裏面に形成された裏面電極 37 の所定の位置に、2 本貼着される。

40

【0075】

その後、太陽電池セル 30 は、モジュール化の工程に移される。モジュール化工程では、図 6 に示すように、ストリング 34 の表裏面に封止接着材のシート 3 と表面カバー 5 及びバックシート 4 が積層され、真空ラミネータ等により一括ラミネート封止されることにより太陽電池モジュール 38 が形成される。なお、太陽電池モジュール 38 は、適宜、周囲にアルミニウムなどの金属フレーム 7 が取り付けられる。

【0076】

50

なお、接着剤層 33 は、真空ラミネータによって一括ラミネート封止されることにより熱加圧される他、ラミネート封止に先立って、加熱ボンダーによってタブ線 32 とともに熱加圧されることによりタブ線 32 と各電極 31, 37 とを導通接続させるようにしてもよい。

【実施例】

【0077】

次いで、本発明の実施例について説明する。本実施例では、ニッケルフィラメントの凝集体を導電性フィラーとして用いた導電性接着フィルムを用いて、薄膜系太陽電池の P 型電極及び N 型電極（ITO 膜）、及びシリコン系太陽電池のフィンガー電極及び裏面電極（Ag ペースト焼成）にタブ線を接続し、モジュール化した後、初期及び TC（Temperature Cycling）試験後の各接続抵抗値を測定、評価した。

10

【0078】

導電性接着フィルムのバインダー樹脂成分は、  
 フェノキシ樹脂（YP50：新日鐵化学株式会社製）；50 質量部  
 エポキシ樹脂（エピコート 630：三菱化学株式会社製）；4 質量部  
 液状エポキシ分散型イミダゾール型硬化剤樹脂（ノバキュア 3941HP：旭化成イーマテリアルズ株式会社製）；25 質量部  
 シランカップリング剤（A-187：モメンティブパフォーマンスマテリアルズ製）；1 質量部  
 である。

20

【0079】

実施例 1～4 ではニッケルフィラメントの含有量を変えた。具体的に、実施例 1 では、フィラメント径 2～3 μm のニッケルフィラメント（F255：パーレインコ社製）を用いて凝集体を得た。ニッケルフィラメントの含有量は 5 質量部とし、バインダー樹脂層は厚さ 20 μm、バインダー樹脂層内におけるフィラメント凝集体の径は 2～4 μm であった。フィラメントの凝集体の最大径とバインダー樹脂層との比、 $[\text{凝集体の最大径}(\mu\text{m})] / [\text{接着剤層の厚さ}(\mu\text{m})]$  は 0.2 であり、導電性接着フィルムの表面からフィラメント凝集体の露出は、単位面積当たり 0% であった。また、導電性接着フィルムを使用するに際し、フラックス等の前処理は不要である。

30

【0080】

実施例 2 では、フィラメント凝集体の含有量を 10 質量部とした。バインダー樹脂層内におけるフィラメント凝集体の径は 5～15 μm であった。また、 $[\text{凝集体の最大径}(\mu\text{m})] / [\text{接着剤層の厚さ}(\mu\text{m})]$  は 0.8 であった。その他の条件は実施例 1 と同一である。

【0081】

実施例 3 では、フィラメント凝集体の含有量を 20 質量部とした。バインダー樹脂層内におけるフィラメント凝集体の径は 5～20 μm であった。また、 $[\text{凝集体の最大径}(\mu\text{m})] / [\text{接着剤層の厚さ}(\mu\text{m})]$  は 1.0 であり、導電性接着フィルムの表面からフィラメント凝集体の露出は、単位面積当たり 5% であった。その他の条件は実施例 1 と同一である。

40

【0082】

実施例 4 では、フィラメント凝集体の含有量を 40 質量部とした。バインダー樹脂層内におけるフィラメント凝集体の径は 5～40 μm であった。また、 $[\text{凝集体の最大径}(\mu\text{m})] / [\text{接着剤層の厚さ}(\mu\text{m})]$  は 2.0 であり、導電性接着フィルムの表面からフィラメント凝集体の露出は、単位面積当たり 20% であった。その他の条件は実施例 1 と同一である。

