



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118476034 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 09

(21) 申请号 202280086983.8

(22) 申请日 2022.12.09

(30) 优先权数据

2119068.1 2021.12.29 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.06.28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2022/085158 2022.12.09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/126154 EN 2023.07.06

(71) 申请人 瑞科斯太阳能源私人有限公司

地址 新加坡新加坡市

(72) 发明人 吴多诩 梁仪婷

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

专利代理师 吴君琴

(51) Int. Cl.

H01L 31/048 (2014.01)

H01L 31/05 (2014.01)

权利要求书2页 说明书23页 附图9页

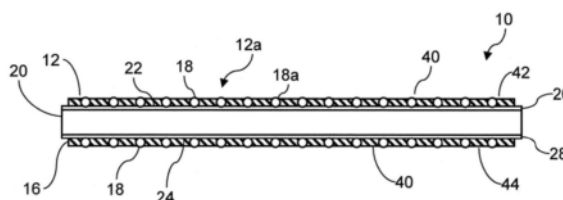
(54) 发明名称

用于太阳能电池的电极组件的单一薄膜

(57) 摘要

一种用于太阳能电池的电极组件的单一薄膜,其中该单一薄膜在使用时配置在该太阳能电池的表面上,以及该电极组件的多个导电元件介于该单一薄膜和该太阳能电池的该表面之间;其中,该单一薄膜由聚合物材料形成并且特征在于满足第一标准和第二标准中的至少一个:该第一标准要求该聚合物材料在40°C和200°C之间的温度范围内具有至少两个吸热峰,其通过微差扫描热量法使用以下方法测得:根据标准测试方法ASTM D3418,在第一热循环和第二热循环中依次加热该单一薄膜,以分别产生第一加热迹线和第二加热迹线;以及在40°C和200°C之间的温度范围内识别和判定第一加热迹线和第二加热迹线中的每一者中的第一吸热峰和第二吸热峰;该第二标准要求该单一薄膜的剥离强度至少为每10毫米该单一薄膜宽度为5N,该剥离强度通过180度剥离测试根据以下方法测得:将该单一薄膜热结合至基板的表面;根据标准测试方法ASTM

D903从该表面剥离该单一薄膜以提供剥离力迹线;以及从该剥离力迹线判定单一薄膜的剥离强度至少为每10毫米单一薄膜宽度为5N。



1. 一种用于太阳能电池的电极组件的单一薄膜,其中所述单一薄膜在使用时配置在所述太阳能电池的表面上,以及所述电极组件的多个导电元件介于所述单一薄膜和所述太阳能电池的所述表面之间;

其中,所述单一薄膜由聚合物材料形成并且特征在于满足第一标准和第二标准中的至少一个:

所述第一标准要求所述聚合物材料在40°C和200°C之间的温度范围内具有至少两个吸热峰,其通过微差扫描热量法使用以下方法测得:

根据标准测试方法ASTM D3418,在第一热循环和第二热循环中依次加热所述单一薄膜,以分别产生第一加热迹线 and 第二加热迹线;以及

在40°C和200°C之间的温度范围内识别和判定第一加热迹线和第二加热迹线中的每一者中的第一吸热峰和第二吸热峰;

所述第二标准要求所述单一薄膜的剥离强度至少为每10毫米所述单一薄膜宽度为5N,所述剥离强度通过180度剥离测试根据以下方法测得:

将所述单一薄膜热结合至基板的表面;

根据标准测试方法ASTM D903从所述表面剥离所述单一薄膜以提供剥离力迹线;以及从所述剥离力迹线判定单一薄膜的剥离强度至少为每10毫米单一薄膜宽度为5N。

2. 如权利要求1所述的单一薄膜,其中在所述第一加热迹线与所述第二加热迹线中至少一者中所述第一吸热峰与所述第二吸热峰至少一者是在80°C与160°C之间。

3. 如权利要求1或权利要求2所述的单一薄膜,其中所述第一加热迹线与所述第二加热迹线中各者中所述第一吸热峰是在40°C与130°C之间。

4. 如权利要求3所述的单一薄膜,其中所述第二加热迹线中所述第一吸热峰是在80°C与130°C之间。

5. 如前述权利要求中任一项所述的单一薄膜,其中所述第一加热迹线与所述第二加热迹线中各者中所述第二吸热峰是在100°C与160°C之间。

6. 如权利要求5所述的单一薄膜,其中所述第一加热迹线与所述第二加热迹线中各者中所述第二吸热峰是在100°C与145°C之间。

7. 如权利要求6所述的单一薄膜,其中所述单一薄膜具有第三吸热峰,所述第三吸热峰在所述第一加热迹线与所述第二加热迹线中在130°C与200°C之间的温度范围内。

8. 如权利要求7所述的单一薄膜,其中所述第一加热迹线与所述第二加热迹线中所述第三吸热峰是在130°C与160°C之间。

9. 如前述权利要求中任一项所述的单一薄膜,其中所述单一薄膜具有放热峰,所述放热峰在0°C与200°C之间的温度范围内,其通过所述微差扫描热量法方法测得,所述方法更包含:

根据标准测试方法ASTM D3418,测量所述聚合物材料在所述第一热循环中的冷却,以产生冷却迹线;以及

识别与判定在0°C与200°C之间的温度范围内的所述放热峰。

10. 如权利要求9所述的单一薄膜,其中所述放热峰是在40°C与130°C之间。

11. 如前述权利要求中任一项所述的单一薄膜,其中所述单一薄膜的所述剥离力迹线是至少为15N。

12. 如前述权利要求中任一项所述的单一薄膜,其中所述单一薄膜的所述剥离力迹线高达30N。

13. 如前述权利要求中任一项所述的单一薄膜,其中将所述单一薄膜热结合至所述基板包含将所述单一薄膜加热到至少50℃。

14. 如前述权利要求中任一项所述的单一薄膜,其中所述单一薄膜满足所述第一标准与所述第二标准。

15. 如前述权利要求中任一项所述的单一薄膜,其中所述聚合物材料由聚合物树脂形成,所述聚合物树脂包含聚烯烃弹性体(POE)、聚乙烯醇缩丁醛(PVB) 烯离聚物、热塑性有机硅、硅橡胶、聚氨酯、热塑性有机硅弹性体(TPSE)以及乙烯-醋酸乙烯酯(EVA)中的至少一者。

16. 如前述权利要求中任一项所述的单一薄膜,其中所述单一薄膜被配置为具有小于35%的雾度参数。

17. 如前述权利要求中任一项所述的单一薄膜,其中所述单一薄膜被配置为透射至少70%的波长介于280nm与1100nm之间的入射光。

18. 如前述权利要求中任一项所述的单一薄膜,其中所述单一薄膜具有的厚度为至少25 μm 。

19. 一种电极组件,包含多个导电元件,以及如权利要求1至18中任一项所述的单一薄膜,其中所述多个导电元件配置在所述单一薄膜的表面上。

20. 一种太阳能电池组件,包含太阳能电池与如权利要求19所述的电极组件,其中所述多个导电元件介于所述单一薄膜与所述太阳能电池的表面之间。

21. 一种制造太阳能电池的电极组件的方法,其中所述电极组件包含多个导电元件,以及如权利要求1至18中任一项所述的单一薄膜;其中所述方法包含将所述单一薄膜热结合至所述多个导电元件。

22. 一种制造太阳能电池组件的方法,所述太阳能电池组件包含太阳能电池以及如权利要求19所述的电极组件,其中所述方法包含:

将所述多个导电元件插入介于所述单一薄膜与所述太阳能电池的表面之间,以及将所述单一薄膜热结合至所述多个导电元件和/或所述太阳能电池的所述表面。

23. 如权利要求21或权利要求22所述的方法,所述方法包含将所述单一薄膜实质上同时热结合至所述多个导电元件以及所述太阳能电池的所述表面。

24. 如权利要求22或权利要求23所述的方法,其中将所述单一薄膜热结合至所述多个导电元件和/或所述太阳能电池的所述表面包含将所述单一薄膜加热至与所述第二加热迹线的所述第一吸热峰实质上相同的温度。

25. 如权利要求22至24中任一项所述的方法,其中所述方法包含:在将所述单一薄膜热结合至所述多个导电元件和/或所述太阳能电池的所述表面之前,将所述单一薄膜加热至与所述第一加热迹线的所述第一吸热峰的温度实质上相同的预结合温度。

用于太阳能电池的电极组件的单一薄膜

技术领域

[0001] 本公开涉及一种用于太阳能电池的电极组件的单一薄膜。

背景技术

[0002] 用于从太阳光提供电能的太阳能模块包括电池阵列,每个电池包括光伏元件或基板。太阳能电池通常连接成使得电流经由电连接器从一个太阳能电池的前表面路由到第二太阳能电池的后表面,或反之亦然。每个电连接器包含多个导电元件(例如,互连导线),其与配置在太阳能电池的各别前表面和后表面上的电极形成电连接。

[0003] 太阳能电池开发的总体目标是获得高转换效率,同时需要降低生产成本。实现这一目标的努力集中在太阳能电池之间的电连接上。

[0004] 一种方法是提供箔线电极,这些电极直接连接到配置在每个太阳能电池表面上的指状电极。箔线电极的一实例是SmartWire®太阳能电池连接器。箔线电极通过最小化电池损坏对太阳能模块性能的影响来减少电损耗。此外,箔线电极的使用还可以显著降低模块生产成本和由使用习知印刷总线电极配置的太阳能电池表面引起的光遮蔽所造成的光学损失。

[0005] 箔线电极的箔片(foil)是多层透明薄膜。箔片包含为箔片提供支撑结构的支撑层,以及将箔片附接到导线连接器和到太阳能电池表面的黏合层。当箔线电极配置在太阳能电池的前表面上时,箔片可配置具有背对太阳能电池的前表面,且具有面向太阳能电池的后表面。支撑层配置在箔片的前表面并且黏合层配置在箔片的后表面上,该后表面与前表面相对。

[0006] 箔片是通过将支撑层和黏合层层压在一起而构成。黏合层由聚合物材料制成,其可以被加热以形成热结合,例如与连接线形成热结合。

[0007] 在箔电极的构建过程中,箔片被覆盖到连接线上,使得黏合层与连接线接触。对箔片施加热与压力以将箔片热结合到连接线。

[0008] 两个太阳能电池通过箔电极电连接在一起以形成太阳能电池组件。箔线电极的第一端覆盖在第一太阳能电池的表面上,使得连接线介于箔片与太阳能电池表面之间。对箔片施加热与压力以使得黏合层将箔片热结合至太阳能电池表面。箔线的第二端以相同方式连接到第二太阳能电池的表面。据此,箔线电极提供了一种在太阳能电池组件的太阳能电池之间形成电连接的机构。

[0009] 尽管有这些发展,仍然需要改进太阳能组件的太阳能电池之间的电连接。

发明内容

[0010] 根据第一方面,本文提供一种用于太阳能电池之电极组件的单一薄膜(例如,箔线电极组件)。单一薄膜在使用时配置在太阳能电池的表面上,以及电极组件的多个导电元件介于单一薄膜和太阳能电池的表面之间;其中,单一薄膜由聚合物材料形成并且特征在于满足第一标准和第二标准中的至少一个。

[0011] 第一标准要求聚合物材料在40℃和200℃之间的温度范围内具有至少两个吸热峰(例如,吸热熔融峰),其通过微差扫描热量法使用以下方法测得:

[0012] 根据标准测试方法ASTM D3418,在第一热循环和第二热循环中依次加热单一薄膜,以分别产生第一加热迹线 and 第二加热迹线;以及

[0013] 在40℃和200℃之间的温度范围内识别和判定第一加热迹线和第二加热迹线中的每一者中的第一吸热峰和第二吸热峰。

[0014] 第二标准要求单一薄膜的剥离强度至少为每10毫米单一薄膜宽度为5N。剥离强度根据以下方法通过180度剥离试验判定(例如,测量):

[0015] 将单一薄膜热结合到基板的表面(例如,接收表面);

[0016] 根据标准测试方法ASTM D903从基板上剥离单一薄膜以提供剥离力迹线;以及

[0017] 从该剥离力迹线判定单一薄膜的剥离强度至少为每10毫米单一薄膜宽度为5N。

[0018] 应当理解,单一薄膜可以界定形成单一或均匀实体的薄膜(例如,它不包括由不同材料形成的多个层)。

[0019] 应当理解,第一标准和第二标准各自包含识别和判定均匀薄膜的材料的物理性质的方法。此外,应当理解这些方法不一定限制要求保护的单一薄膜。相反,它们仅提供一种方法来判定单一薄膜是否具有根据本公开的一或多种特征物理性质。

[0020] 第一个标准是指标准测试方法ASTM D3418,它是通过微差扫描热量法对聚合物的转变温度和熔化和结晶焓进行标准测试的方法。单一薄膜的技术优势,如第一个标准所表征的,是它表现出有利的相变温度范围,这有助于防止单一薄膜在使用过程中不稳定。例如,在单一薄膜热结合到导电元件的情况下(例如,为了形成电极组件),或当单一薄膜热结合到太阳能电池的表面(例如,为了形成太阳能电池组件)。第一标准是指识别和判定单一薄膜的聚合物材料的吸热峰的至少一个温度的方法。该测试方法可用于识别和判定候选聚合物材料是否在所需温度范围内表现出吸热相变,从而落入本公开的范围之内。

[0021] 第二标准是指标准测试方法ASTM D903,它是黏着结合剥离(或)强度的标准测试方法。剥离强度表示在薄膜和基板之间的结合在线每单位宽度的平均负载,这是将单一薄膜以大约180°的角度和152毫米/分钟的分离合速率逐渐从基板上分离所需要的剥离强度。剥离强度可以表示为每单位宽度的力(例如,单一薄膜的每毫米宽度牛顿(或千克))。结合线平行于单一薄膜的宽度延伸,并界定薄膜和基板表面之间的接触线。

