



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102272946 B

(45) 授权公告日 2013. 11. 27

(21) 申请号 200980153268. 6

代理人 孟慧岚 李炳爱

(22) 申请日 2009. 11. 02

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

61/141, 752 2008. 12. 31 US

H01L 31/048 (2006. 01)*B32B 17/10* (2006. 01)*C08F 8/44* (2006. 01)*C08L 23/08* (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 06. 29

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/062921 2009. 11. 02

(87) PCT申请的公布数据

W02010/077425 EN 2010. 07. 08

(73) 专利权人 纳幕尔杜邦公司

地址 美国特拉华州

(72) 发明人 R·A·海斯 S·C·佩塞克

W·A·夏菲尔 C·A·史密斯

G·W·普雷让

(56) 对比文件

US 5580927 A, 1996. 12. 03, 全文.

US 2003/0004011 A1, 2003. 01. 02, 全文.

US 4248990 A, 1981. 02. 03, 全文.

US 5478402 A, 1995. 12. 26, 全文.

US 5587430 A, 1996. 12. 24, 全文.

US 2007/0196630 A1, 2007. 08. 23, 全文.

US 2006/0182983 A1, 2006. 08. 17, 全文.

US 5827559 A, 1998. 10. 27, 全文.

审查员 刘婧

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

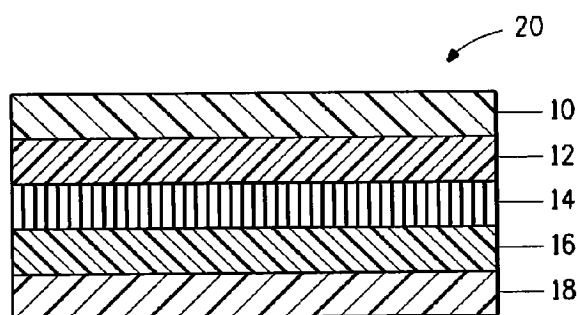
权利要求书2页 说明书18页 附图1页

(54) 发明名称

包括具有低雾度和高耐湿性的包封片材的太阳能电池模块

(57) 摘要

本发明公开了一种包括太阳能电池层和离聚物片材的太阳能电池模块,所述离聚物片材包含钠/锌混合离聚物,所述混合离聚物为前体酸共聚物的中和产物;其中所述前体酸共聚物包含具有2至10个碳原子的 α -烯烃的共聚单元,和按所述前体酸共聚物的总重量计约20至约30重量%的具有3至8个碳原子 α , β -烯键式不饱和羧酸的共聚单元;其中根据ASTM D1238在190℃和2.16kg下测定,所述前体酸共聚物具有约70至约1000克/10分钟的熔体流动速率;并且其中当所述前体酸共聚物中存在的羧酸基团的总含量的约40%至约90%被中和为羧酸根基团,以包含羧酸根基团和基本上由钠离子组成的抗衡离子时,所得钠离聚物具有测不到或小于约3.0焦/克的凝固焓,所述凝固焓根据ASTM D3418采用差示扫描量热法测定。



1. 包括太阳能电池层和离聚物片材的太阳能电池模块, 其中,

(A) 所述太阳能电池层包括单个太阳能电池或多个电互连的太阳能电池, 并且任选地具有前朝阳面和后非朝阳面; 以及

(B) 所述离聚物片材包含钠/锌混合离聚物, 所述钠/锌混合离聚物是前体酸共聚物的中和产物; 其中所述前体酸共聚物包含具有 2 至 10 个碳原子的 α -烯烃的共聚单元和按所述前体酸共聚物的总重量计 20 至 30 重量%的具有 3 至 8 个碳原子的 α , β -烯键式不饱和羧酸的共聚单元; 其中根据 ASTM D1238 在 190°C 和 2.16kg 下测定, 所述前体酸共聚物具有 70 至 1000 克/10 分钟的熔体流动速率; 并且其中当按所述前体酸共聚物中存在的羧酸基团的总数计中和至 40% 至 90% 的含量以包含羧酸根基团和由钠离子组成的抗衡离子时, 所述前体酸共聚物产生钠离聚物, 当根据 ASTM D3418 由差示扫描量热法测定时, 所述钠离聚物具有测不到或小于 3.0 焦/克的凝固焓; 并且其中所述钠/锌混合离聚物包含羧酸根基团和抗衡离子混合物; 所述抗衡离子混合物按所述前体酸共聚物中的羧酸根基团当量的总数计, 由 5 至 95 当量%的钠阳离子和互补地 5 至 95 当量%的锌阳离子组成。

2. 权利要求 1 的太阳能电池模块, 其中所述钠/锌混合离聚物为前体酸共聚物被中和至 30 至 90 重量%含量的中和产物。

3. 权利要求 1 或 2 中任一项的太阳能电池模块, 其中所述钠/锌混合离聚物为前体酸共聚物被中和至 40% 至 70% 含量的中和产物。

4. 权利要求 1 至 2 中任一项的太阳能电池模块, 其中当根据 ASTM D1238 在 190°C 和 2.16kg 下测定时, 所述钠/锌混合离聚物具有 0.7 至 25 克/10 分钟或更小的熔体流动速率。

5. 权利要求 1 至 2 中任一项的太阳能电池模块, 其中所述离聚物片材为单层片材的形式并且由所述钠/锌混合离聚物组成, 或者其中所述离聚物片材为多层片材的形式并且包括两个或更多个亚层, 并且其中所述亚层的至少一个由所述钠/锌混合离聚物组成, 并且每一个其他所述亚层包含选自下列的聚合物: 酸共聚物、酸共聚物的离聚物、聚(乙烯乙酸乙烯酯)、聚(乙烯醇缩醛)、聚氨酯、聚氯乙烯、聚乙烯、聚烯烃嵌段共聚物弹性体、 α -烯烃和 α , β -烯键式不饱和羧酸酯的共聚物、硅酮弹性体、环氧树脂、以及它们中的两种或更多种的组合。