【0083】

実施例 5 及び実施例 6 ではバインダー樹脂層の厚さ（μm）を変えた。具体的に、実施例 5 では、バインダー樹脂層の厚さを 10 μm とし、ニッケルフィラメントの含有量は実施例 2 と同様に 10 質量部とした。 $[\text{凝集体の最大径}(\mu\text{m})] / [\text{接着剤層の厚さ}(\mu$

50

m) ]は1.5であり、導電性接着フィルムの表面からフィラメント凝集体の露出は、単位面積当たり5%であった。その他の条件は実施例2と同一である。

【0084】

実施例6では、バインダー樹脂層の厚さを30 $\mu\text{m}$ とし、ニッケルフィラメントの含有量は実施例2と同様に10質量部とした。[凝集体の最大径( $\mu\text{m}$ )]/[接着剤層の厚さ( $\mu\text{m}$ )]は0.5であり、導電性接着フィルムの表面からフィラメント凝集体の露出は、単位面積当たり0%であった。その他の条件は実施例2と同一である。

【0085】

実施例7及び実施例8では、導電性フィラーとしてニッケルフィラメントに加え、球状ニッケル粒子(SFR-Ni:日本アトマイズ加工社製)や金メッキ樹脂粒子(マイクロパールAU:積水化学工業社製)を含有させた。具体的に、実施例7では、球状ニッケル粒子を加えた。球状ニッケル粒子は粒子径が3 $\mu\text{m}$ で、2質量部含有させた。ニッケルフィラメントの凝集体は、8質量部含有させた。その他の条件は実施例2と同一である。

【0086】

実施例8では、金メッキ樹脂粒子を含有させた。金メッキ樹脂粒子は粒子径が4 $\mu\text{m}$ で、2質量部含有させた。ニッケルフィラメントの凝集体は、8質量部含有させた。その他の条件は実施例2と同一である。

【0087】

実施例9及び実施例10では、ニッケルフィラメントの径を変えた。具体的に、実施例9では、フィラメント径0.5~1 $\mu\text{m}$ のニッケルフィラメントを用いて凝集体を得た。バインダー樹脂層内におけるフィラメント凝集体の径は3~10 $\mu\text{m}$ であった。[凝集体の最大径( $\mu\text{m}$ )]/[接着剤層の厚さ( $\mu\text{m}$ )]は0.5であり、導電性接着フィルムの表面からフィラメント凝集体の露出は、単位面積当たり0%であった。その他の条件は実施例2と同一である。

【0088】

実施例10では、フィラメント径5~8 $\mu\text{m}$ のニッケルフィラメントを用いて凝集体を得た。バインダー樹脂層内におけるフィラメント凝集体の径は8~15 $\mu\text{m}$ であった。[凝集体の最大径( $\mu\text{m}$ )]/[接着剤層の厚さ( $\mu\text{m}$ )]は0.8であり、導電性接着フィルムの表面からフィラメント凝集体の露出は、単位面積当たり0%であった。その他の条件は実施例2と同一である。

【0089】

比較例1では、導電性フィラーとして球状ニッケル粒子(SFR-Ni:日本アトマイズ加工社製)を用いた。球状ニッケル粒子は、粒子径が3 $\mu\text{m}$ 、含有量は10質量部とし、バインダー樹脂層は厚さ20 $\mu\text{m}$ 、バインダー樹脂層内における球状ニッケル粒子の凝集体の径は3~10 $\mu\text{m}$ であった。球状ニッケル粒子の凝集体の最大径とバインダー樹脂層との比、[凝集体の最大径( $\mu\text{m}$ )]/[接着剤層の厚さ( $\mu\text{m}$ )]は0.5であり、導電性接着フィルムの表面から球状ニッケル粒子の凝集体の露出は、単位面積当たり1%であった。また、導電性接着フィルムを使用するに際し、フラックス等の前処理は不要である。