[0022] 单一薄膜的技术优势在于如第一标准所表征的,是它表现出有利的剥离强度范围,这与单一薄膜的改善黏合特性相关。例如,第二标准的测试方法可用以识别与判定候选聚合物薄膜是否展现出期望范围内的剥离强度(例如,至少每10毫米宽度5N的单一薄膜),使其落在本公开范围之内。

[0023] 剥离强度代表薄膜黏合特性的标准量度,如标准测试方法ASTM D903所测定。应当理解,单一薄膜的宽度方向实质上垂直于在180度剥离测试期间剥离力施加到单一薄膜的方向。黏合特性也可由单一薄膜的剥离强度所定义,其以公斤/单一薄膜的毫米宽度为单位表示。

[0024] 满足第一和/或第二标准要求的单一薄膜在使用时提供多个导电元件与单一薄膜之间和/或太阳能电池与单一薄膜之间的增加的黏着力。此外,薄膜的单一性质意味着它表现出实质上均匀的物理和热性能,(例如,与包括可能具有不同特性的分离后侧和黏合层的

多层薄膜相比)。例如,单一薄膜不易分层。因此,单一薄膜在太阳能电池组件的制造过程中更稳定且更易于处理,这可导致制造过程效率的提高。

[0025] 将陈述可选特征。这些可单独应用或与任何方面的任何组合应用。

[0026] 应当理解,单一薄膜可以由第一和第二标准(例如,第一标准和第二标准)中的至少一个或两个来定义。

[0027] 如上所述,第一标准的DSC测试方法包括识别由微差扫描热量法产生的迹线(例如,加热或冷却迹线)中的至少两个吸热峰。该迹线可以由微差扫描热计产生,该微差扫描热计被配置以判定与被研究材料的热转变相关联的温度和热流。一般而言,热转变的特征可能是由样本吸收或释放能量,导致迹线中相应的吸热或放热峰或基线偏移。例如,可以将测试材料的结晶放热或熔化吸热下的区域与通过测试良好表征的标准获得的迹线的相应区域进行比较。

[0028] 为了获得迹线,可以将材料(例如聚合物材料的样本)放置在热量计的测试室(test cell)中,该测试室耦合到空的参考室(reference cell)。热量计在两个室被加热时监测它们之间的热流。当材料不经历相变时,室之间的热流通常是恒定的。随着温度升高(例如,在加热迹线的情况下),材料可能在某个温度下经历转变(例如,吸热转变),这需要将热量从参考室传递到测试室。

[0029] 热量计可以被配置为输出对应于朝向或远离测试室的热流的迹线(即,测试迹线)。通常还产生对应于参考室的单独迹线(即,参考迹线),其通常是平线。测试迹线和参考迹线之间的差异代表随着温度的变化流向测试室的热流的变化。此类变化可能对应于所研究材料的转变。

[0030] 应当理解,可以评估热量资料以判定所研究材料的特性。资料可以显示为热流(W/g)相对于温度(°C)和/或时间(s)绘制的图表上的迹线。热流值表示在热量计的室之间定向的每单位质量的功率。温度值对应于室的测量温度。时间值代表研究期间电池温度升高的速率。

[0031] 峰值可以作为偏离实质上线性参考迹线的测试迹线区域出现在结果图上。在吸热转变的情况下,所得峰值可能在测试迹线中显示为负峰或谷。

[0032] 如上述,第一标准的微差扫描热量法测试方法涉及:识别和判定第一加热迹线和第二加热迹线中的每一者中的第一吸热峰和第二吸热峰的存在,并且判定在第一加热迹线和第二加热迹线每一者中的该第一吸热峰和第二吸热峰处于40°C和200°C之间的温度内。根据示例性配置,第一和/或第二加热迹线可以仅包括在界定温度范围内(例如,40°C和200°C之间)的两个吸热峰。

[0033] 在加热迹线中识别出多于一个峰(例如,第一和第二吸热峰)的情况下,第一峰可以定义为具有最低温度的峰(例如,第一峰值温度)和第二峰可定义为具有的峰值温度(例如,第二峰值温度)大于(例如,高于)第一峰的温度的峰。应当理解,在某些示例性配置中,可以存在位于迹线的第一峰和第二峰之间的一或多个峰。如果迹线具有三个峰,则第三峰可定义为表现出大于第一和第二峰值温度的峰值温度(例如,第三峰值温度)的峰。

[0034] 第一加热迹线可在由微差扫描热量计执行的第一热循环期间测量,而第二加热迹线可在第二热循环期间测量。第一和第二热循环可根据标准测试方法ASTM D3418顺序进行。

[0035] 吸热峰(例如,第一或第二吸热峰)的温度可以定义吸热峰(例如,分别为第一或第二峰值温度)的峰值温度(T_p)。峰值温度可以表示吸热转变(例如吸热熔化)的特征温度。

[0036] 峰值温度可以根据绘制在热流对温度的图表上的迹线(例如,第一或第二加热迹线)来计算。峰值温度可以通过识别峰的最小值,即小于其最近邻数值的值来计算。在这种聚合物材料的情况下,最低温度可以表示材料中微晶的平均熔化温度。对于二级相变(例如,玻璃化转变),最低温度可以是相变的特征温度。

[0037] 第一峰值温度可以界定对应于第一吸热峰的区域中测试迹线(例如,第一或第二加热迹线)的最低点处的温度。据此,第一峰值温度可以界定迹线的局部最小热流值(例如以每单位质量的功率W/g测量)。

[0038] 在该第一加热迹线中该第一吸热峰与该第二吸热峰至少一者(或各者)可在80°C与160°C之间。替代地或附加地,在该第二加热迹线中该第一吸热峰与该第二吸热峰至少一者(或各者)可在80°C与160°C之间。根据示例性配置,第一和/或第二加热迹线可以仅包括在界定温度范围内(例如,80°C和160°C之间)的两个吸热峰(例如,第一与第二峰)。

[0039] 在该第一与第二加热迹线中至少一者(或各者)的第一吸热峰可在40°C与130°C之间。

[0040] 在第二加热迹线中的第一吸热峰可在80°C与130°C之间。

[0041] 在该第一与第二加热迹线中至少一者(或各者)的第二吸热峰可在100°C与160°C之间。

[0042] 在该第一与第二加热迹线中至少一者(或各者)的第二吸热峰可在100°C与145°C之间。

[0043] 根据单一薄膜的示例性配置,在第一加热迹线(例如,仅针对第一加热迹线)中的第二吸热峰可在100°C与135°C之间。根据另一示例性配置,在该第一与第二加热迹线中的第二吸热峰可处于在100°C与145°C之间,或可选在100°C与135°C之间的温度内。

[0044] 第一标准的微差扫描热量法可包含识别在该第一与第二加热迹线中至少一者(或各者)的第三吸热峰。该方法可进一步包含判定(例如,在该第一与第二加热迹线中至少一者(或各者)的)第三吸热峰在处于130°C与200°C之间的温度内。在该第一与第二加热迹线中至少一者(或各者)的第三吸热峰可在130°C与160°C之间。根据示例性配置,第一和/或第二加热迹线可以包括在界定温度范围内(例如,80°C和160°C之间)的高达三个吸热峰(例如,第一、第二与第三峰)。

[0045] 据此,单一薄膜可具有第三吸热峰,该第三吸热峰在该第一加热迹线与该第二加热迹线中在130°C与200°C之间的温度范围内。

[0046] 第一标准的微差扫描热量法可包含:根据标准测试方法ASTM D3418,测量该聚合物材料在该第一热循环中的冷却(例如,第一热循环的冷却阶段),以产生冷却迹线。

[0047] 与加热迹线相同,冷却迹线可能由热流(W/g)相对于温度(°C)和/或时间(s)绘制而成。然而,在这种情况下,迹线是在样本材料冷却时记录的。

[0048] 单一薄膜可包含放热峰(例如放热结晶峰),该放热峰在0°C与200°C之间的温度范围内。放热峰可通过微差扫描热量法测量(例如,根据标准测试方法ASTM D3418)。所述通过微差扫描热量法测量可进一步包含:测量该聚合物材料在该第一热循环中的冷却,以产生冷却迹线;以及识别与判定放热峰在0°C与200°C之间的温度内。放热峰可在40°C与130°C之

间。

[0049] 热循环(例如,第一和/或第二热循环)可包含加热阶段,在该加热阶段中测试材料和参考材料随时间被加热。在加热阶段期间,可以控制热量计以持续监测(例如,用温度传感器)参考材料和测试材料之间的热输入之差,以产生加热迹线。例如,第一热循环的加热阶段可产生第一加热迹线,而第二热循环的加热阶段可产生第二加热迹线。

[0050] 热循环(例如,第一和/或第二热循环)也可包含冷却阶段,其在加热阶段之后,并且在该冷却阶段中测试材料和参考材料得以随时间冷却。在冷却阶段期间,可以连续监测参考材料和测试材料的温度以产生冷却迹线。例如,第一热循环的加热阶段可在第一热循环的加热阶段之后,并可产生冷却迹线。冷却迹线示出热能量从测试材料中释出,该热能量在加热阶段被吸收。

[0051] 至少一个或每个热循环(例如,第一和第二热循环)可以包含以受控速率(例如,受控加热和/或冷却速率)加热和/或冷却该测试材料。例如,热循环的加热速率可以是 $10^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 。样本温度的变化速率可维持在 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 的误差容限内。冷却速率可与加热速率实质上相同(例如, $10^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$)。在加热阶段结束时(例如,在热循环的中途阶段),样本可以维持在第一保持温度(例如,约 300°C)下持续约5分钟。相似的,在冷却阶段结束时(例如,在热循环的终端处),样本可以维持在第二保持温度(例如,约 -50°C)下持续约5分钟。

[0052] 微差扫描热量法可以在惰性气氛中进行(例如,在惰性气体吹扫或流动下)。测试环境(例如,包括测试和/或参考样本)可以以50毫升/分钟的吹扫流速用惰性气体进行吹扫。惰性气体可以是氮气。

[0053] 如上述,第二标准的测试方法包含:根据标准测试方法ASTM D903从基板上剥离单一薄膜以提供剥离力迹线。该方法还包含:从该剥离力迹线判定单一薄膜的剥离强度至少为每10毫米薄膜宽度为5N。

[0054] 应当理解,剥离测试可用于判定(例如,测量)热结合在一起的单一薄膜和基板之间的黏着力。可使用剥离测试设备进行剥离测试。剥离测试设备可以包含配置成在单一薄膜和基板之间施加张力的电动张力计。该设备可以包括张力测量传感器(例如,测压元件)以判定在测试期间施加的张力负载(tensile load)。剥离测试设备可包括一组夹具或夹持器,其被配置为保持单一薄膜与基板。剥离测试设备可以包含控制器,该控制器配置成操作电动张力计以执行测试方法。特别地,控制器能够控制由张力计施加到夹持器的力,从而判定施加到单一薄膜的力(例如,“剥离力”)。

[0055] 在示例性配置中,剥离测试方法可包含:从该剥离力迹线判定单一薄膜的剥离强度至少为10N。替代地,剥离强度可至少为每10毫米单一薄膜宽度为15N。单一薄膜的剥离强度可至多为每10毫米单一薄膜宽度为30N。

[0056] 如前述,第二标准也可特征为将该单一薄膜热结合至基板。该方法步骤可包含将单一薄膜加热至至少 40°C 。剥离测试可包含在执行单一薄膜的剥离力分析之前(例如,在从基板上剥离薄膜之前),让单一薄膜冷却(例如,至室温(例如,约 20°C))持续一段预定时间(例如,至少30分钟)。

[0057] 第二标准的剥离测试方法可包含配置单一薄膜以使其实质上平放在基板的接收表面上。这可以在将薄膜热结合(例如,层压)到基板之前完成。仅有一部分的单一薄膜可热结合至基板。因此,薄膜可以配置有自由端(例如,非结合端),其可以容易地连接到剥离测

试设备的夹持器。

[0058] 单一薄膜可以布置成纵向条带。多个纵向条带可以配置(例如,彼此平行)在基板的表面上。纵向条带可包含约10毫米的宽度。纵向条带的长度可包含至少10毫米的长度。纵向条带可配置在基板上,使得条带的宽度实质上垂直于施加剥离力的方向。

[0059] 可在约100毫米的距离(例如,应变)上施加剥离测试。单一薄膜可以约100毫米/分钟的剥离速度从基板剥离。持续监测剥离力。例如,可以以10 μm 的间隔测量剥离力,直到达到最大剥离距离(例如,100毫米)。

[0060] 剥离强度可以通过取剥离力迹线中记录的资料的平均值来判定。平均剥离力可以通过对在最小剥离距离或应变(例如,20毫米)之后记录的资料取平均来判定。在剥离距离之前获取的资料可能会有所折扣,以防止每次测试运行开始时出现的资料中的干扰(noise)导致测量失真。

[0061] 基板可以由诸如玻璃或金属(例如,金属合金)的刚性材料形成。基板可以包括太阳能电池(例如,晶体硅太阳能电池)。

[0062] 单一薄膜在使用中可被配置为机械附接(例如,热结合)到多个导电元件(例如,导线或导线部分)。单一薄膜可以配置有用于接收元件的表面(例如,元件接收表面)。一旦元件被配置在单一薄膜的表面上,它们就可以被机械地固定在适当的位置以形成电极组件。

[0063] 该单一薄膜可以被配置为绝缘的和/或光学透明的。该聚合物材料可由聚合物树脂形成,该聚合物树脂包含聚烯烃弹性体(POE)、聚乙烯醇缩丁醛(PVB) 烯离聚物、热塑性有机硅、硅橡胶、聚氨酯、热塑性有机硅弹性体(TPSE)以及乙烯-醋酸乙烯酯(EVA)中的至少一者。