6. 权利要求 1 至 2 中任一项的太阳能电池模块, 其中所述离聚物片材具有 1 至 120 密耳的总厚度。

7. 权利要求 1 至 2 中任一项的太阳能电池模块, 其中所述离聚物片材直接层压到所述太阳能电池层。

8. 权利要求 1 至 2 中任一项的太阳能电池模块, 所述太阳能电池模块包括层压到所述太阳能电池层的前朝阳面上的前包封层和层压到所述太阳能电池层的后非朝阳面上的后包封层, 其中所述前包封层和所述后包封层中的一者为所述离聚物片材, 并且所述前包封层和所述后包封层中的另一者包含聚合材料, 所述聚合材料选自酸共聚物、酸共聚物的离聚物、聚(乙烯乙酸乙烯酯)、聚(乙烯醇缩醛)、聚氨酯、聚氯乙烯、聚乙烯、聚烯烃嵌段共聚物弹性体、 α -烯烃和 α , β -烯键式不饱和羧酸酯的共聚物、硅酮弹性体、环氧树脂、以及它们的组合, 或者其中所述前包封层和所述后包封层中的每一个均包括一层所述离聚物片材。

9. 权利要求 8 的太阳能电池模块,所述太阳能电池模块进一步包括入射层和 / 或背衬层,所述入射层为所述模块的最外表面层并且设置在所述太阳能电池层的前朝阳面,所述背衬层为所述模块的最外表面层并且设置在所述太阳能电池层的后非受光面,其中所述入射层选自:(i) 玻璃片材,(ii) 聚合物片材,所述聚合物片材包含选自下列的聚合物:聚碳酸酯、丙烯酸类、聚丙烯酸酯、环状聚烯烃、聚苯乙烯、聚酰胺、聚酯、含氟聚合物、以及它们中的两种或更多种的组合,以及(iii) 聚合物膜,所述聚合物膜包含选自下列的聚合物:聚酯、聚碳酸酯、聚烯烃、降冰片烯聚合物、聚苯乙烯、苯乙烯-丙烯酸酯共聚物、丙烯腈-苯乙烯共聚物、聚砜、尼龙、聚氨酯、丙烯酸类、乙酸纤维素、玻璃纸、硅酮、聚(氯乙烯)、含氟聚合物、以及它们中的两种或更多种的组合,并且其中所述背衬层选自:(i) 玻璃片材,(ii) 聚合物片材,(iii) 聚合物膜,(iv) 金属片材,以及(v) 陶瓷板,并且其中所述聚合物片材包含选自下列的聚合物:聚碳酸酯、丙烯酸类、聚丙烯酸酯、环状聚烯烃、聚苯乙烯、聚酰胺、聚酯、含氟聚合物、以及它们中的两种或更多种的组合;并且所述聚合物膜包含选自下列的聚合物:聚酯、聚碳酸酯、聚烯烃、降冰片烯聚合物、聚苯乙烯、苯乙烯-丙烯酸酯共聚物、丙烯腈-苯乙烯共聚物、聚砜、尼龙、聚氨酯、丙烯酸类、乙酸纤维素、玻璃纸、聚(氯乙烯)、含氟聚合物、以及它们中的两种或更多种的组合。

10. 权利要求 1 至 2 中任一项的太阳能电池模块,其中所述太阳能电池为选自基于晶硅和多晶硅的太阳能电池的基于晶片的太阳能电池,并且其中所述太阳能电池模块按位置顺序由以下各层组成:(i) 入射层,(ii) 层压到所述太阳能电池层的前朝阳面的前包封层,(iii) 所述太阳能电池层,(iv) 层压到所述太阳能电池层的后非朝阳面的后包封层,以及(v) 背衬层,其中所述前包封层和所述后包封层中的一者为所述离聚物片材,或者其中所述前包封层和所述后包封层中的每一个均包括一层所述离聚物片材。

11. 权利要求 1 至 2 中任一项的太阳能电池模块,其中所述太阳能电池为薄膜太阳能电池,所述薄膜太阳能电池选自基于非晶硅、微晶硅、碲化镉、铜铟硒化物、铜铟 / 镓二硒化物、吸光染料以及有机半导体的太阳能电池。

12. 权利要求 11 的太阳能电池模块,所述太阳能电池模块按位置顺序由以下各层组成:(i) 入射层,(ii) 包括所述离聚物片材的前包封层,和(iii) 所述太阳能电池层,其中所述太阳能电池层进一步包括其上沉积有所述薄膜太阳能电池的基板,并且所述基板被定位成使得所述基板为所述模块的最外表面并定位在所述太阳能电池层的后非朝阳面上。

13. 权利要求 11 的太阳能电池模块,所述太阳能电池模块按位置顺序由以下各层组成:(i) 所述太阳能电池层,(ii) 包括所述离聚物片材的后包封层,和(iii) 背衬层,其中所述太阳能电池层还包括其上沉积有所述薄膜太阳能电池的覆板,并且所述覆板被定位成使得所述覆板为所述模块的最外表面并定位在所述太阳能电池层的前朝阳面上。

14. 制备太阳能电池模块的方法,所述方法包括:(i) 提供包括权利要求 1 至 13 中任一项所述的所有组件层的组合件,和(ii) 层压所述组合件以形成所述太阳能电池模块。

15. 权利要求 14 的方法,其中所述层压步骤通过使所述组合件受热和任选地经受真空或压力来进行。

包括具有低雾度和高耐湿性的包封片材的太阳能电池模块

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本专利申请要求提交于 2008 年 12 月 31 日的美国临时专利申请 61/141752 的优先权,所述临时申请全文以引用方式并入本文。