【0090】

比較例2では、導電性フィラーとして金メッキ樹脂粒子(マイクロパールAU:積水化学工業社製)を用いた。金メッキ樹脂粒子は、粒子径が4 $\mu\text{m}$ 、含有量は10質量部とし、バインダー樹脂層は厚さ20 $\mu\text{m}$ 、バインダー樹脂層内における金メッキ樹脂粒子の凝集体の径は3~20 $\mu\text{m}$ であった。金メッキ樹脂粒子の凝集体の最大径とバインダー樹脂層との比、[凝集体の最大径( $\mu\text{m}$ )]/[接着剤層の厚さ( $\mu\text{m}$ )]は1.0であり、導電性接着フィルムの表面から金メッキ樹脂粒子の凝集体の露出は、単位面積当たり3%であった。また、導電性接着フィルムを使用するに際し、フラックス等の前処理は不要である。

【0091】

比較例3では、無鉛ハンダを用いて薄膜系太陽電池及びシリコン系太陽電池の各電極に

10

20

30

40

50

タブ線を接続した。接続に際しては、フラックス処理が必要であった。

【 0 0 9 2 】

実施例 1 ~ 1 0 及び比較例 1 ~ 3 に係る薄膜系太陽電池及びシリコン系太陽電池は、各接続方法によってタブ線を接続した後、上述した公知の工程を経てモジュール化され、その後、接続抵抗を測定した。測定は、ソーラーシミュレータ（日清紡メカトロニクス株式会社製、ソーラーシミュレータ P V S 1 1 1 6 i - M）を用いて、標準的な測定条件（照度 1 0 0 0 W / m<sup>2</sup>、温度 2 5 、スペクトル A M 1 . 5 G）で行った。また、測定は、いわゆる 4 端子法にて行い、J I S C 8 9 1 3（結晶系太陽電池セル出力測定方法）に準拠して測定した。

【 0 0 9 3 】

測定は、モジュール化初期と、T C（Temperature Cycling）試験後に行った。T C 試験は、- 5 5 3 5 分 1 2 5 3 5 分を 1 0 0 サイクル及び 5 0 0 サイクル行った。

【 0 0 9 4 】

薄膜系太陽電池では、初期接続抵抗値が、5 0 m 未満を、5 0 m 以上 1 0 0 m 未満を、1 0 0 m 以上を x とした。シリコン系太陽電池では、初期接続抵抗値が、1 0 m 未満を、1 0 m 以上 2 0 m 未満を、2 0 m 以上を x とした。

【 0 0 9 5 】

T C 試験後の接続信頼性の評価として、初期の接続抵抗値に比して、1 . 5 倍未満を、1 . 5 倍以上 2 . 0 倍未満を、2 倍以上を x とした。結果を表 1、表 2 に示す。

【 0 0 9 6 】

【表 1】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
導電性フィラー	凝集 フィラメント	凝集 フィラメント	凝集 フィラメント	凝集 フィラメント	凝集 フィラメント	凝集 フィラメント
導電性フィラー量 [質量部]	5	10	20	40	10	10
フィラー径(初期) ( $\mu$ m)	2~3	2~3	2~3	2~3	2~3	2~3
接着層の厚さ ( $\mu$ m)	20	20	20	20	10	30
バインダー中の フィラー凝集体径 ( $\mu$ m)	2~4	5~15	5~20	5~40	5~15	5~15
[フィラー凝集体径] / [接着剤層の厚さ]	0.2	0.8	1.0	2.0	1.5	0.5
単位面積当りの フィラー頭出し量 [%]	0	0	5	20	5	0
前処理必要性	無	無	無	無	無	無
初期接続抵抗 (ITO/焼成Ag)	◎/◎	◎/◎	◎/◎	◎/◎	◎/◎	◎/◎
接続信頼性 スパッタ(ITO)	TC 100	◎	◎	◎	◎	◎
	TC 500	○	◎	◎	○	○
接続信頼性 焼成Ag電極	TC 100	◎	◎	◎	◎	◎
	TC 500	○	○	◎	○	○