[0064] 单一薄膜可由具有至少一种以下特性的聚合物材料形成:高延展性、低导电性、高透光性、热稳定性和抗收缩性。

[0065] 该单一薄膜可配置具有小于35%,可选高达18%,或进一步可选高达25%的雾度参数。应当理解,聚合物材料的雾度参数可以定义为散射大于2.5°的入射光的比例的量度。应当理解,可以使用雾度计或分光光度计测量材料的雾度参数。

[0066] 单一薄膜可配置成透射至少70%的波长介于280nm与1100nm之间的入射光。替代地,薄膜可配置成透射至少85%的波长介于280nm与1100nm之间的入射光。单一薄膜具有的厚度为至少25 μm 。单一薄膜的厚度可以在55 μm 和180 μm 之间。

[0067] 在第二方面中,本文提供一种电极组件,其包含太阳能电池和如前述任一项所述的电极组件。多个导电元件配置在单一薄膜的表面(例如,导电元件接收表面)上,使得电极组件可以配置在太阳能电池的表面上,从而使多个导电元件被插入在单一薄膜和太阳能电池表面之间。由于单一薄膜的有利物理特性(例如,第一和/或第二标准所表征者),电极组件有利地配置成与太阳能电池的表面形成稳健且导电的电连接。

[0068] 根据本公开的第三方面,本文提供一种太阳能电池组件,其包含至少一太阳能电池和如前述任一项所述的电极组件。多个导电元件可插入单一薄膜与太阳能电池的表面(例如,电极组件接收表面)之间。太阳能电池组件可根据前述任一陈述的方法制造。如前述,电极组件包含单一薄膜与多个导电元件。

[0069] 根据示例性配置,太阳能电池组件可包含第一太阳能电池和第二太阳能电池。如在该技术领域中具有通常知识者所理解的,每个太阳能电池或至少一个太阳能电池可包括

层状结构,其包括可吸收光并产生电荷载子的光伏元件。导电组件可配置以与太阳能电池的导电表面(或一表面的导电部分)形成电连接,以从太阳能电池提取光生电荷载子。

[0070] 太阳能电池中至少一者或各者可包含第一表面与第二表面。前表面可界定当使用太阳能组件时其中光入射到的太阳能电池的表面(例如,太阳能电池的最前表面)。该后表面可界定太阳能电池中与前表面相对的表面(例如,太阳能电池的最后表面)。在使用过程中,太阳能电池的后表面可能不会直接暴露在入射光下。太阳能电池组件可被配置使得从前侧传输光(例如,没有被吸收)穿过太阳能电池到后侧,并接着往后反射回到太阳能电池之后表面,这提供进一步吸收光的机会。

[0071] 导电元件中至少一者或各者可以包括细长形式,例如线或线部分。导电元件可以包含单一整体形成的元件(例如,线)。以这种方式配置导电元件将去除在相邻太阳能电池之间提供分别连接的需求(诸如,铜带),藉此降低用以制造太阳能电池组件之制造步骤数量与复杂度。

[0072] 导电元件中至少一者或各者可包含宽度、轴向长度、以及深度。各个导电元件可以被配置成使得其轴向长度显著大于其宽度和/或深度。导电元件的宽度和轴向长度可以在垂直方向上测量,该垂直方向与太阳能电池的配置有导电元件的该表面的一平面(例如,太阳能电池的前表面或后表面)对准。该深度可测得为在与太阳能电池的相同平面垂直之一方向中。

[0073] 导电元件中至少一者或各者可以由导电材料形成,例如金属或金属合金材料,其可以包括Sn、Ag、Al、Au和Cu中的至少一种。

[0074] 可以通过对导电元件上的涂料施加热和压力以形成与太阳能电池的表面的机械和电连接以将导电元件中至少一者或各者连接至太阳能电池表面。涂料(例如,可焊涂料)可以包含熔点低于导电元件熔点的导电材料。涂料可包含由至少两种或更多种组分形成的金属合金。

[0075] 如上述,该太阳能电池组件可包含第一太阳能电池与第二太阳能电池,其中该多个导电元件被配置以将该第一太阳能电池的前表面与该第二太阳能电池的后表面耦合。在太阳能电池组件的建构期间,电极组件可以连接(例如层压)到第一太阳能电池和第二太阳能电池的各别前表面和后表面上。第一与第二太阳能中至少一个可以倒置,使得其前表面配置为面向基本上向下方向(例如,基本上垂直向下),以及其后表面配置为面向基本上向上方向(例如,基本上垂直向上)。

[0076] 当在使用电极组件时,至少一个导电元件的第一表面可配置以接触第一太阳能电池的前表面,并背对第二太阳能电池的后表面。据此,至少一个导电元件的第二表面可配置以接触第二太阳能电池的后表面,并背对第一太阳能电池的前表面。

[0077] 第一和第二表面可分别界定导电元件的上表面与下表面。第一与第二表面中至少一者或各者可沿着导电元件长度在纵向方向中延伸。第一表面可以配置在导电元件的与第二表面直接相对侧上。

[0078] 接触第一太阳能电池的前表面之电极组件的第一部分可以界定电极组件的前连接部分或前连接器。接触第二太阳能电池的后表面之电极组件的第二部分可以界定电极组件的后连接部分或后连接器。

[0079] 多个导电元件各者的第一部分可界定电极组件的前连接器。多个导电元件各者的

第二部分可界定电极组件的后连接器。据此,多个导电元件至少一者或各者可从电极组件的前连接器延伸至后连接器。

[0080] 导电元件可以被配置为沿导电元件的轴向弯曲,以允许电极组件耦合在第一太阳能电池和第二太阳能电池的各自的前表面与后表面之间(即,允许导电元件提供前连接器与后连接器之间的电连接)。

[0081] 后连接器的导电元件的第一表面可被配置以界定电极组件的后表面(亦即,最后侧表面)。前连接器的导电元件的第二表面可被配置以界定电极组件的前表面(亦即,最前侧表面)。

[0082] 如上述,前连接器与后连接器的导电元件可分别界定多个导电元件的第一部分与第二部分。多个导电元件的第一部分可配置于第一单一薄膜(例如,绝缘和/或光学透明薄膜)中或上。多个导电元件的第二部分可配置于第二单一薄膜(例如,绝缘和/或光学透明单一薄膜)中或上。据此,该第一表面可从第一单一薄膜暴露出以形成与第一太阳能电池的前表面的电接触,和/或该第二单一表面可从第二薄膜暴露出以形成与第二太阳能电池的后表面的电接触。

[0083] 多个导电元件的第三部分可配置在多个导电元件的第一与第二部分之间。当电极组件连接在第一与第二太阳能电池之间时,第三部分可配置以被配置在第一与第二太阳能电池之间。第三部分可配置使得此部分中的导电元件并没有被配置在单一薄膜中(亦即,即与第一和第二部分相反)。

[0084] 导电元件的至少一者或各者可设置在各别第一与第二单一薄膜薄膜的表面上。替代或另外地,导电元件中的至少一者可以至少部分地配置在单一薄膜内。以这种方式,至少一个导电元件可以嵌入单一薄膜内,使得导电元件的表面从单一薄膜的表面突出。

[0085] 使用时,前连接器的第一单一薄膜可界定电极组件的前单一薄膜。相似地,后连接器的第二单一薄膜可界定电极组件的后单一薄膜。前单一薄膜可配置使得该前连接器导电元件的第一表面的至少一部分被暴露。后单一薄膜可配置使得该后连接器导电元件的第二表面的至少一部分被暴露。

[0086] 前连接器的单一薄膜可以具有后表面(即,面向太阳能电池)和与该背表面相对的正表面(即,背向太阳能电池)。多个导电元件的第一部分的至少一导电元件可设置在前单一薄膜的后表面上。

[0087] 后连接器的单一薄膜可以具有前表面(即,面向太阳能电池)和与该前表面相对的后表面(即,背向太阳能电池)。多个导电元件的第二部分的至少一导电元件可设置在后单一薄膜的前表面上。

[0088] 第一与第二太阳能电池中各者可包含长度、宽度、以及深度。太阳能电池的长度可以小于其宽度,以及深度可以小于宽度与长度。穿过太阳能电池的前表面和后表面的纵向方向和横向方向可分别平行于太阳能电池的长度方向和宽度方向。因此,多个导电元件可以被配置成延伸横跨太阳能电池的长度,并且沿其宽度间隔开。

[0089] 导电元件中的各者可以被配置成在纵向方向上相对于该导电元件覆盖在其上的太阳能电池的表面纵向延伸。导电元件可以相对于太阳能电池表面在横向方向上间隔开以界定导电元件之间的纵向延伸空间。导电元件可以彼此平行或实质上平行。导电元件可以在横向方向上等距或实质上等距地间隔开。因此,多个导电元件可以形成平行、横向间隔

(例如等间隔)的导电元件的阵列。

[0090] 如上述,导电元件可配置以与太阳能电池的导电表面(例如,一表面的导电部分)形成电接触。导电表面可包括一或多个指状电极,其配置在(例如,印刷在)层状结构的前表面和后表面上。一或多指状电极可配置以传导走由层状结构产生的电荷载子。

[0091] 如本领域技术人员所能了解,每个太阳能电池的导电表面可以包含多个指状电极,其延伸横跨相应的太阳能电池表面。指状电极可以使用印刷材料形成,这使得它们能够方便地沉积到太阳能电池的表面上。

[0092] 太阳能电池组件的太阳能电池可包含多个层或元件,其包括光伏元件,其中多个层中的至少一者由半导体材料形成。光伏元件(或层)可以由结晶硅晶圆形成。

[0093] 应理解,太阳能电池可以配置成定义任何类型的太阳能电池结构。例如,太阳能电池可以界定为异质界面型太阳能电池。替代地,太阳能电池可以界定为串联界面太阳能电池。

[0094] 如本领域技术人员所能了解,太阳能电池的表面可以被纹理化以形成对应不平坦表面或具有不平坦特性的纹理化表面。纹理表面可界定配置在太阳能电池的前表面和/或后表面的抗反射层或涂料。

[0095] 太阳能电池还包含配置在太阳能电池的前表面和/或后表面的透明导电氧化物涂料。透明导电氧化物涂料可以被配置以增加到达配置在太阳能电池的各个表面上的指状电极的横向载子传输。

[0096] 根据示例性配置,导电元件可以至少部分地形成电极组件,该电极组件应用于第一和第二太阳能电池以界定太阳能电池组件。此外,根据本发明的一或多个太阳能电池组件可以电耦合在一起并配置在外壳中以界定太阳能模块。

[0097] 根据示例性配置,可以提供第二电极组件以将第二太阳能电池的前表面耦合至第三太阳能电池的后表面。第二电极组件中的导电元件可以如上文针对第一电极组件所述。在这种情况下,第二和第三太阳能电池可以与第二电极组件组合以界定第二太阳能电池组件。第一电极组件的后连接器的导电元件可以与第二电极组件的前连接器的导电元件对齐,其中第二太阳能电池被插入其间。

[0098] 太阳能模块可包含其中容纳多个太阳能电池组件的框架。框架可以包括分别配置在多个太阳能电池组件的前侧和后侧的前板和背板。前板和背板中的至少一者或各者可以由玻璃(例如,玻璃板)形成。太阳能模块可以包含密封剂,该密封剂可以配置以提供前板和背板与多个太阳能电池组件之间的黏着力。通过此方式,密封剂可配置在太阳能模块的玻璃板与多个太阳能电池组件的绝缘光学透明单一薄膜之间。再者,密封剂可配置在太阳能模块的背板与多个太阳能电池组件的绝缘光学透明单一薄膜之间。密封剂可以被配置以防止湿气进入太阳能模块。据此,密封剂可以由乙烯醋酸乙烯酯(EVA)或任何其他合适的防潮材料形成。

[0099] 在第四方面中,第二方面的电极组件可以根据本公开的制造方法形成。该方法包含将该单一薄膜热结合至该多个导电元件。如前述任一项所述的该单一薄膜由聚合物材料形成(例如,特征在于满足第一标准和/或第二标准中的至少一个)。

[0100] 根据本公开的第五方面,本文提供一种制造根据第三方面的太阳能电池组件的方法。该方法包含将该多个导电元件插入介于该单一薄膜与该太阳能电池的表面之间。该方

法更包含将该单一薄膜热结合至该多个导电元件和/或该太阳能电池的该表面。

[0101] 将该单一薄膜热结合至该多个元件和/或该太阳能电池的表面之方法可包含使用红外灯、对流加热元件、热吹风机或感应加热中的至少一者来加热该单一薄膜。

[0102] 该方法可包含将：该单一薄膜热结合至该多个导电元件之第一方法步骤，以及将该单一薄膜热结合至该太阳能电池（例如，该太阳能电池的表面）之第二方法步骤。

[0103] 该方法包含：在将该单一薄膜热结合至该多个导电元件之前，将该单一薄膜加热至与该第一吸热峰的温度对应的预结合温度。

[0104] 如上述，在被使用时，该多个导电元件中至少一者或各者可热结合至单一薄膜。该单一薄膜可进一步配置以将导电元件附加至太阳能电池表面（例如，以提供导电元件与太阳能电池之间的机械式连接）。该单一薄膜可配置以维持导电元件的横向间隔，使得导电元件在太阳能电池表面上正确对准。在示例性配置中，单一薄膜可以不覆盖该单一薄膜覆盖在其上的太阳能电池的全部各别前表面和/或后表面。

[0105] 该方法可以包括对单一薄膜加热和/或施加压力（例如层压）以将单一薄膜黏附到导电元件和/或太阳能电池的表面。该方法可以包含在将导电元件覆盖和/或附接到太阳能电池之前将单一薄膜附接到导电元件。可以在将相关联的导电元件耦合到太阳能电池的表面的方法期间执行将单一薄膜附接到导电元件的方法。通过此方式，将薄膜附接至导电元件的方法也可包含将薄膜附接（例如，通过对薄膜施加热量和/或压力）到太阳能电池的相关表面。