发明领域

[0003] 本发明涉及具有包封片材的太阳能电池模块,所述包封片材具有低雾度和高耐湿性。

[0004] 发明背景

[0005] 由于太阳能电池提供可持续的能源,因而其应用得到快速的发展。根据所采用的吸光材料,太阳能电池通常分为两种,即块状或基于晶片的太阳能电池和薄膜太阳能电池。

[0006] 单晶硅(c-Si)、多晶硅(poly-Si 或 mc-Si) 和带状硅是用来形成较为传统的基于晶片的太阳能电池的最常用材料。源自基于晶片的太阳能电池的太阳能电池模块通常包括焊接在一起的一系列自承晶片(或电池)。这些晶片通常具有介于约 180 μm 和约 240 μm 之间的厚度。此类太阳能电池板称为太阳能电池层,并且其可进一步包括电线,诸如连接各个电池单元的交叉带状线和一端连接至电池而另一端伸出模块的汇流条。接着还可以将太阳能电池层层压到一个或多个包封层和一个或多个保护层,以形成可以使用至少 20 年的耐候性模块。一般来讲,按照从前朝阳面到后非朝阳面的位置顺序,源自基于晶片的太阳能电池的太阳能电池模块包括:(1) 入射层(前板), (2) 前包封层, (3) 太阳能电池层, (4) 后包封层,以及 (5) 背衬层(后板)。在这类模块中,重要的是,设置在太阳能电池层的朝阳面(即入射层和前包封层)的材料具有良好的透明性,以允许足够的日光到达太阳能电池。此外,一些模块可包括双面太阳能电池,该模块的太阳能电池能够通过接收直射到其朝阳面上的日光和通过接收反射回其非朝阳面上的日光而产生电能。在这类模块中,重要的是,太阳能电池层周围的所有材料具有充分的透明性。

[0007] 日益重要的可供选择的薄膜太阳能电池由通常由包括非晶硅(a-Si)、微晶硅($\mu\text{c-Si}$)、碲化镉(CdTe)、铜铟硒化物(CuInSe_2 或 CIS)、铜铟/镓二硒化物($\text{CuIn}_x\text{Ga}_{(1-x)}\text{Se}_2$ 或 CIGS)、吸光染料、以及有机半导体的材料形成。举例而言,薄膜太阳能电池公开于例如美国专利 5,507,881、5,512,107、5,948,176、5,994,163、6,040,521、6,137,048 和 6,258,620 以及美国专利公布 20070298590、20070281090、20070240759、20070232057、20070238285、20070227578、20070209699 和 20070079866。通过将半导体层沉积到由玻璃或柔性膜形成的覆板或基板上来制备通常厚度小于 2 μm 的薄膜太阳能电池。制造过程通常包括激光划片工序,该工序能够使相邻的电池直接相互串联,而不需要在电池之间进行进一步焊料连接。与晶片电池一样,太阳能电池层可进一步包括诸如交叉带状线和汇流条的电线。同样地,再将薄膜太阳能电池层压到其他包封层和保护层上以制备耐候性和耐环境性模块。根据进行多层沉积的顺序,可将薄膜太阳能电池沉积到在最终模块中最终用作入射层的覆板上,或者可将电池沉积到在最终模块中最终用作背衬层的基板上。因此,源自薄膜太阳能电池的太阳能电池模块可具有两类构造中的一种。按照从前朝阳面到后非朝阳面的位置顺

序,第一类构造包括:(1)太阳能电池层,其包括覆板和沉积在覆板上的非朝阳面上的一个或多个薄膜太阳能电池层,(2)(后)包封层,和(3)背衬层。按照从前朝阳面到后非朝阳面的位置顺序,第二类构造可包括:(1)入射层,(2)(前)包封层,(3)太阳能电池层,其包括沉积到基板的朝阳面上的一个或多个薄膜太阳能电池层。

[0008] 用于太阳能电池模块中的包封层被设计用于包封和保护易碎的太阳能电池。用于太阳能电池包封层的合适的聚合物材料通常具有以下特性的组合,诸如高抗冲击性、高耐穿透性、良好的耐紫外线(UV)性、良好的长期热稳定性、对玻璃和其他刚性聚合物片材具有足够的粘附强度、高耐湿性以及良好的长期耐候性。

[0009] 离聚物是通过部分或全部中和作为前体或母体聚合物的酸共聚物的羧酸基团而制备的共聚物,其中酸共聚物通常包含 α -烯烃和 α , β -烯键式不饱和羧酸的共聚残基。近年来,某些类型的离聚物已被用作太阳能电池包封材料。参见例如美国专利5,476,553、5,478,402、5,733,382、5,741,370、5,762,720、5,986,203、6,114,046、6,187,448、6,353,042、6,320,116和6,660,930以及美国专利公布2003/0000568和2005/0279401。最近,还开发了具有优异光学特性的离聚物作为太阳能电池的包封材料,例如公开于申请人共同未决的专利申请61/110486(提交于2008年10月31日)和名称为“SOLAR CELLS MODULES COMPRISING LOW HAZE ENCAPSULANTS”(提交于2008年12月30日)的专利申请中的那些离聚物。然而,仍需要开发一种离聚物包封材料,这种包封材料不仅具有良好的光学特性,还具有改进的耐湿性。