【 0 0 9 7 】

10

20

30

40

【表 2】

	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	比較例1	比較例2	比較例3
導電性フィラー	凝集フィラメント /球状ニッケル	凝集フィラメント /金メッキ 樹脂粒子	凝集 フィラメント	凝集 フィラメント	球状 ニッケル	金メッキ 樹脂粒子	無鉛 ハンダ
導電性フィラー量 [質量部]	8/2	8/2	10	10	10	10	-
フィラー径(初期) ( $\mu\text{m}$ )	2~3/3	2~3/4	0.5~1	5~8	3	4	-
接着層の厚さ ( $\mu\text{m}$ )	20	20	20	20	20	20	-
バインダー中の フィラー凝集体径 ( $\mu\text{m}$ )	5~15	5~15	3~10	8~15	3~10	3~20	-
[フィラー凝集体径] /[接着剤層の厚さ]	0.8	0.8	0.5	0.8	0.5	1.0	-
単位面積当りの フィラー頭出し量 [%]	0	0	0	0	1	3	-
前処理必要性	無	無	無	無	無	無	有 (フラックス)
初期接続抵抗 (ITO/焼成Ag)	◎/◎	◎/◎	◎/○	◎/◎	◎/◎	◎/◎	×/◎
接続信頼性 スパッタ(ITO)	TC 100 ◎ TC 500 ○	◎ ◎	◎ ○	◎ ○	○ ×	◎ ○	× ×
接続信頼性 焼成Ag電極	TC 100 ◎ TC 500 ○	◎ ○	○ ○	◎ ○	○ ×	◎ ×	◎ ○

10

20

## 【0098】

表1、表2に示すように、導電性フィラーとしてニッケルフィラメントの凝集体を用いている実施例1~10によれば、薄膜系太陽電池及びシリコン系太陽電池の何れにおいても、初期における接続抵抗値の評価は乃至であり、TC試験後の接続抵抗値の上昇も初期比の2倍未満であった。

## 【0099】

これは、導電性フィラーとしてニッケルフィラメントの凝集体を用いることで、タブ線及び電極間の接触面積を増加させることで、接続抵抗値の低減を図ることができ、また、残留応力による接続信頼性の低下も生じないためである。

30

## 【0100】

一方、導電性フィラーとして球状ニッケル粒子を用いた比較例1では、薄膜系太陽電池及びシリコン系太陽電池の何れにおいても、TC試験500サイクルで、接続抵抗値が初期比の2倍以上に増加した。また、導電性フィラーとして金メッキ樹脂粒子を用いた比較例2では、シリコン系太陽電池において、TC試験500サイクルで、接続抵抗値が初期比の2倍以上に増加した。これは、導電性フィラーの残留応力によって、TC試験後には、タブ線と電極との間の接続面積が減少したためと考えられる。

## 【0101】

なお、無鉛ハンダを用いた比較例3では、薄膜系太陽電池の電極(ITO膜)との接続では初期、TC試験後のいずれにおいても抵抗値が上昇し、また、シリコン系太陽電池に使用する際においても、フラックス処理が必要となり、工程が煩雑となる。

40

## 【0102】

実施例1~4をみると、実施例1、4では、TC試験500サイクルで接続抵抗値がやや上昇した。これはニッケルフィラメントの充填量が他の実施例に比して少ないためである。また、実施例4では、バインダー樹脂層に対してニッケルフィラメントの充填量が他の実施例に比して多いため、接着力が相対的に低下したためである。

## 【0103】

実施例5及び6をみると、実施例5では、薄膜系太陽電池において、TC試験500サ

50

イクルで接続抵抗値の上昇が見られた。これはバインダー樹脂層の厚さがやや薄く、接着力が相対的に低下したためである。また、実施例6では、両太陽電池において、TC試験500サイクルで接続抵抗値の上昇が見られた。これはバインダー樹脂層の厚さがやや厚く、フィラメント凝集体の接触面積が減少したためである。