[0106] 在太阳能电池组件的制造过程中，可以对单一薄膜施加热量和/或压力，使得聚合物材料软化以使得单一薄膜由于力的施加而能够黏附至导电元件。通过此方式，导电元件可以至少部分地嵌入单一薄膜中。各导电元件的表面的至少一部分可维持暴露，以使得可以与太阳能电池的各别表面形成电性连接。

[0107] 当导电元件被处理时，例如在配置于太阳能电池之前，单一薄膜可配置以提供对导电元件之结构支撑。单一薄膜可配置使得该至少一导电元件的至少一部分的从该薄膜暴露，以与太阳能电池的各别表面形成电接触。

[0108] 当电极组件被安装在太阳能电池表面上时，单一薄膜可以变形以符合夹在单一薄膜和太阳能电池之间的导电元件的形状。换言之，单一薄膜的表面在导电元件上方可形成脊/突起部，并且在无导电元件的区中可以是基本上平坦的。以此方式，单一薄膜可包含具有非平面轮廓的导电元件接触区。

[0109] 根据示例性配置，太阳能电池组件可包含第一太阳能电池和第二太阳能电池。电极组件可配置以将第一太阳能电池电性连接至第二太阳能电池。明确而言，该至少一导电元件可配置以将该第一太阳能电池的前表面与该第二太阳能电池的后表面耦合。

[0110] 该方法可包含将该第二太阳能电池配置成其后表面基本上面向上的方向（例如，垂直向上）。该方法可进一步包含将该电极组件的第一部分上覆在该第二太阳能电池的该后表面上，使得该至少一导电元件的该第二表面配置成接触该后表面。该方法可进一步包含将该至少一导电元件的该第二表面（例如，电性和/或机械）连接至该第二太阳能电池的该后表面上。该方法可包含将该第一太阳能电池的该前表面上覆在该电极组件的第二部分上，使得该至少一导电元件的该第一表面配置成接触该前表面。该方法可进一步包含将该至少一导电元件的该第一表面（例如，电性和/或机械）连接至该第一太阳能电池的该前表

面上。

[0111] 太阳能电池可各包含后表面(最后面)与前表面(最前面),该前表面与该后表面相对。据此,该方法可包含将电极组件的一部分配置在第二太阳能电池的后表面上以界定后连接器。该方法还可包含将电极组件的另一部分配置在第一太阳能电池的前表面上以界定前连接器。

[0112] 导电元件可涂布有可焊接材料,该可焊接材料的熔点低于形成导电元件的材料的熔点。

[0113] 该方法可以包括对导电元件(即前连接器的)的第一部分施加热量和/或压力(例如,焊接)以与第一太阳能电池的导电表面(例如,指状电极)形成电接触,该导电元件覆盖在其上。该方法可以包括对导电元件(即后连接器的)的第二部分施加热量和/或压力(例如,焊接)以与第二太阳能电池的导电表面(例如,指状电极)形成电接触,该导电元件覆盖在其上。

[0114] 该方法可包含首先将该前连接器与后连接器一者附接至各别的第一太阳能电池与第二太阳能电池,接着将该前连接器与后连接器另一者附接至第一太阳能电池与第二太阳能电池中另一者。

[0115] 该方法还可以包括在第一和第二太阳能电池的前表面和后表面中的至少一者或各者上配置(例如,沉积)多个指状电极。应当理解,可以在将电极组件连接到太阳能电池之前执行配置指状电极的方法。指状电极可以使用印刷材料形成,这使得其能够方便地沉积到太阳能电池的表面上。印刷材料可以使用可印刷前驱物形成,例如导电糊,其可以包括金属粉末(例如Ag、Al、Au粉末)和有机黏合剂(例如环氧树脂)的混合物。可印刷前驱物/导电糊可被焙烧或固化以形成印刷指状电极。或者,指状电极可以通过各种其他方法沉积,包括蒸发、电镀、印刷等。前指状电极和后指状电极可以同时沉积(即使用单一沉积制程)或者它们可以分别沉积。

[0116] 应当理解,本文中使用的术语“导电”和“绝缘”明确地分别意指导电和电绝缘。鉴于本公开的技术背景,这些术语的含义将特别明显,即光伏太阳能电池装置的含义。还应当理解,术语“电接触”意在表示非整流电接面(即,表现出基本上线性电流-电压(IV)特性的两个导体之间的接面)。

[0117] 如本领域技术人员将能理解,除了互斥的情况外,关于上述任一方面描述的特征或参数可应用于任何其他方面。此外,除非互斥,否则本文描述的任何特征或参数可应用于任何方面和/或与本文描述的任何其他特征或参数组合。

附图说明

[0118] 仅通过示例性方式,现在将描述实施例,并且参考图式,其中:

[0119] 图1是包括太阳能电池组件的太阳能模块的放大横截面侧视图,该太阳能电池组件包含通过电极组件耦合至第二太阳能电池的第一太阳能电池;

[0120] 图2A与图2C分别是图1所示第一与第二太阳能电池的顶部(前)与底部(背)的平面图;

[0121] 图2B与图2D分别是穿过图2A与图2C所示第一与第二太阳能电池截取的横向截面图;

- [0122] 图3至图8是太阳能电池组件的侧视图,其示出制造该太阳能电池组件的方法的不同阶段;
- [0123] 图9是说明制造如图3至图8所示的太阳能电池组件的方法的流程图;
- [0124] 图10是用于判定材料中的热转变的微差扫描热量计的示意图;
- [0125] 图11是说明判定用于太阳能电池的电极组件的单一薄膜的聚合物材料的特性的方法的流程图;
- [0126] 图12至图17是使用图10所示的热量计并根据图11所示的方法判定的不同聚合物材料的微差扫描热量计迹线;
- [0127] 图18至图19是用于判定聚合物单一薄膜的剥离强度的180度剥离测试机的示意图;
- [0128] 图20是说明判定用于太阳能电池的电极组件的单一薄膜的剥离强度的方法的流程图;以及
- [0129] 图21和图22是使用如图18与图19所示的180度剥离测试机判定的不同聚合物材料的剥离力迹线,并按照图20所示的方法。

具体实施方式

- [0130] 现在将参照随附图式说明本公开的方面与实施例。其他方面和实施例对于本领域技术人员而言是显而易见的。
- [0131] 根据本公开的方法制造的示例性太阳能电池组件10将参照图1和图2A-图2D进行描述。在图式中,为了清楚起见夸大示出了层、薄膜、元件等的厚度。此外,应当理解,当诸如层、薄膜、区或基板的元件被称为在另一个元件“上”时,它可以直接在另一个元件上或者也可以存在中介元件。相对地,当一特征或元件被称作在另一元件“直接上方”时,其中间不存在中介元件。
- [0132] 图1示出太阳能电池组件10,其配置在太阳能模块100(例如太阳能板)的支撑组件102内。太阳能电池组件10包括第一太阳能电池20、第二太阳能电池30以及电极组件12,该电极组件配置以将第一太阳能电池20的前表面22电耦合至第二太阳能电池30的后表面34。
- [0133] 电极组件12包含多个导电元件,该导电元件被配置以提供第一太阳能电池20和第二太阳能电池30之间改进的电通路,同时还增强第一太阳能电池20的前表面22处的光散射和吸收条件。
- [0134] 电极组件12的第一部分可配置以接触第一太阳能电池20的前表面22,以界定电极组件12的前连接部分或前连接器12a。电极组件12的第二部分接触第二太阳能电池30的后表面34,以界定电极组件12的后连接部分或后连接器12b。第一连接器12a和第二连接器12b通过第三互连部分12c电耦合在一起,该第三互连部分12c在太阳能电池组件10的相邻定位的太阳能电池20、30的相应的前表面22和后表面34之间弯曲。
- [0135] 太阳能电池组件10是配置在支撑组件102内的多个太阳能电池组件之一。举例而言,可通过第二电极组件14将第二太阳能电池30的前表面32耦合至第三太阳能电池(未示出)的后表面。另外,第三电极组件16设置以将第一太阳能电池20的后表面24耦合至第四太阳能电池(未示出)的前表面。
- [0136] 应了解,例如,在此配置中第二和第三太阳能电池通过第二电极组件14电性耦合

在一起,以界定第二太阳能电池组件。多个太阳能电池20、30藉此通过电极组件12、14、16耦合在一起以界定单串。

[0137] 支撑组件102的前板104包含透明(例如玻璃)板,其被配置为允许光穿过进入其中安装有太阳能电池组件10的中央室106。图1顶部的箭头示出入射到太阳能电池组件10上的太阳辐射的方向。

[0138] 支撑组件102的背板108配置以将太阳能电池组件10封闭在中央室106内。背板108包含反射片,其被配置成将入射到其上表面的任何光反射回太阳能电池组件10。中央室106填充有防止外部液体或气体进入物进入的密封材料(图1中所示的阴影区域)。

[0139] 图2A与图2C分别示太阳能电池组件10的第一与第二太阳能电池20、30的顶部(前)与底部(背)视图。图2B与图2D分别示出图2A与图2C所示沿着虚线A-A与B-B的第一与第二太阳能电池20、30的横向截面图。

[0140] 太阳能电池20、30中的各者都具有图2A和图2C的垂直维度的长度,以及图2A和图2C的水平维度的宽度。第一和第二太阳能电池20、30配置在公共横向平面中(如图1所示),使得它们的横向和纵向维度彼此平行。各别太阳能电池的前表面22、32各者界定当使用太阳能电池组件10时其上有光入射之一表面。后表面24、34各自界定与各别的前表面22、32相对的表面,如图2B、图2D所示。

[0141] 每个太阳能电池20、30包括配置在其各自的前表面和后表面之间的层状结构(未示出)。分层结构是多层半导体组件,其包括光伏元件(或层),其被配置以从入射辐射的吸收产生电荷载子。前指状电极和后指状电极26、36、28、38各自被配置成传导走由各自的太阳能电池20、30产生的电荷载子。

[0142] 第一太阳能电池20包括配置在其前表面22上的第一多个指状电极26(即,前指状电极)和配置在其背面24上的第二多个指状电极28(即,后指状电极)。相似的,第二太阳能电池30包括配置在其前表面32上的第一多个指状电极36以及配置在其背面34上的第二多个指状电极38。

[0143] 电极组件12包含多个导电元件18,如图2A至图2D所示。导电元件18被配置为与分别配置在第一和第二太阳能电池的前表面22和后表面34上的指状电极26、38形成电接触。导电元件18各自具有一体的细长形式,例如由导电材料形成的导线。例如,导电元件18可包含金属合金材料,诸如Ag、Al、Au和Cu中的至少一种。导电元件18各自配置在光学透明绝缘膜40内,如图2B和图2D中最清楚地所示。

[0144] 多个导电元件18的第一部分18a界定电极组件12的前连接器12a。多个导电元件18的第二部分18b界定电极组件12的后连接器12b。据此,多个导电元件18各者从电极组件12的前连接器12a延伸至后连接器12b。多个导电元件18的第三部分18c配置以将各别第一与第二部分12a、12b耦合在一起。

[0145] 通过此方式,各个导电元件18界定电极组件12的集电器。此外,导电元件18被配置成从第一太阳能电池20的前指状电极26收集电荷载子并将它们传输到第二太阳能电池30的后指状电极38,反之亦然。各个导电元件18包含宽度、长度、以及深度。各导电元件18的长度界定显著大于其宽度和深度的轴向长度。

[0146] 参考图2A至图2D,现在将更详细地描述多个指状电极26、28、36、38中的各者和导电元件18的配置。

[0147] 多个前指状电极26、36与后指状电极28、38配置成在横向方向(图2A、图2C中的水平方向)上延伸跨过太阳能电池20、30并且在纵向方向上等距间隔开(图2A、图2C中的垂直方向)。各个指状电极26、28、36、38的维度与每隔一个指状电极26、28、36、38的维度基本上相同。此外,每个指状电极都具有矩形横截面(垂直于电极的长度测量)。

[0148] 配置在太阳能电池20、30的前表面26、36和后表面28、38中的各者上的指状电极彼此平行排列,并且对应的指状电极位于太阳能电池的相对侧。如图2A与图2C所示,多个前指状电极26、36与后指状电极28、38各包含十二个电极。

[0149] 指状电极26、28、36、38由导电材料形成,其由包含Ag的金属合金形成。应了解导电材料是印刷材料,其使得指状电极能够亲易沉积在太阳能电池的各别表面上。

[0150] 多个导电元件18的第一部分18a和第二部分18b在纵向方向(图2A中的垂直方向)上平行于太阳能电池的前表面22和后表面34并沿其纵向延伸。导电元件18也在相对于前表面22和后表面34的横向方向(图2A中的水平方向)等距地间隔开以界定导电元件18之间的纵向延伸空间。因此,第一部分18a和第二部分18b中的各者都界定了一阵列之平行、横向间隔开的导电元件18。

[0151] 多个导电元件18的第一部分18a的各者与同一电极组件12的导电元件18的相应第二部分18b轴向对齐。另外,第一电极组件12的导电元件18的第二部分18b与第二电极组件14的导电元件18的第一部分18a轴向对齐,第二太阳能电池30介于两者之间。据此,多个前指状电极26与后指状电极38配置成垂直于多个导电元件18的第一部分18a与第二部分18b,如图2A与图2C所示。

[0152] 电极组件12的导电元件18的数量在4与20之间。根据本文所述实施例,第一电极组件12具有十六个导电元件18,如图2A至图2D所示。应当理解,在一些其他实施例中,可以存在不同数量的导电元件和/或指状电极而不背离本发明的范围。

[0153] 导电元件18各具有圆形横向横截面形状(例如,为导电元件18轴向长度的横向),如图2B与图2D所示。然而,在不脱离本发明范围的情况下,导电元件18可以配置具有不同的横截面形状。