[0010] 发明概述

[0011] 本发明涉及包括太阳能电池层和离聚物片材的太阳能电池模块,其中,

[0012] (A) 太阳能电池层包括单个太阳能电池或多个电互连的太阳能电池;以及

[0013] (B) 离聚物片材包含钠/锌混合离聚物,该混合离聚物是前体酸共聚物的中和产物;其中该前体酸共聚物包含具有2至10个碳原子的 α -烯烃的共聚单元,以及按该所述前体酸共聚物的总重量计约20至约30重量%的具有3至8个碳原子的 α , β -烯键式不饱和羧酸的共聚单元;其中根据ASTM D1238在190°C和2.16kg下测定,所述前体酸共聚物具有约70至约1000克/10分钟的熔体流动速率;并且其中当按所述前体酸共聚物中存在的羧酸基团的总数计中和至约40%至约90%的含量,以包含羧酸根基团和基本上由钠离子组成的抗衡离子时,所述前体酸共聚物产生钠离聚物,当根据ASTM D3418由差示扫描量热法测定时,所述钠离聚物具有测不到或小于约3.0焦/克的凝固焓;并且其中所述钠/锌混合离聚物包含羧酸根基团和抗衡离子混合物;所述抗衡离子混合物按所述前体酸共聚物中的羧酸根基团当量的总数计,基本上由约5至约95当量%的钠阳离子和互补地约95至5当量%的锌阳离子组成。

[0014] 附图简述

[0015] 图1为本文公开的基于晶片的太阳能电池模块的剖面图(未按比例绘制)。

[0016] 图2为本文公开的一个特定薄膜太阳能电池模块的剖面图(未按比例绘制)。

[0017] 图3为本文所公开的另一个薄膜太阳能电池模块的剖面图(未按比例绘制)。

[0018] 发明详述

[0019] 除非特殊情况有其他限制,下列定义适用于本说明书中使用的术语。

[0020] 本文所使用的科技术语具有本发明所属技术领域中的普通技术人员通常理解的

含义。如发生矛盾,以本说明书及其包括的定义为准。

[0021] 如本文所用,术语“有限量”是指大于零的量。

[0022] 如本文所用,术语“含有”、“包括”、“包含”、“特征在于”、“具有”或其任何其他变型旨在涵盖非排他性的包括。例如,包括要素列表的工艺、方法、制品或设备不必仅限于那些要素,而是可以包括未明确列出的或该工艺、方法、制品或设备所固有的其他要素。

[0023] 连接短语“基本上由组成”将权利要求的范围限制为具体的材料或步骤以及不会显著影响受权利要求保护的本发明的基本和新型特征的那些要素。如本文所定义,术语“基本上由组成”并不将任选的、其含量适合此类添加剂的添加剂以及微量杂质排除在组合物之外。

[0024] 当组合物、工艺、结构,或者组合物、工艺或结构的一部分在本文中用开放式术语例如“包含”描述时,除非另外指明,该描述也包括“基本上由”组合物、工艺、结构的要素或组合物、工艺或结构的一部分“组成”的实施方案。

[0025] 冠词“一个”和“一种”可以与本文所述的组合物、工艺或结构的各种要素和组分结合使用。这只是为了方便起见,并且表明该组合物、工艺或结构的一般意义。此类描述包括“一个或至少一个”要素或组分。此外,如本文所用,单数冠词也包括多个要素或组分的描述,除非在具体的上下文中明显排除了复数。

[0026] 术语“约”是指数量、尺寸、配方、参数、以及其他量和特性是不精确的并且不必是精确的,但可以是期望的近似值和/或较大值或较小值,由此反映公差、转换因子、四舍五入、测量误差等、以及本领域的技术人员已知的其他因子。一般来讲,数量、尺寸、配方、参数或者其他量或特性为“约”或者“近似的”,无论是否进行此类明确表述。

[0027] 如本文所用,术语“或者”是包括性的;也就是说,短语“A或B”是指“A、B或者A和B两者”。更具体地讲,条件“A或B”符合以下任何一项:A为真实(或存在)的,并且B为虚假(或不存在的);A为虚假(或不存在的),并且B为真实(或存在)的;或者A和B都是真实(或存在)的。例如,排他性的“或者”在本文中是通过诸如“A或B中的两者之一”和“A或B中的一个”之类的术语来指定。

[0028] 此外,本文所示出的范围包括它们的端点,除非有另外明确表述。此外,当一个数量、浓度或其他数值或参数以范围、一个或多个优选范围或优选上限数值和优选下限数值的列表形式给出时,它应理解为具体地公开由任何范围上限或优选数值和任何范围下限或优选数值的任何一对所构成的所有范围,而不管此类范围是否被单独地公开。当定义一个范围时,本发明的范围不限于列出的具体值。

[0029] 当材料、方法、或机械用术语“本领域的技术人员已知的”、“常规的”或同义的单词或短语在本文中描述时,该术语表示在提交本专利申请时常规的材料、方法、或机械涵盖于该描述中。同样涵盖于该描述中的是,目前不常规的但是当适用于相似目的时将成为本领域公认的材料、方法、和机械。

[0030] 除非另行指出,所有百分比、份数、比率、和类似数量均按重量定义。

[0031] 如本文所用,术语“共聚物”是指包含由两种或更多种共聚单体发生共聚作用所生成的共聚单元的聚合物。就此而论,本文可能会根据共聚物的组分共聚单体或其组分共聚单体的量,例如“包含乙烯和15重量%丙烯酸的共聚物”或类似的说法来描述共聚物。此类描述可以视为非正式的,因为它并不把共聚单体当作共聚单元;因为它不包括共聚物的

常规命名,例如国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)的命名;因为它不使用方法限定物品术语;或者因为其他原因。然而,如本文所用,结合其组分共聚单体或其组分共聚单体的数量对共聚物进行的描述是指该共聚物含有指定共聚单体的共聚单元(在指定时具有指定数量)。由此得出如下推论,共聚物不是包含给定量的给定共聚单体的反应混合物的产物,除非在限定情况下进行此类明确表述。