【0104】

実施例7及び8をみると、いずれもニッケルフィラメントと球状粒子との配合を8：2とすることで、接続抵抗値、接続信頼性ともに大きな問題はなく使用できることが分かる。

【0105】

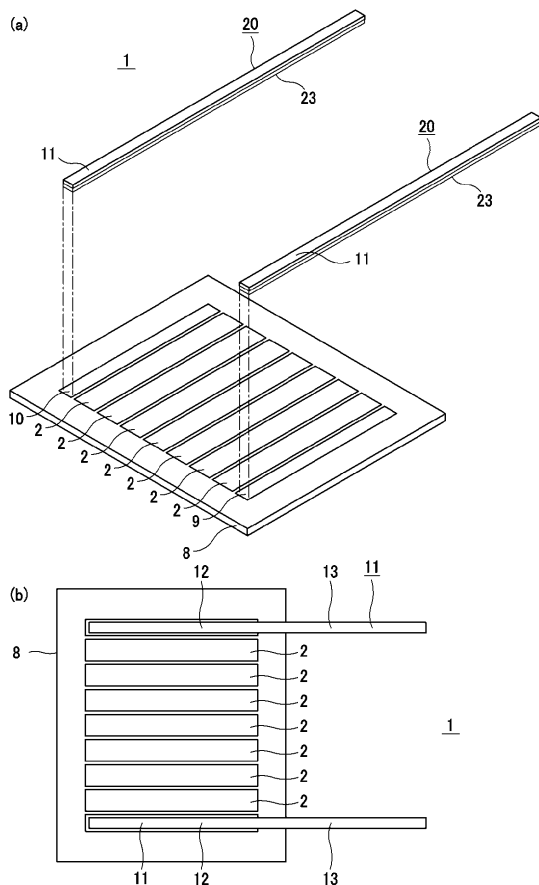
実施例9及び10をみると、実施例9では、ニッケルフィラメントの径及びフィラメント凝集体の径がやや小さく、シリコン系太陽電池では正気抵抗値及びTC試験後に接続抵抗値がやや上昇した。

【符号の説明】

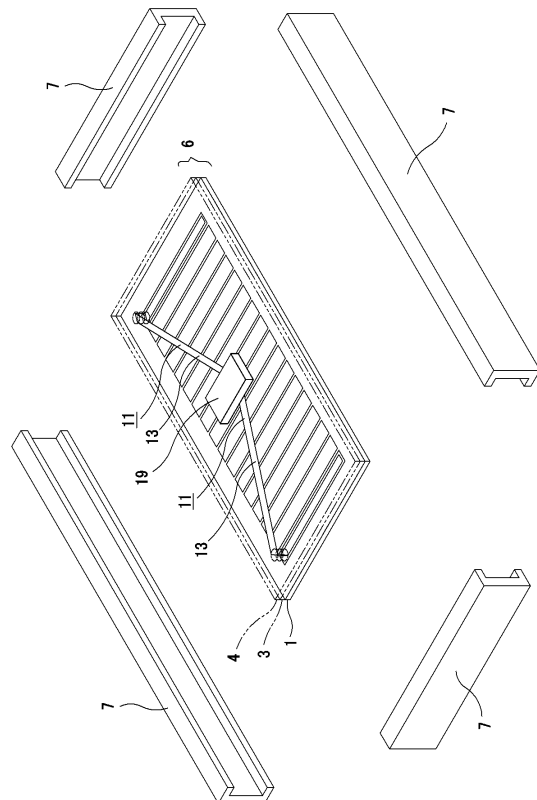
【0106】

- 1 薄膜太陽電池、2 太陽電池セル、3 シート、4 バックシート、5 表面カバー、6 太陽電池モジュール、7 金属フレーム、8 透光性絶縁基板、9 P型電極、10 N型電極、11 タブ線、12 集電タブ部、13 接続タブ部、14 折り返し部、19 端子ボックス、20 積層体、21 接着剤層、23 導電性接着フィルム、24 バインダー樹脂層、25 フィラメント凝集体、26 リール、27 剥離基材、30 太陽電池セル、31 フィンガー電極、32 タブ線、33 接着剤層、34 ストリング、35 集電タブ部、36 接続タブ部、37 裏面電極、38 太陽電池モジュール