[0154] 如图1所示,各个导电元件18包含第一表面50,其被配置以电接触第一太阳能电池20的前表面22。如图1所示,各个导电元件18包含第二表面52,其被配置以电接触第二太阳能电池30的后表面34。

[0155] 各个导电元件18由单个导线部分形成(即,每个导电元件18的第一部分18a和第二部分18b彼此一体形成)。以此方式,导电元件18提供第一太阳能电池20和第二太阳能电池30之间的直接电连接,这增加了它们之间的电流流动。多个导电元件18覆盖有涂料(无示出),该涂料被配置以当使用时用于将该各别第一表面50与第二表面52焊接到该太阳能电池20与30的表面,该涂料覆盖在该表面上。涂料60是具有熔点低于导电元件熔点的导电材料。

[0156] 应当理解,图2A与图2B示出第一太阳能电池20的前表面22上的导电元件18的第一部分18a(即,电极组件12的前连接器12a),而图2C与图2D示出第二太阳能电池30的后表面34上的相同导电元件18的第二部分18b(即,电极组件12的后连接器12b)。

[0157] 如上所述,电极组件12包含其中与导电元件18热结合的绝缘且光学透明的薄膜40。通常,薄膜具有单一结构(即它由单层材料形成,而不是多个离散层),并且由聚合物材

料形成。可以使用微差扫描热量法 (DSC) 分析来判定决定单一薄膜40如何黏附到导电元件和/或太阳能电池表面的聚合物材料的某些特性,这将在下面更详细地描述。

[0158] 该聚合物材料可由聚合物树脂形成,该聚合物树脂包含聚烯烃弹性体 (POE)、聚乙烯醇缩丁醛 (PVB) 烯离聚物、热塑性有机硅、硅橡胶、聚氨酯、热塑性有机硅弹性体 (TPSE) 以及乙烯-醋酸乙烯酯 (EVA) 中的至少一者。聚合物材料是选自具有以下特性:高延展性、低导电性、高透光性、热稳定性和抗收缩性。

[0159] 该单一薄膜是配置具有小于35%,可选高达18%,或进一步可选高达18%的雾度参数。

[0160] 应当理解,如分光光度计所测量,聚合物材料的雾度参数可以定义为散射大于 2.5° 的入射光的比例的量度。

[0161] 单一薄膜配置成透射至少85%的波长介于280nm与1100nm之间的入射光。

[0162] 单一薄膜具有的厚度为至少 $25\mu\text{m}$,可选至少 $55\mu\text{m}$ 和/或高达 $180\mu\text{m}$ 。前薄膜部分与后薄膜部分42、44可以比导电元件18更薄。例如,导电元件18具有介于 $200\mu\text{m}$ 和 $300\mu\text{m}$ 之间的厚度。

[0163] 多个导电元件18的第一部分18a与第二部分18b各配置于不同的薄膜部分中,其配置在各自太阳能电池的前表面22与后表面34上。例如,前连接器12a包含界定前薄膜部分42的第一薄膜部分,以及后连接器12b包括界定后薄膜部分44的第二薄膜部分。然而,注意到第三部分18c中的导电元件18并没有任何薄膜覆盖。

[0164] 根据太阳能电池组件10的示例性配置,导电元件18的第一部分18a和第二部分18b中的各者附接到各自的单一薄膜部分42、44的面向太阳能电池的表面。据此,各个单一薄膜部分42、44的“面向太阳能电池”的表面是热结合至第一与第二太阳能电池20、30的各别表面22、34。

[0165] 参考图2B和图2D所示,在前连接器12a的情况下,薄膜42配置成在导电元件18和前指状电极26之间的区域中接触太阳能电池的前表面22。后薄膜部分44以与后连接器12b相同方式进行配置。每个薄膜42、44被配置成至少部分地(例如完全地)包封或包围各别的导电元件18和各别的指状电极26、38,如图2B与图2D中所示。

[0166] 该前薄膜部分42与后薄膜部分44配置以提供太阳能电池和导电元件之间的黏着力,使得导电元件在太阳能电池上正确地配置(亦即,与指状电极对齐)。在示例性实施例中,前薄膜部分42与后薄膜部分44可能没有完全覆盖太阳能电池的各别表面。

[0167] 同时图式中所示的前膜部分42和后膜部分44分别包含实质上平面的底表面和顶表面。应当理解,薄膜可以被配置以符合太阳能电池和/或导电元件的结构组件的形状。例如,薄膜40可以由在导电元件之间的后表面34的区域中朝向太阳能电池凹陷的细长通道组成,并且可以在结构电极(例如指状电极和导电元件)存在的地方上形成脊/突起部。

[0168] 现在将参照图3至图8描述制造太阳能电池组件10的示例性方法,其说明制造方法的步骤。还将参考图9,其示出相应方法步骤的流程图。

[0169] 该方法开始于第一方法步骤202,其中将多个导电元件18热结合至单一薄膜40以形成电极组件12。如上所述,单一薄膜40包含分离的第一和第二薄膜部分40a、40b。如图3与图4所示,该方法包含将多个导电元件18的第一部分18a配置在第一单一薄膜部分40a上,以界定电极组件12的前连接器12a。该方法进一步包括将第二单一薄膜部分42配置在多个导

电元件18的第二部分18b上,以界定电极组件12的后部分12b。

[0170] 将热量和压力施加到单一薄膜部分42、44,如图4所示,这导致薄膜的聚合物材料软化,从而将薄膜部分黏附至导电元件18。这导致导电元件18至少部分嵌入单一薄膜部分42、44中,使得各导电元件的至少一部分维持暴露以导致形成与各别太阳能电池20、30之电性接触。使用红外线灯(未示出)加热单一薄膜40。替代地,所需的热量可以通过任何合适的加热机构施加,例如对流加热元件、热吹风机或感应加热元件。加热机构配置成在结合制程期间控制单一薄膜40的温度,如下文中所述。

[0171] 应了解多个导电元件18的第一与第二部分18a、18b可同时(或在分离制程)附接至各别单一薄膜部分42、44。当使用电极组件12时,多个导电元件的第一部分18a界定电极组件12的前连接器12a,而第二导电元件部分18b界定后连接器12a。类似地,第一和第二单一薄膜部分42、44分别界定前和后单一薄膜部分。

[0172] 在第二方法步骤204中,第一太阳能电池20是热结合至电极组件12的前连接器12a。导电元件的第一部分18a与第一太阳能电池20的前表面22接触,如图5所示。前连接器12a的导电元件被覆盖在第一太阳能电池22的前表面22上,使得其座落成垂直于前指状电极,如图2A所示。该方法进一步涉及对前连接器12a的导电元件18加热和/或施加压力,以在受压缩力影响下将该导电元件结合至第一太阳能电池的前表面22,如图6所描绘。施加热与压力也将前单一薄膜部分42层压在第一太阳能电池20的前表面22上。

[0173] 在第三方法步骤206中,第二太阳能电池30是热结合至电极12的后连接器12b,如图7与图8所示。该方法包含将后连接器12b覆盖在第二太阳能电池30的后表面34上,使得其座落成垂直于指状电极38,如图2D所示。该第三方法步骤206进一步涉及对第二连接器12b中导电元件18加热和/或施加压力,以在受压缩力影响下将电极组件12结合至第二太阳能电池的后表面34,如图8所描绘。施加热量与压力也将后单一薄膜部分44层压在第二太阳能电池30的后表面34上。

[0174] 在第二与第三方法步骤204与206期间,施加热量与压力造成导电元件18上的涂料熔化并流向太阳能电池20、30的各别表面上的指状电极。一旦涂料冷却并固化,其就与下面的指状电极38形成电性接触,如图2B与图2D所示。

[0175] 上述方法结果导致电极组件12的前连接器12a与后连接器12b皆机械与电性耦合至各别的第一太阳能电池20与第二太阳能电池30以形成根据本发明的太阳能电池组件10。

[0176] 应当理解,可以同时或以任何顺序进行至少一些上述方法步骤。例如,前连接器12a与后连接器12b也可同时连接至第一太阳能电池20与第二太阳能电池30的各别前表面22与后表面34。

[0177] 在至少第二方法步骤204之前,太阳能电池以在该技术领域中具有通常知识者所能理解的常规方式进行制造。特别地,该方法包括将各个太阳能电池配置为在它们各自的前表面和后表面上具有导电表面(或导电部分),例如,以分别形成多个前与后指状电极36、38。使用网印制程将指状电极36、38沉积到它们各自的表面上,如本领域技术人员所能了解。一旦多个指状电极36、38沉积到第一太阳能电池20和第二太阳能电池30的表面上,电极组件12就可以连接到太阳能电池20、30以界定太阳能组件10。

[0178] 如上所述,单一薄膜40(例如前与后单一薄膜部分42、44)的材料是聚合物材料。单一薄膜40的聚合物材料的特征在于根据一组标准判定其物理特性。特别地,可以分别使用

第一标准和第二标准来判定单一薄膜40的热和剥离力特性。

[0179] 单一薄膜的第一标准

[0180] 第一标准适用以判定该聚合物材料在40°C和200°C之间的温度内具有至少两个吸热峰,其通过微差扫描热量法(DSC)测得。

[0181] 第一标准的DSC测试方法涉及加热和/或冷却聚合物材料之样本,并随时间测量流向(和/或远离)材料的热量,以识别和测量吸热峰。如图10所示,使用微差扫描热量计60进行分析。应当理解,吸热峰对应于聚合物材料的热转变。

[0182] 根据单一薄膜40的第一标准的示例性DSC测试方法210将参照图11进行说明,图11示出相应方法步骤的流程图。此外,将参考图10,其示出用于测试聚合物材料的热量计60的示意图,且图12和图17示出正在研究之各式各样不同聚合物材料的加热与冷却迹线。DSC测试方法210用于识别和判定聚合物材料是否满足单一薄膜40所需的热性能。

[0183] DSC测试方法210并入标准测试方法ASTM D3418,它是通过微差扫描热量法对聚合物的转变温度和熔化和结晶焓进行标准测试的方法。DSC测试方法210包括第一方法步骤212,其涉及对单一薄膜40的聚合物材料66的样本执行第一热循环和第二热循环。第一和第二热循环是根据标准测试方法ASTM D3418顺序进行。

[0184] 第一热循环包括加热阶段,其中样本以10°/分钟的加热速率从0°C逐渐加热到300°C。第一热循环的加热阶段消除了取样的热机械历史,这可能是由用于制作薄膜的制造过程造成的。在第一热循环的加热阶段完成后,材料样本66由热量计60在300°C的保持温度下保持5分钟。

[0185] 方法步骤212涉及将聚合物材料样本66放置在测试室62中,测试室62通过连接器70热耦合至空的参考室64。热量计60的控制模块68被配置为控制一对电加热元件72,以控制测试和参考室62、64的温度和加热速率。

[0186] 在DSC分析期间,控制模块68监测测试室62和参考室64之间的热流,因为这两个室都被加热。测得的DSC资料以热流(W/g)对温度(°C)和/或时间(s)的迹线(例如加热迹线)的形式输出,如图12所示。

[0187] 热流表示在测试室与参考室62、64之间流动的每单位质量的功率(W/g)。可以理解,在图12到图15中,y轴已被标准化,以便在同一组轴上显示多个迹线,而在图16和图17中,热流值以W/g为单位显示。在下部x轴上的温度值如图12至图17所示对应于测试室和参考室62、64的温度(°C)。在上部x轴上显示的时间值表示DSC分析的持续时间,以秒(s)为单位测量。

[0188] 第一热循环还包括顺序上在加热阶段之后的冷却阶段。冷却阶段涉及将聚合物材料样本66以10°/分钟的速率从300°C冷却至-50°C的温度。在冷却阶段期间,控制模块68监测测试室和参考室62、64之间的热流并输出热流(W/g)对温度(°C)和/或时间(s)的冷却迹线,如图13所示。一旦完成冷却阶段后,材料样本66由热量计60在-50°C的保持温度下保持5分钟。

[0189] 一旦5分钟过去,方法步骤212通过对样本66执行第二热循环开始。第二热循环包括加热阶段,其中样本66以10°/分钟的加热速率从-50°C逐渐加热到300°C。与第一热循环相同,控制模块68监测在第二加热阶段期间之测试室和参考室62、64并输出第二加热迹线,如图14与图15所示。

[0190] 因此,在第一热循环的加热阶段期间测量第一加热迹线并且在第二热循环的加热阶段期间判定第二加热迹线。

[0191] 在各种DSC分析(例如,第一和第二热循环的加热和冷却阶段)中,聚合物材料样本66保持在惰性气氛(例如氮气气氛)中以防止材料样本66与大气反应,(例如氧化)。根据示例性方法,热量计60以50毫升/分钟的吹扫流速用氮气吹扫。

[0192] 六种示例性聚合物材料(PM1-6)的DSC曲线如图12至图17所示。在图12与图16中示出迹线对应于第一热循环的加热阶段(例如,其中样本以10°/分钟的加热速率从0°C加热至300°C)。在图13中示出迹线对应于第一热循环的冷却阶段(例如,其中样本PM1-PM5以10°/分钟的冷却速率从300°C冷却至-50°C)。在图14、图15与图17中示出迹线对应于第二热循环的加热阶段(例如,其中样本以10°/分钟的加热速率从-50°C加热至300°C)。

[0193] 分析每种材料PM1-6以产生包括测试迹线(即对应于测试室62)和参考迹线64(即对应于参考室64)的复合DSC迹线。参考迹线基本上是平坦的,因为参考单元64内没有包含任何东西。样本材料PM1-6中的任何相变都将在测试迹线中显示为偏离参考迹线的峰值。在吸热转变的情况下,由于材料样本66在测试室62中熔化时吸收的热流,该峰表现为负峰。

[0194] 另一方法步骤214涉及识别第一与第二加热迹线中两个吸热峰的存在,其对应于聚合物材料样本66。如上述,方法步骤214包含:识别第一加热迹线和第二加热迹线中的每一者中的第一吸热峰和第二吸热峰的存在,并且判定在第一加热迹线和第二加热迹线每一者中的该第一吸热峰和第二吸热峰处于40°C和200°C之间的温度内。