[0032] 术语“二聚物”是指基本上由两种单体组成的聚合物;术语“三元共聚物”是指基本上由三种单体组成的聚合物。

[0033] 如本文所用,术语“酸共聚物”是指包含 α -烯烃、 α , β -烯键式不饱和羧酸、和任选地其他合适的共聚单体(例如 α , β -烯键式不饱和羧酸酯)的共聚单元的聚合物。

[0034] 如本文所用,术语“离聚物”是指包含离子基团的聚合物,所述离子基团为金属离子羧酸盐,例如碱金属羧酸盐、碱土金属羧酸盐、过渡金属羧酸盐和/或此类羧酸盐的混合物。如本文所定义,此类聚合物通常通过部分或完全中和(例如通过与碱反应)前体或母体聚合物的羧酸基团来制备,其中前体或母体聚合物为酸共聚物。碱金属离聚物的实例为钠/锌混合离聚物(或钠/锌中和离聚物),例如乙烯和甲基丙烯酸共聚物,其中共聚化的甲基丙烯酸单元的羧酸基团的全部或一部分为羧酸锌和羧酸钠形式。

[0035] 本文提供了一种太阳能电池模块,该模块包括(A)至少一个片材层,该片材层包括含有钠/锌混合离聚物组合物或由钠/锌混合离聚物组合物制备的至少一个层;和(B)包括一个或多个太阳能电池的太阳能电池层。片材层用作太阳能电池模块中的包封层。也就是说,本发明的太阳能电池模块的特征在于具有包封层,该包封层具有至少一层钠/锌混合离聚物组合物。

[0036] 钠/锌混合离聚物组合物包含钠/锌混合离聚物,该离聚物为前体酸共聚物的离子中和衍生物。前体酸共聚物包含具有2至10个碳原子的 α -烯烃共聚单元和按前体酸共聚物的总重量计约20至约30重量%、或约20至约25重量%的具有3至8个碳原子的 α , β -烯键式不饱和羧酸的共聚单元。

[0037] 合适的 α -烯烃共聚单体包括但不限于乙烯、丙烯、1-丁烯、1-戊烯、1-己烯、1-庚烯、3-甲基-1-丁烯、4-甲基-1-戊烯等、以及这些 α -烯烃中的两种或更多种的混合物。在一个实施方案中, α -烯烃为乙烯。

[0038] 合适的 α , β -烯键式不饱和羧酸共聚单体包括但不限于丙烯酸、甲基丙烯酸、衣康酸、马来酸、马来酸酐、富马酸、一甲基马来酸、以及这些酸共聚单体中的两种或更多种的混合物。在一个实施方案中, α , β -烯键式不饱和羧酸选自丙烯酸、甲基丙烯酸,以及它们中的两种或更多种的混合物。

[0039] 前体酸共聚物可进一步包含一个或多个其他共聚单体的共聚单元,该一个或多个其他共聚单体例如具有2至10个碳原子、或3至8个碳原子的不饱和羧酸、或其衍生物。合适的酸衍生物包括酸酐、酰胺和酯。在一个实施方案中,前体酸共聚物还包含不饱和羧酸的酯。示例性不饱和羧酸的酯包括但不限于:丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸乙酯、丙烯酸丙酯、甲基丙烯酸丙酯、丙烯酸异丙酯、甲基丙烯酸异丙酯、丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸丁酯、丙烯酸异丁酯、甲基丙烯酸异丁酯、丙烯酸叔丁酯、甲基丙烯酸叔丁酯、丙烯酸辛酯、甲基丙烯酸辛酯、丙烯酸十一酯、甲基丙烯酸十一酯、丙烯酸十八酯、甲基丙烯酸十八酯、丙烯酸十二酯、甲基丙烯酸十二酯、丙烯酸2-乙基己酯、甲基丙烯酸2-乙

基己酯、丙烯酸异冰片酯、甲基丙烯酸异冰片酯、丙烯酸月桂酯、甲基丙烯酸月桂酯、丙烯酸 2- 羟乙基酯、甲基丙烯酸 2- 羟基乙酯、丙烯酸缩水甘油酯、甲基丙烯酸缩水甘油酯、聚（乙二醇）丙烯酸酯、聚（乙二醇）甲基丙烯酸酯、聚（乙二醇）甲醚丙烯酸酯、聚（乙二醇）甲醚甲基丙烯酸酯、聚（乙二醇）山嵛醚丙烯酸酯、聚（乙二醇）山嵛醚甲基丙烯酸酯、聚（乙二醇）4- 壬基苯基醚丙烯酸酯、聚（乙二醇）4- 壬基苯基醚甲基丙烯酸酯、聚（乙二醇）苯基醚丙烯酸酯、聚（乙二醇）苯基醚甲基丙烯酸酯、马来酸二甲酯、马来酸二乙酯、马来酸二丁酯、富马酸二甲酯、富马酸二乙酯、富马酸二丁酯、乙酸乙烯酯、丙酸乙烯酯、以及它们中的两种或更多种的混合物。前体酸共聚物中可能包含的示例性共聚单体包括但不限于：丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸缩水甘油酯、乙酸乙烯酯、以及它们中的两种或更多种的混合物。在一个实施方案中，前体酸共聚物不掺入任何显著量的其他共聚单体。

[0040] 前体酸共聚物的混合物也是适合的，前提条件是该共聚物的性质在本文所述范围内。例如，可以使用具有不同量的共聚羧酸共聚单体或不同熔体流动速率的两种或更多种二聚物。此外，包含二聚物 and 三元共聚物的前体酸共聚物混合物可以是适合的。