【図1】



【図2】

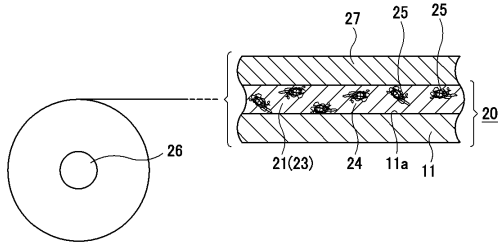


10

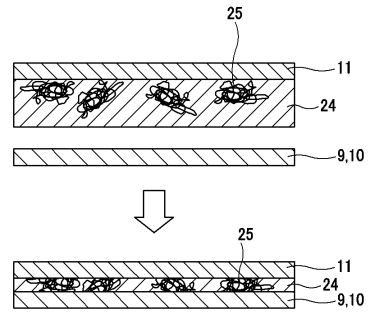
20



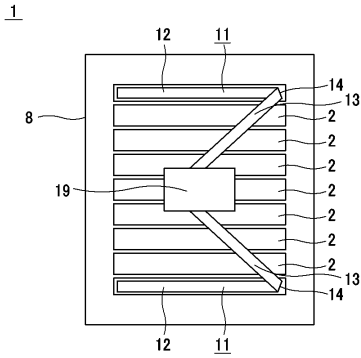
【 図 3 】



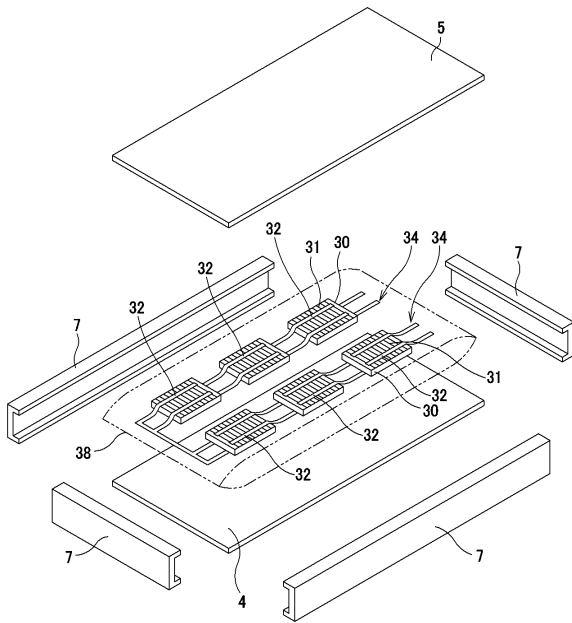
【 図 5 】



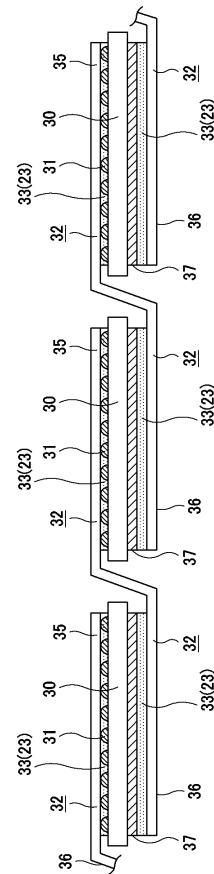
【 図 4 】



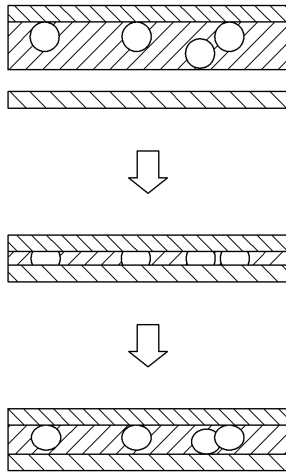
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
C 0 9 J	7/00	(2006.01)	C 0 9 J	7/00	
H 0 1 B	1/22	(2006.01)	H 0 1 B	1/22	D
H 0 1 B	1/00	(2006.01)	H 0 1 B	1/00	H

(72)発明者 森 大地  
 東京都品川区大崎一丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー 8階 ソニーケミカル&インフォメーションデバイス株式会社内

審査官 濱田 聖司

(56)参考文献 特開2010-242053(JP,A)  
 国際公開第2008/026356(WO,A1)  
 特開2008-300403(JP,A)  
 特開2006-111870(JP,A)  
 国際公開第99/041787(WO,A1)  
 国際公開第2011/067875(WO,A1)  
 特開2007-214533(JP,A)  
 国際公開第2012/165353(WO,A1)  
 国際公開第2013/002243(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
 H 0 1 L 3 1 / 0 0 - 3 1 / 2 0  
 H 0 1 B 1 / 0 0 - 1 / 2 4  
 C 0 9 J 9 / 0 0 - 9 / 0 2