[0195] 识别DSC迹线中的峰(例如,吸热峰)的存在涉及识别偏离参考迹线以形成局部最小值(即负峰)的测试迹线的区。在吸热峰的情况下,峰偏离参考迹线以下,因为它对应于聚合物材料中的吸热转变,其将热流引向测试室62。

[0196] 如果识别出吸热峰,则可以对其进行表征以判定相关的峰值温度(T_p)。峰值温度可以通过识别熔化峰的最小热流值,即小于其最近邻数值的值来计算。第一吸热峰的峰值温度(即第一峰值温度)代表了对应于所研究的聚合物材料的吸热的特征温度。

[0197] 如图12与图14所示的每条迹线中都可以看出,在40°C以下和200°C以上没有峰。由此可以判定,在此温度范围内不存在吸热转变。此外,应注意每个样本的参考迹线在整个温度范围内保持基本恒定,正如预期的那样。

[0198] 从图12中所示的DSC迹线可以清楚地看出,PM1、PM2、PM3、PM4和PM5中的每一者都具有至少两个吸热峰(例如,第一和第二吸热峰)以及相应的第一和第二峰值温度,其在40°C和200°C。相比之下,PM6只有一个吸热峰落在所需的温度范围内(即40°C和200°C),如图16中的迹线所示。

[0199] 在加热迹线中识别出多于一个峰(例如,第一和第二吸热峰)的情况下,第一峰对应于具有最低峰值温度的峰和第二峰代表展现较高峰值温度的峰。相似的,若迹线有三个峰,则第三峰可识别为具有大于第一与第二峰之峰值温度。

[0200] 因此,聚合物材料PM1-5各自满足第一标准,如通过DSC测试方法210所判定的,因此将落入根据本公开的一个方面的单一薄膜40的范围内。此外,此种单一薄膜40将适用于用于根据本公开方面之电极组件中和/或太阳能电池组件中。

[0201] 相比之下,PM6材料不落入本公开的方面的范围内,因为聚合物材料不满足由DSC测试方法210所判定的第一标准。

[0202] 聚合物材料PM1-6的方法步骤214的DSC分析结果总结列于表A。应注意的是,材料PM1-5中的每一者在40°C至200°C的范围内在第一和第二加热迹线中的每一者中具有至少两个吸热峰,而PM6材料在所要求的范围内仅具有一个峰(例如,在第一和第二加热迹线中)。

[0203] 材料PM1-3与PM5之第一与第二加热迹线中的第一和第二吸热峰各者并且在材料PM4之第一加热迹线中是明显可见的。如图15所示,示出材料PM4的第二加热迹线的放大版本,以突显两个独立的吸热峰,分别为105.39°C和122.70°C。

[0204] 表A-聚合物材料PM1-6的DSC结果总结(图12、图14、图15、图16和图17)

材料	第一加热迹线			第二加热迹线		
	1 st T _P (°C)	2 nd T _P (°C)	3 rd T _P (°C)	1 st T _P (°C)	2 nd T _P (°C)	3 rd T _P (°C)
PM1	101.27	115.02	-	96.24	116.56	-
PM2	99.77	118.52	145.75	95.79	116.97	147.66
PM3	47.66	92.88	144.92	89.84	146.87	-
PM4	121.27	128.47	-	105.39	122.70	-
PM5	104.67	128.49	-	103.73	126.18	-
PM6	147.96	-	-	145.45	-	-

[0205] 根据单一薄膜40的替代示例性配置,第一标准要求在第一加热迹线中于80°C与160°C之间的温度范围内存在两个分离的峰(例如,第一与第二吸热峰)。从表A(和图12)可以看出,每种材料PM1-5都满足这一标准,因为每条迹线在所需温度范围内显示出两个独立的吸热峰。因此,由这些聚合物材料形成的单一薄膜40在用作太阳能电池电极组件12的箔时将表现出特别有利的黏附特性。

[0206] 第一标准的另一条件在于第二加热迹线在80°C与160°C之间温度内具有两个独立的吸热峰(例如,第一吸热峰与第二吸热峰)。再次,物质PM1-5各者满足此标准,如上表A所示出。然而,材料PM6不满足该标准(例如,因为它在所要求范围内(145.45°C)只有一个吸热峰)。

[0207] 第一标准的另一要求在该第一与第二加热迹线的各者中至少一者(例如,第一吸热峰)在40°C与130°C之间。这是材料PM1-5各者的情况,但并非PM6的情况。因此,PM6不满足该条件,并且不落入根据本街漏的单一薄膜40的范围内。

[0208] 第一标准的另一条件在于第二加热迹线在80°C与130°C之间温度内具有两个独立的吸热峰(例如,上述第一吸热峰)。此外,第一与第二加热迹线各者可能被要求包括在100°C与160°C之间的至少一另一吸热峰(例如,上述第二和/或第三吸热峰)。此外,第一标准的要求可以是该第一加热迹线中至少一另一吸热峰是在100°C与145°C之间。材料PM1-5各者满足此等各个条件,并且因此落入根据本公开单一薄膜40的范畴内。

[0209] 根据第一标准的替代示例性条件,第一加热迹线中另一吸热峰是在100°C与135°C之间。材料PM1、PM2、PM4与PM5各者满足此条件。根据第一标准的另一示例性条件,第一与第二加热迹线各者可能被要求包括在100°C与145°C温度之间的至少一另一吸热峰(例如,上

述第二和/或第三吸热峰)。材料PM1、PM2、PM4与PM5各者满足此等条件。

[0211] DSC测试方法210包括判定聚合物材料(例如PM1-5)具有用作单一薄膜40的期望热特性的进一步机构。根据示例性方法,方法步骤214涉及识别第一和第二加热迹线中的每一者中的第三吸热峰(例如,如图12和图14所示,存在于PM2的DSC迹线中的第三峰)。这还涉及判定第三吸热峰的峰值温度(例如第三峰值温度)在所需的温度范围内,亦即在130°C和200°C之间。如表A所示,材料PM2是唯一在其第一和第二加热迹线各者中均显示出第三吸热峰的样本。此外,值得注意的是,PM2的每个第三吸热峰都落在所需的温度范围内。因此,材料PM2满足该标准的要求,并且将较佳地适用于根据本公开的示例性方面的单一薄膜40。

[0212] 根据DSC测试方法210之另一示例性配置,方法步骤212涉及监控在第一热循环的冷却阶段期间之测试室与参考室62、64之间的热流,并输出冷却迹线(如所述)。方法步骤214可接着包含识别与判定在0°C与200°C之间的温度的放热峰。

[0213] 聚合物材料PM1-5的一组冷却迹线如图13所示,结果总结如下表B所示。由此可见,材料PM1-5中的每一种材料在要求的温度范围内均表现出放热峰,因此满足该标准。

[0214] 表B-聚合物材料PM1-5的DSC结果总结(图13)

材料	第一热循环、冷却迹线		
	1 st T _P (°C)	2 nd T _P (°C)	3 rd T _P (°C)
PM1	85.50	102.31	-
PM2	86.02	103.07	-
PM3	75.91	82.27	-
PM4	64.55	106.53	117.18
PM5	68.45	93.22	117.61

[0216] 第一标准的另一条件可以是放热峰在40°C和130°C之间。再次,材料PM1-5中的每一者满足此需求。与第一和第二加热迹线的分析一样,冷却迹线DSC分析可包括识别至少第二(和第三)吸热峰,其具有在所需温度范围内的峰值温度。

[0217] DSC测试方法210的结果可用于最佳化制造太阳能电池组件200的方法,如图9所示。特别地,制造方法200适于使得在将单一薄膜40热结合至多个导电元件18之前,基于DSC测试方法210,将单一薄膜40加热到预结合温度(例如,预结合加热步骤)。在制造方法200中引入预结合加热步骤改善了单一薄膜40对多个导电元件18的黏附性。根据DSC测试方法步骤210所判定的第一加热迹线的第一吸热峰值温度(即,对应于第一热循环的加热阶段)来判定预结合温度。

[0218] 单一薄膜的第二标准

[0219] 根据第二标准,当通过180度剥离测试进行测试时,该单一薄膜40的聚合物材料被判定具有为每10毫米,该单一薄膜宽度为至少5N的剥离强度。剥离测试用于判定(例如,测量)热结合到基板表面(例如,太阳能电池的接收表面)的单一薄膜40之间的黏附力。根据标准测试方法ASTM D903执行的剥离测试是用以提供针对各被测样本薄膜的剥离力迹线。

[0220] 剥离测试方法是使用180度剥离测试设备80进行的,如图18和图19所示。剥离测试设备80包含电动张力计(未示出),其适配有张力测量传感器(例如,测压元件)以判定在测

试方法期间施加的张力负载(tensile load)。剥离测试设备80还包括一对夹具84(或夹持器),其被配置为在测试期间保持单一薄膜40与基板82。

[0221] 剥离测试设备80还包括控制器(未示出),其被配置为操作电动张力计以移动夹具(例如,在如图18和图19中箭头方向所示之垂直方向上)。控制器被配置成控制夹持器84的运动,从而判定为了从基板82剥离单一薄膜40而施加的剥离力。

[0222] 根据单一薄膜40的第二标准的示例性剥离测试方法410将参照图20进行说明,图20示出相应方法步骤的流程图。此外,将参考图18与图19,其示出用于测试一数量聚合物材料(PM1-PM6)的测试设备80的示意图,且图21和图22示出正在研究之不同聚合物材料的剥离力(每10毫米单一薄膜宽度)迹线。

[0223] 在第一方法步骤412中,单一薄膜40是热结合至基板82。基板82是由诸如玻璃或金属(例如,金属合金)的实质上刚性材料形成。替代地,基板82可以是太阳能电池(例如,晶体硅太阳能电池)。当前描述的方法的结果(如图21和图22所示,并总结在下表C中)是通过从晶体太阳能电池的表面剥离单一薄膜40产生的。

[0224] 方法步骤412开始于将单一薄膜40切割成多个纵向条带。条带的一端(例如,大约是总长度的一半)配置在基板82的朝上的表面上。多个纵向条带可同时配置在单个基板表面上(例如,以形成基本上平行的条带阵列)。各纵向条带配置在基板上,使得条带的宽度实质上垂直于将施加剥离力的方向。

[0225] 每条带的宽度约为10毫米,长度约为200毫米。每个条带具有至少25 μm 的厚度(例如,大约100 μm),其被测量为在 $\pm 6\mu\text{m}$ 的容限范围内。单一薄膜条带各自安装在背板上,背板上在剥离测试期间为薄膜提供结构支撑。背板具有至少175 μm 的厚度(例如,大约185 μm),其被测量为在 $\pm 17\mu\text{m}$ 的容限范围内。薄膜与背板的综合厚度在200 μm 与500 μm 之间(例如,大约285 μm),其被测量为在 $\pm 6\mu\text{m}$ 的容限范围内。

[0226] 一旦条带配置在基板82的表面上,耐热片(例如,由PTFE形成)被插入在薄膜条带的相对自由端和基板82之间。该片被配置成在随后的结合方法步骤期间防止基板82和条带的自由端之间的黏附。

[0227] 一旦条带在基板表面上就位,将它们放入层压机中并加热至至少50 $^{\circ}\text{C}$ 。一旦条带结合至表面82,在进行剥离力分析之前(例如,在从基板82剥离该薄膜之前)允许它们冷却预定时间段(例如,至少30分钟)。

[0228] 应了解,仅有一部分的各条带经热结合至基板82。因此,各条带配置有自由端(例如,非结合端),其可以容易地连接到剥离测试设备80的夹持器84。

[0229] 在第二个方法步骤314中,将薄膜条带被装载到剥离测试设备上并进行分析以判定每种材料的特征剥离强度。方法步骤314涉及首先将条带和基板82装载到剥离测试装置80中。如图18所示,条带被装载到上夹持器中并且基板被夹持在下夹持器84中。接着,根据标准测试方法ASTM D903进行剥离测试,以产生对应于正在分析的特定单一薄膜40的剥离力迹线。

[0230] 在100毫米的距离(例如,应变)上施加剥离测试。单一薄膜40以100毫米/分钟的剥离速度从基板82剥离。在整个剥离测试过程中,张力计施加在薄膜条带上的剥离力由控制器连续监控。例如,以10 μm 的间隔测量剥离力,直到达到最大剥离距离(例如,100毫米)。用于剥离测试的剥离速度被最佳化以便可靠地获得此类聚合物单一薄膜的实验结果。剥离速

度是增加剥离测试持续时间的较慢速度与可能对单一薄膜造成损坏的较快速度之间的平衡。

[0231] 材料的剥离力是通过取剥离力迹线中记录的资料的平均值来判定。特别是,平均剥离力仅使用达到最小剥离距离(例如20毫米)后记录的资料来计算,以防止由每个测试开始时存在的资料中的干扰(noise)引起的测量失真。

[0232] 一旦剥离测试完成,就从夹持器84上取下条带并装载不同的条带以备测试。对配置并结合至基板82上的每个条带重复进行剥离测试。

[0233] 在第三方法步骤316中,分析每个条带的剥离力迹线以判定每个对应样本薄膜的剥离强度。为了使聚合物薄膜材料满足第二标准,从而落入根据本公开的单一薄膜40的范畴内,该材料必须表现出每单一薄膜40之单位宽度(例如,10毫米)至少5牛顿(N)的剥离强度。

[0234] 聚合物材料PM1-6各者的剥离测试分析结果总结列于下表C中。各个剥离测试测量中在具有10毫米宽度的一条带之单一薄膜40上进行。材料PM1-6中的每一者具有在满足第二标准所要求的范围内的剥离强度(例如,每单一薄膜40的10毫米宽度之5N)。图20与图21分别示出材料PM3与PM6之剥离力迹线。针对材料PM3,平均剥离力为30N,且针对材料PM6,平均剥离力为11N,如表C所示。因此,材料PM3定义为(相对)高剥离强度材料,而PM6定义为(相对)低剥离强度材料。