[0041] 前体酸共聚物可通过连续方法合成，该方法将每种反应性共聚单体和溶剂（如有）与引发剂一起连续进料到搅拌反应器中。根据预计的反应器温度范围以及引发剂的分解温度来选择引发剂，其选择标准是本领域熟知的。一般来讲，在通过乙烯和酸共聚单体的共聚作用制备前体酸共聚物的合成过程中，反应温度可以保持在约 120℃ 至约 300℃、或约 140℃ 至约 260℃。反应器中的压力可以保持在约 130 至约 310MPa、或约 165 至 250MPa。

[0042] 反应器可以是例如美国专利 2, 897, 183 中所描述的高压釜。具体地讲，美国专利 2, 897, 183 描述了一种装备有用于强力搅拌的装置的高压釜。该专利还描述了一种用于在“大体上恒定的环境”下聚合乙烯的连续方法。在聚合反应过程中，通过将某些参数例如压力、温度、引发剂浓度和聚合物产物与未反应乙烯的比率保持大体上恒定，来维持这种环境。此类条件可以在多种连续搅拌槽反应器中的任何一种内实现，其中包括例如连续搅拌等温反应器和连续搅拌绝热反应器。

[0043] 对包含乙烯共聚物产物的反应混合物进行强烈搅拌，并从高压釜中连续移除。在反应混合物离开反应容器之后，通过常规步骤（例如，通过在低压或高温下蒸发未聚合的材料和溶剂）将所得乙烯共聚物产物从挥发性的未反应单体和溶剂（如有）中分离。

[0044] 一般来讲，为了获得本文所述的钠 / 锌混合离聚物，在聚合反应过程中，反应器内容物应保持在一定的条件下，使得整个反应器内基本上存在单相。如美国专利 5, 028, 674 中所公开的，这可以通过调节反应器温度、调节反应器压力、加入共溶剂、或它们的任何组合来实现。可采用任何常规方式确定整个反应器内是否基本上保持单相。例如，Hasch 等人在“High-Pressure Phase Behavior of Mixtures of Poly(Ethylene-co-Methyl Acrylate) with Low-Molecular Weight Hydrocarbons”，Journal of Polymer Science : Part B: Polymer Physics, 第 30 卷, 第 1365-1373 页 (1992) 中描述了可用于确定单相与多相条件的边界的浊点测量法。

[0045] 根据 ASTM 方法 D1238 在 190℃ 下用 2. 16kg 进行测定，前体酸共聚物可具有约 70 至约 1000 克 /10 分钟、或约 100 至约 500 克 /10 分钟、或约 150 至约 300 克 /10 分钟、或约 200 至约 300 克 /10 分钟的熔体流动速率 (MFR)。

[0046] 已发现,当此类前体酸共聚物用含有钠离子的碱中和至按所述前体酸共聚物中羧酸的总含量计约 40%至约 90%、或约 40%至约 70%、或约 43%至约 60%的含量时(其中该含量通过计算得到或测量未中和的前体酸共聚物得到),所得的钠(中和)离聚物具有约 0.7 至约 25 克/10 分钟或更小、或约 0.7 至约 19 克/10 分钟或更小、或约 1 至约 10 克/10 分钟、或约 1.5 至约 5 克/10 分钟、或约 2 至约 4 克/10 分钟的 MFR,其中 MFR 是根据 ASTM 方法 D1238 在 190℃下用 2.16kg 测定的,并且所得的钠离聚物具有测不到或小于约 3 焦/克、或小于约 2 焦/克的凝固焓,所述凝固焓根据 ASTM 方法 D3418 采用差示扫描量热法(DSC)、使用由 Mettler 或由 TA 制造的 DSC 设备(例如 Universal V3.9A 模块)测定。所谓“测不到”,是指在 DSC 曲线上没有可观察到的弯曲。作为另外一种选择,峰高度可以非常小,并且半高处的峰宽度可以相对较大,使得当从 DSC 曲线上减去基线时,可能无法识别具有小积分面积的宽峰。一般来讲,在进行 ASTM D3418 的方法之后,低于 0.2 焦/克的凝固焓将测不到。此类前体酸共聚物和所得的钠离聚物在申请人共同未决的美国临时申请 61/110486(提交于 2008 年 10 月 31 日)中有所公开。

[0047] 要获得本文所述的钠/锌混合离聚物,则用含有钠和锌离子的碱的混合物中和前体酸共聚物以提供离聚物,其中所述前体酸共聚物中羧酸基团的约 30%至约 90%、或约 40%至约 70%、或约 43%至约 60%的氢原子被锌和钠阳离子(即锌和钠抗衡离子)的混合物取代。也就是说,需将酸基团中和至按前体酸共聚物的羧酸总含量计为约 30%至约 90%、或约 40%至约 70%、或约 43%至约 60%的含量,其中该含量通过计算得到或通过测量未中和的前体酸共聚物得到。所得的离聚物中存在的钠和锌阳离子的混合物使得钠阳离子和锌阳离子的当量百分比可包括约 5 至约 95 当量%、或约 50 至约 95 当量%、或约 55 至约 80 当量%、或约 55 至约 70 当量%、或约 60 至约 70 当量%的钠阳离子,剩余的当量百分比为锌阳离子。

[0048] 本文所用的钠/锌混合离聚物还可通过首先用适量的含有钠离子的碱(如氢氧化钠溶液)中和前体酸共聚物,然后用适量的含有锌离子的碱(如乙酸锌溶液)中和前体酸共聚物而制备。本文所用的钠/锌混合离聚物还可通过首先用适量的含有锌离子的碱(如乙酸锌溶液)中和前体酸共聚物,然后用适量的含有钠离子的碱(如氢氧化钠溶液)中和前体酸共聚物而制备。