[0235] 表C-聚合物材料PM1-6的剥离强度结果总结(图21和图22)

材料	每 10 毫米宽度的剥离前度(N)
PM1	15
PM2	30
[0236] PM3	30
PM4	13
PM5	7
PM6	11

[0237] 根据第二标准的另一示例性条件,剥离强度必须至少为每10毫米单一薄膜40宽度为15N。因此,只有材料PM1-3满足第二标准的条件,而材料PM4-6则不满足。根据本公开的示例性方面,由材料PM1-3形成的单一薄膜40特别适用于太阳能电池的电极组件12。这是因为单一薄膜40提供了与太阳能组件的导电元件18和/或太阳能电池表面的增强的黏附力。

[0238] 根据示例性剥离测试方法310,剥离强度需要在每10毫米单一薄膜40宽度为15N与30N之间的范围内,以满足该第二标准。再次,材料PM1-3中的每一者满足第二标准的该示例性条件。

[0239] 根据第一和/或第二标准表征的单一薄膜40有利地配置有良好的黏合特性(例如,以确保薄膜与太阳能电池和/或太阳能电池组件的导电元件之间的机械连接)。每个薄膜还有利地配置成使得它不与另一元件形成过度的或不可控的强结合。以此方式,单一薄膜40有助于确保电极和/或太阳能电池组件的制造不被中断。