[0049] 本文所用的钠/锌混合离聚物还可通过熔融共混钠中和离聚物和锌中和离聚物而制备,所述离聚物中的每一种均衍生自如上所述的前体酸共聚物,前提条件是在所得的钠/锌混合离聚物中,存在于两种前体酸共聚物中的羧酸基团的总计约 30%至约 90%、或约 40%至约 70%、或约 43%至约 60%的氢原子被金属阳离子取代,并且在金属阳离子中,约 5 至约 95 当量%、或约 50 至约 95 当量%、或约 55 至约 80 当量%、或约 55 至约 70 当量%、或约 60 至约 70 当量%为钠阳离子,剩余为锌阳离子。在一个实施方案中,钠/锌混合离聚物通过熔融共混钠中和离聚物(其中存在于其前体酸共聚物中的羧酸基团的约 30 当量%至约 90 当量%、或约 40 当量%至约 70 当量%、或约 43 当量%至约 60 当量%的氢原子被钠阳离子取代)和锌中和离聚物(其中存在于其前体酸共聚物中的羧酸基团的约 30 当量%至约 90 当量%、或约 40 当量%至约 70 当量%、或约 43 当量%至约 60 当量%的氢原子被等电荷量的锌阳离子取代)而制备。

[0050] 要获得本文所述的钠中和离聚物、锌中和离聚物,或钠/锌混合离聚物,则可通过

任何常规步骤来中和前体酸共聚物,例如美国专利 3,404,134 和 6,518,365 中所描述的那些步骤。

[0051] 根据 ASTM 方法 D1238 在 190℃ 和 2.16kg 下进行测定,所得的钠 / 锌中和离聚物可具有约 25 克 /10 分钟或更小、或约 0.7 至约 25 克 /10 分钟或更小、或约 0.7 至约 19 克 /10 分钟或更小、或约 1 至约 10 克 /10 分钟、或约 1.5 至约 5 克 /10 分钟、或约 2 至约 4 克 /10 分钟的 MFR。

[0052] 钠 / 锌混合离聚物组合物可进一步含有本领域已知的其他添加剂。这些添加剂可以包括但不限于加工助剂、流动增强剂、润滑剂、颜料、染料、阻燃剂、抗冲改性剂、成核剂、诸如二氧化硅的抗粘连剂、热稳定剂、紫外线吸收剂、紫外线稳定剂、分散剂、表面活性剂、螯合剂、偶联剂、诸如玻璃纤维的增强剂、填料等。一般来讲,将可降低组合物光学透明度的添加剂(诸如增强剂和填料)仅加入到用作后包封的那些片材。

[0053] 可使用热稳定剂,其在本领域中已广泛公开。任何已知的热稳定剂均可用于本发明。热稳定剂的示例性普通种类包括但不限于酚类抗氧化剂、烷基化一元酚、烷硫基甲基苯酚、对苯二酚、烷基化对苯二酚、生育酚、羟基化硫代二苯醚、亚烷基双酚、O-、N- 和 S- 苄基化合物、羟基苄基化丙二酸酯、芳香羟基苄基化合物、三嗪化合物、氨基酸类抗氧化剂、芳基胺、二芳基胺、聚芳基胺、酰氨基酚、草酰胺、金属减活化剂、亚磷酸盐、亚膦酸盐、苄基膦酸盐、抗坏血酸(维生素 C)、清除过氧化物的化合物、羟胺、硝酮、硫代增效剂、苯并呋喃酮、吡啶酮等、以及它们的混合物。钠 / 锌混合离聚物组合物可含有任何有效量的热稳定剂。热稳定剂的使用是任选的。使用热稳定剂时,钠 / 锌混合离聚物组合物可包含按钠 / 锌混合离聚物的总重量计至少约 0.05 重量%,并且至多约 10 重量%、或至多约 5 重量%、或至多约 1 重量%的热稳定剂。

[0054] 可使用紫外线吸收剂,其在本领域中也已广泛公开。任何已知的紫外线吸收剂均可用于本发明。紫外线吸收剂的示例性普通种类包括但不限于苯并三唑、羟基二苯甲酮、羟基苄基三嗪、取代的和未取代的苯甲酸的酯等以及它们的混合物。钠 / 锌混合离聚物组合物可含有任何有效量的紫外线吸收剂。紫外线吸收剂的使用是任选的。使用紫外线吸收剂时,钠 / 锌混合离聚物组合物可包含按钠 / 锌混合离聚物组合物的总重量计至少约 0.05 重量%并且至多约 10 重量%、或至多约 5 重量%、或至多约 1 重量%的紫外线吸收剂。

[0055] 可使用受阻胺光稳定剂(HALS),其在本领域中也已广泛公开。一般来讲,所公开的受阻胺光稳定剂为仲的或叔的、乙酰化的、N- 烷氧基化取代的、羟基取代 N- 烷氧基化取代的或具有显著空间位阻效应的其他取代环胺,并且一般是得自邻近胺基的碳原子的脂族取代。钠 / 锌混合离聚物组合物可以包含任意有效量的受阻胺光稳定剂。受阻胺光稳定剂的使用是任选的。使用受阻胺光稳定剂时,钠 / 锌混合离聚物组合物可包含按钠 / 锌混合离聚物组合物的总重量计至少约 0.05 重量%并且至多约 10 重量%、或至多约 5 重量%、或至多约 1 重量%的受阻胺光稳定剂。

[0056] 可将硅烷偶联剂加入到钠 / 锌混合离聚物组合物中以改善其粘附强度。可用于本发明组合物的示例性硅烷偶联剂包括但不限于 γ -氯丙基甲氧基硅烷、乙烯基三甲氧基硅烷、乙烯基三乙氧基硅烷、乙烯基三(β -甲氧基乙氧基)硅烷、 γ -乙烯基苄基丙基三甲氧基硅烷、N- β -(N-乙烯基苄基氨基乙基)- γ -氨基丙基三甲氧基硅烷、 γ -甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷、乙烯基三乙酰氧基硅烷、 γ -环氧丙氧丙基三甲氧基硅烷、 γ -环氧丙