[0240] 应当理解,本发明并不限于上述实施例,并且可以在不背离本文描述的概念的情

况下进行各种修改和改进。除非相互排斥,否则任何特征都可以单独使用或与任何其他特征组合使用,以及本公开延伸至并包括本文所述的一个或多个特征的所有组合和子组合。

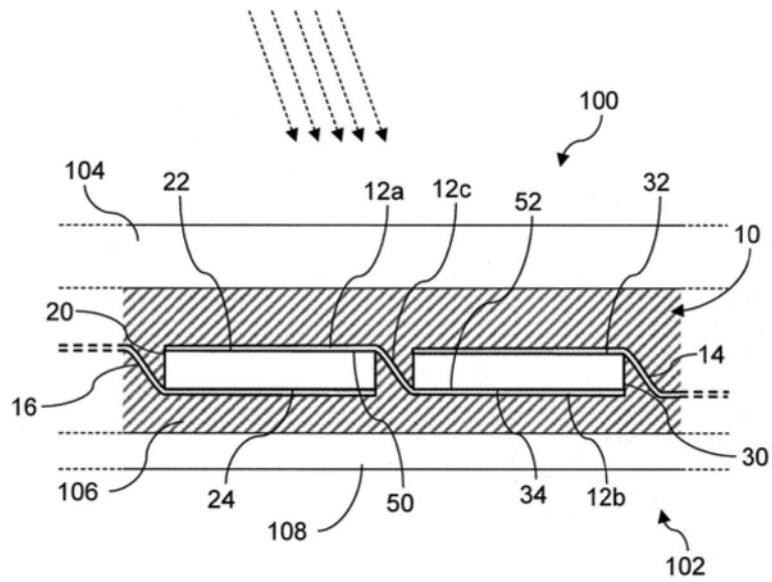


图1

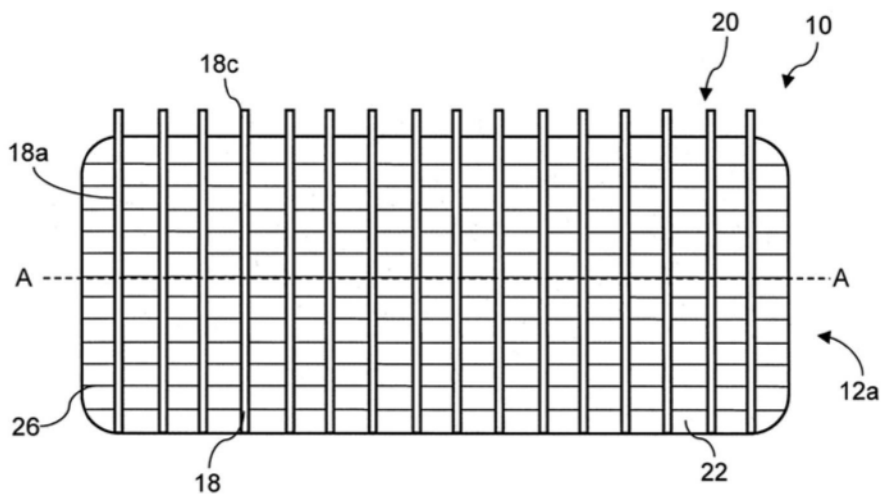


图2A

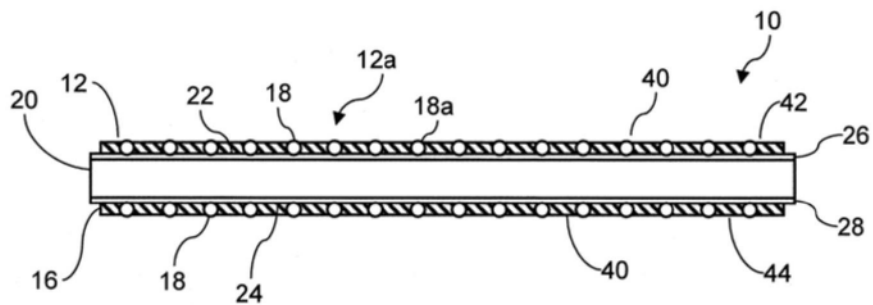


图2B

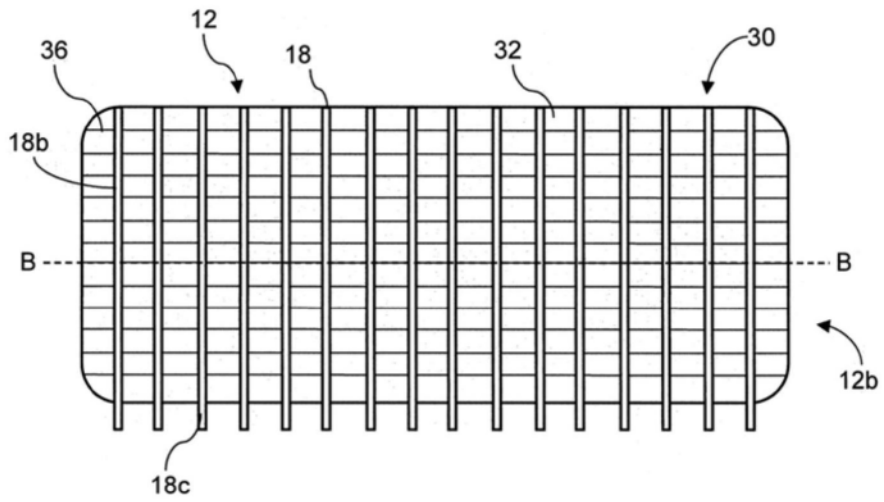


图2C

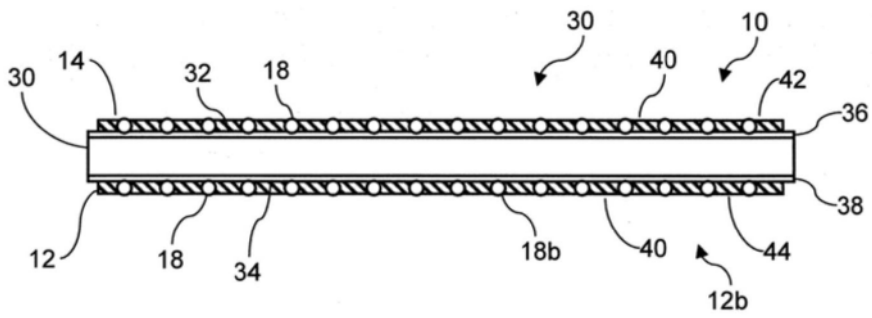


图2D

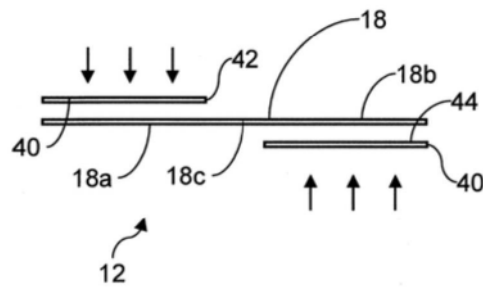


图3

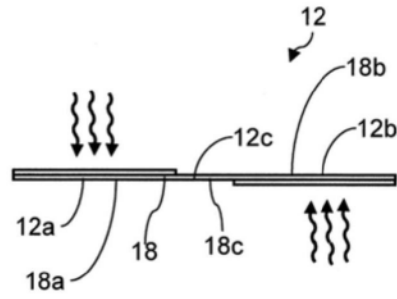


图4

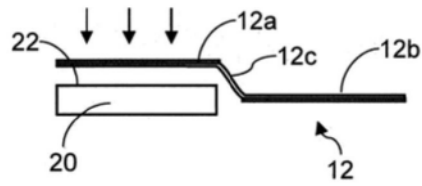


图5

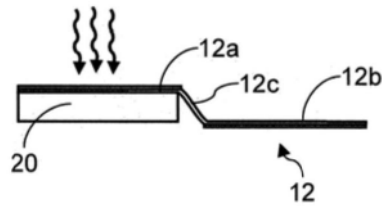


图6

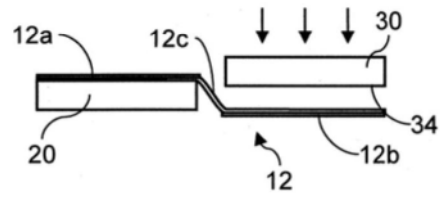


图7

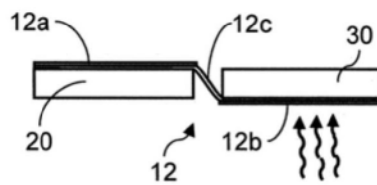


图8

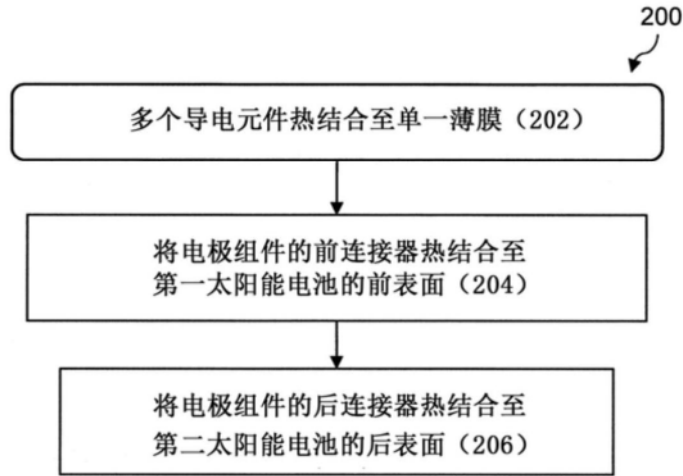


图9

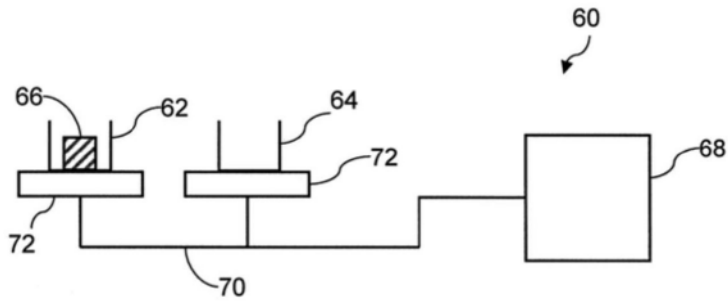


图10

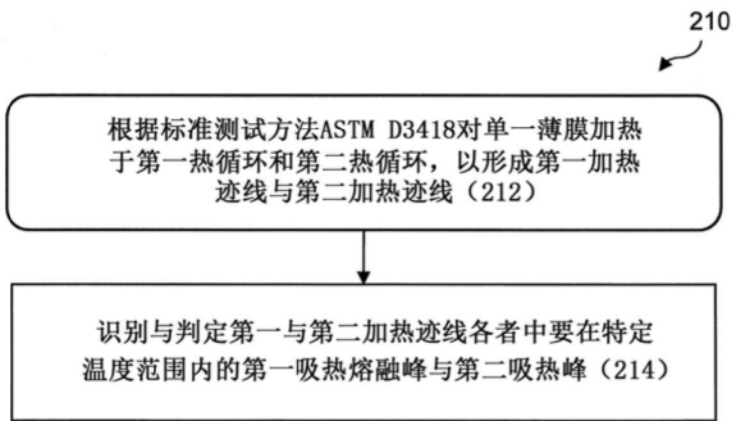


图11

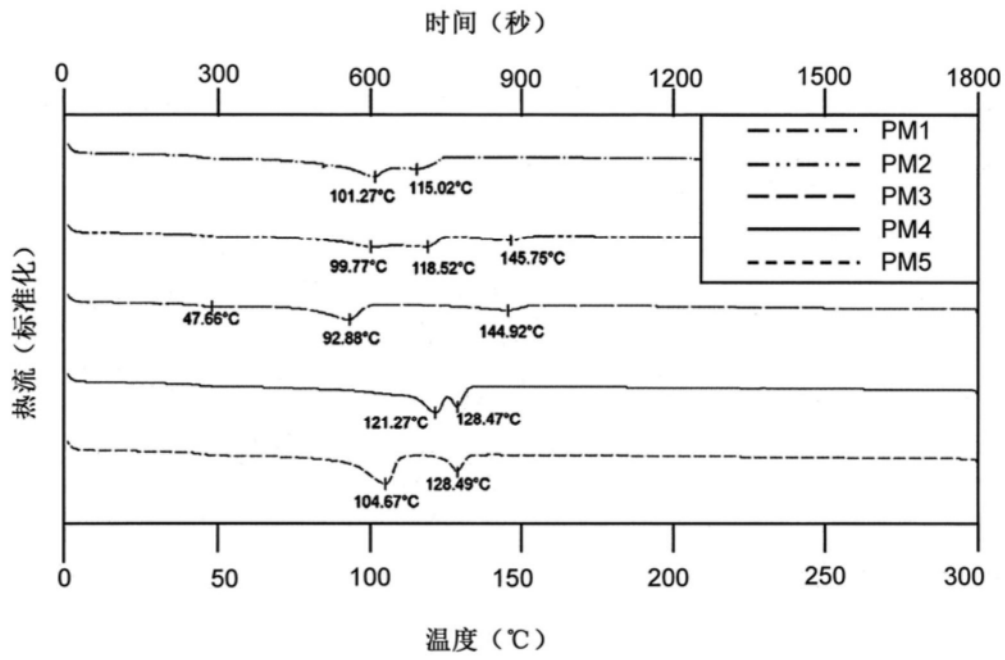


图12

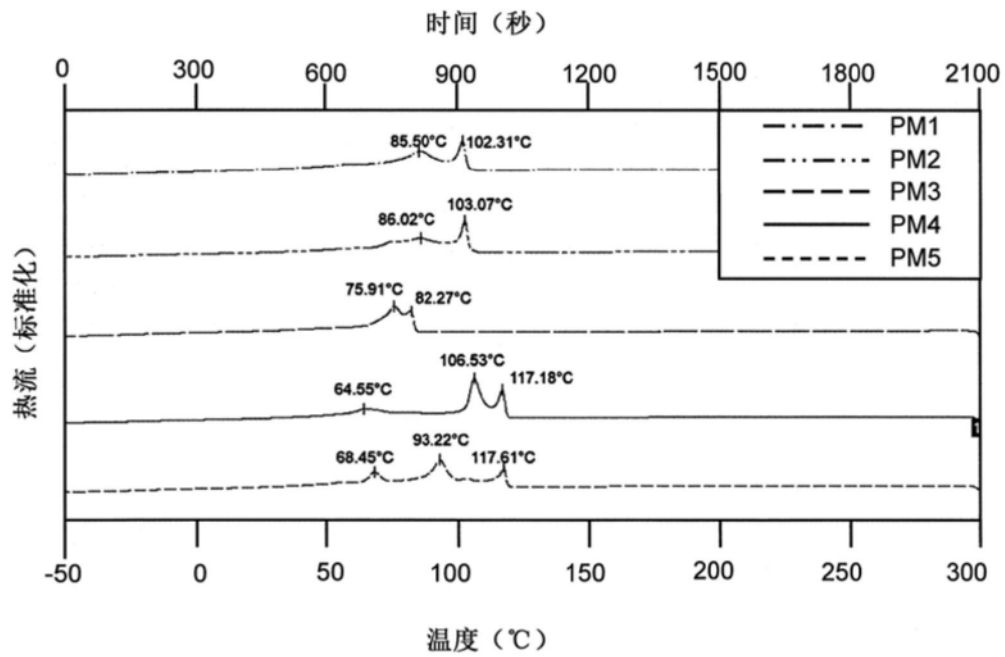


图13

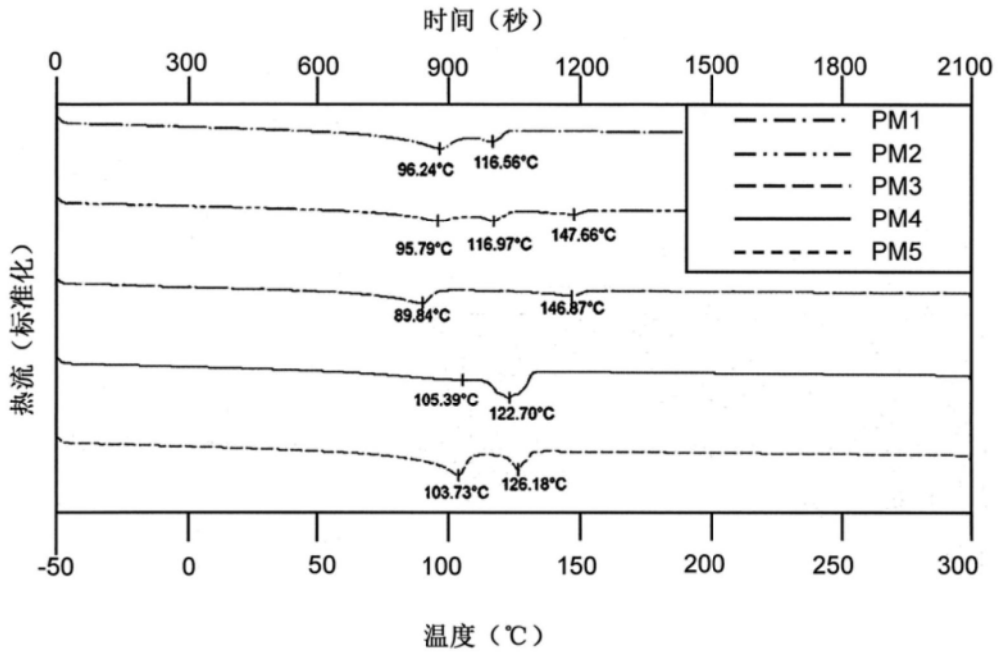


图14

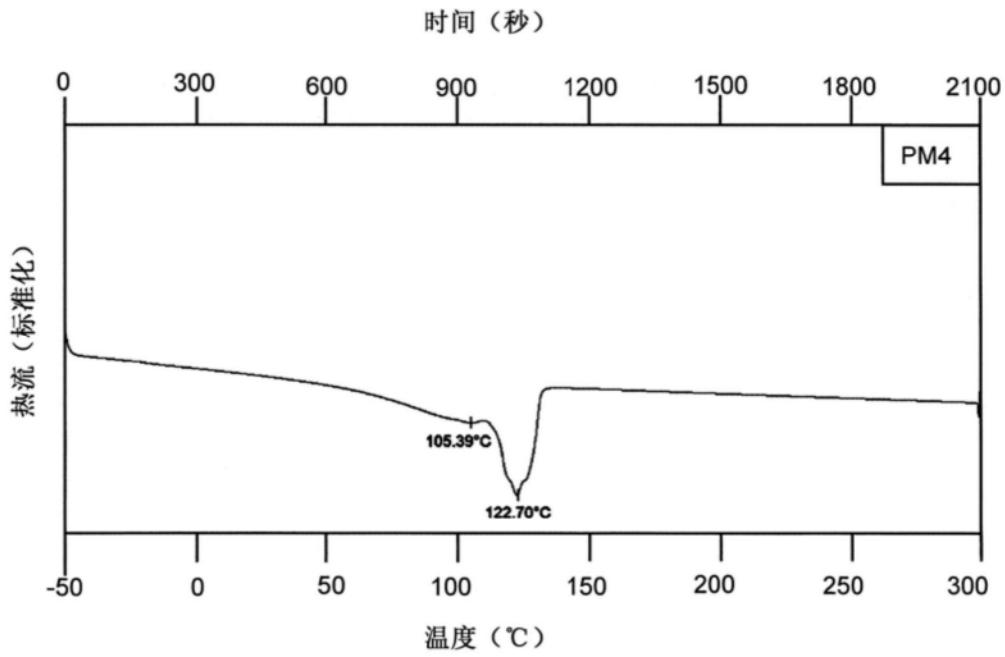


图15

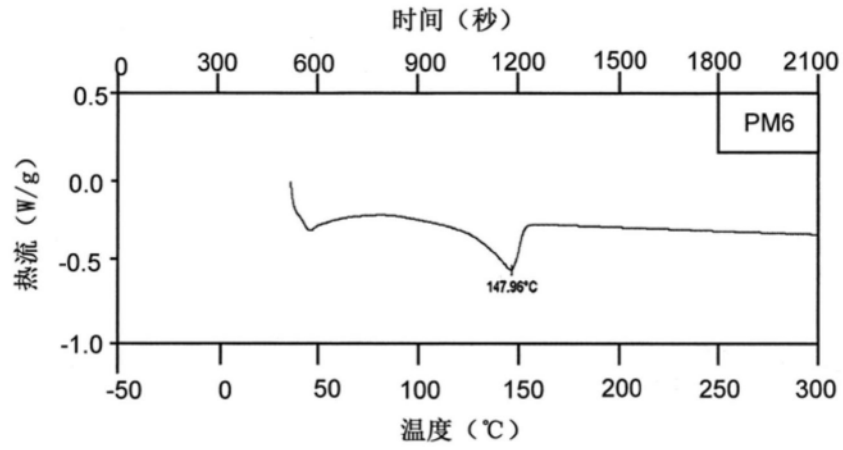


图16

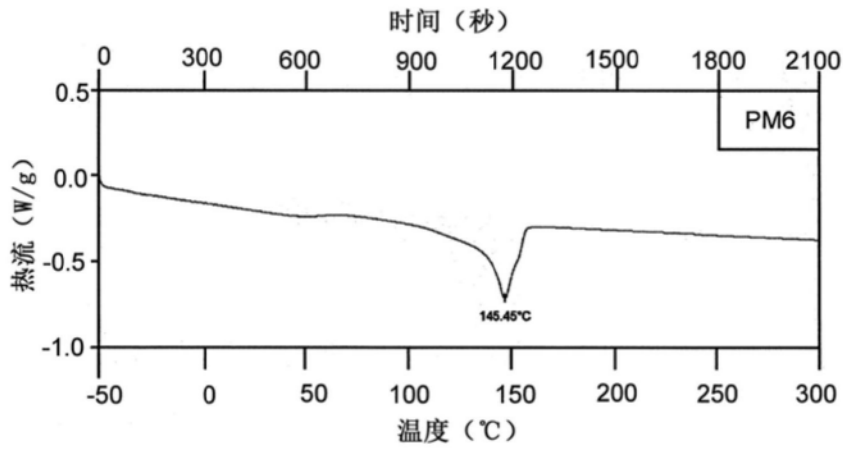


图17

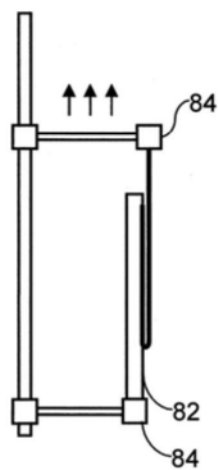


图18

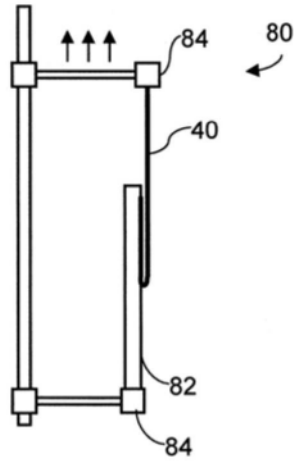


图19

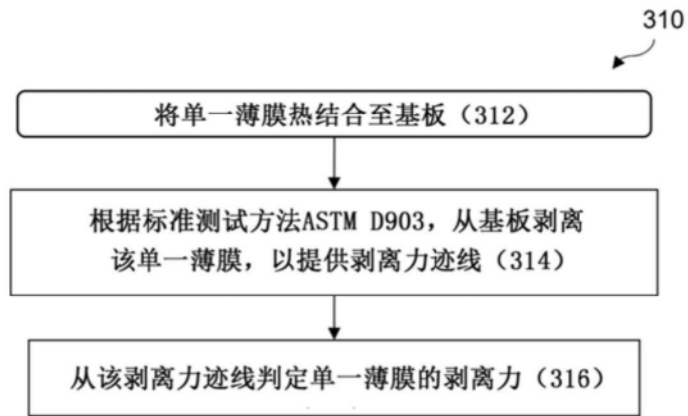


图20

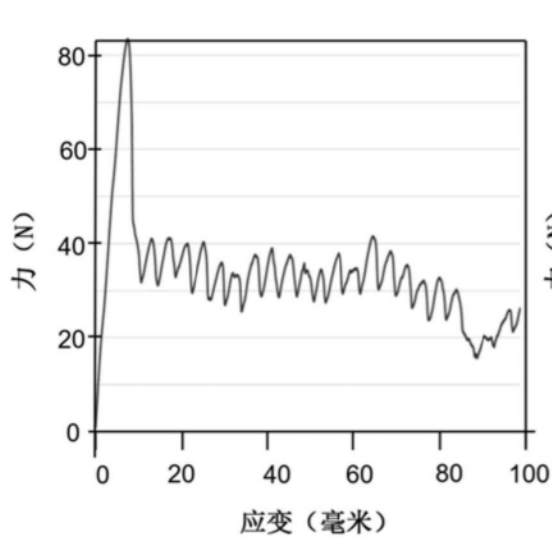


图21

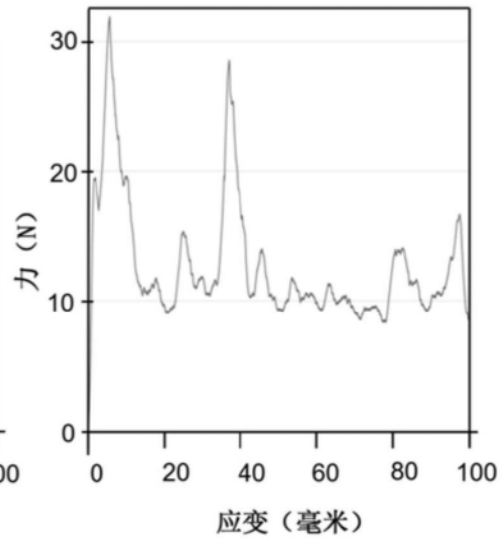


图22