氧丙基三乙氧基硅烷、 β -(3,4-环氧环己基)乙基三甲氧基硅烷、乙烯基三氯硅烷、 γ -疏丙基甲氧基硅烷、 γ -氨基丙基三乙氧基硅烷、N- β -(氨基乙基)- γ -氨基丙基三甲氧基硅烷、以及它们中的两种或更多种的混合物。可将硅烷偶联剂以按钠/锌混合离聚物组合物的总重量计约 0.01 至约 5 重量%、或约 0.05 至约 1 重量%的含量掺入到钠/锌混合离聚物组合物中。

[0057] 由低水平的雾度和吸湿率所证实,与由现有技术离聚物形成的片材相比,包含此类钠/锌混合离聚物的聚合物片材具有较高的透明度和耐湿性。具体地讲,如下面的实例部分所述,将由钠/锌混合离聚物制成的 2.28mm 厚的聚合物片材层压到两块 3mm 厚退火玻璃片材之间时,所得的玻璃层压板具有小于约 5%或小于约 3%的雾度百分比,该雾度百分比与层压工艺中使用的冷却速率无关。此外,由钠/锌混合离聚物制成的聚合物片材在 23°C 下于水中浸没 1000 小时后,具有小于约 5%或小于约 3%的水分增重。

[0058] 包含钠/锌混合离聚物组合物并充当本发明的太阳能电池模块的包封层的片材可以是单层或多层形式。所谓“单层”是指该片材由钠/锌混合离聚物组合物制成或基本上由其组成。当片材为多层形式时,至少一个亚层由钠/锌混合离聚物组合物制成或基本上由其组成,而其他一个或多个亚层可由合适的其他任何一种或多种聚合材料制成,诸如本文之前定义的酸共聚物、本文之前定义的酸共聚物的离聚物、聚(乙烯乙酸乙烯酯)、聚(乙烯醇缩醛)(包括隔音级聚(乙烯醇缩醛))、聚氨酯、聚氯乙烯、聚乙烯(如线性低密度聚乙烯)、聚烯烃嵌段共聚物弹性体、 α -烯烃与 α , β -烯烃式不饱和羧酸酯的共聚物(如乙烯-丙烯酸甲酯共聚物和乙烯-丙烯酸丁酯共聚物)、硅酮弹性体、环氧树脂、以及它们中的两种或更多种的组合。

[0059] 此外,包含钠/锌混合离聚物组合物的片材可具有约 1 至约 120 密耳(约 0.025 至约 3mm)、或约 5 至约 100 密耳(约 0.127 至约 2.54mm)、或约 5 至约 45 密耳(约 0.127 至约 1.14mm)、或约 10 至约 30 密耳(约 0.25 至约 0.76mm)、或约 10 至约 20 密耳(约 0.25 至约 0.51mm)的总厚度。

[0060] 包含钠/锌混合离聚物组合物的片材在一面或两面可以具有平滑表面或粗糙表面。在一个实施方案中,片材在两面均具有粗糙表面以利于在层压过程中脱气。可在片材挤出过程中通过机械压花或熔融破裂形成粗糙表面,然后再通过淬火使得处置过程中保持表面粗糙。可通过本领域的常用方法将表面图案施加到片材上。例如,可以让刚挤出的片材从紧邻模头出口设置的模辊的特制表面上通过,从而赋予熔融聚合物的一面所需的表面特性。因此,当此类模辊的表面具有微小的凹凸不平时,浇注在其上的聚合物片材在与辊接触的一面上将生成粗糙表面,并且该粗糙表面上的凸起和凹陷一般分别适形于辊表面的凹陷和凸出。此类模辊在例如美国专利 4,035,549 和美国专利公布 2003/0124296 中有所公开。

[0061] 包含钠/锌混合离聚物组合物的片材可通过任何合适的方法制备。例如,可通过浸涂、溶液流铸、压塑、注塑、层压、熔融挤塑浇铸、吹胀薄膜、挤出贴面、串联式挤出贴合或本领域技术人员所知的任何其他方法来形成这些片材。在某些实施方案中,所述片材可以通过熔融挤塑浇铸、熔融共挤塑浇铸、熔融挤塑贴面或串联式熔融挤塑贴合工艺来形成。

[0062] 术语“太阳能电池”旨在包括可将光转换为电能的任何制品。本发明可用的太阳能电池包括但不限于基于晶片的太阳能电池(例如基于 c-Si 或 mc-Si 的太阳能电池,如上

文发明背景部分中所述)和薄膜太阳能电池(例如基于 a-Si、 μ c-Si、CdTe、CIS、CIGS、吸光染料或有机半导体的太阳能电池,如上文发明背景部分中所述)。在太阳能电池层内,太阳能电池可电互连和/或排列在平面中。此外,太阳能电池层可进一步包括电线,诸如交叉带状线和汇流条。

[0063] 太阳能电池层可以是双面的。在这类实施方案中,设置在太阳能电池任一面的所有层压材料均应充分透明,以允许日光或反射的日光到达太阳能电池。或者,太阳能电池层可具有前朝阳面(也称为正面,并且在实际使用条件下,通常面向太阳)和后非朝阳面(也称为背面,并且在实际使用条件下,通常背对太阳)。在此类实施方案中,存在于设置在太阳能电池层前朝阳面上的层压层和亚层中的所有材料均应具有足够的透明性,以允许日光到达太阳能电池。存在于设置在太阳能电池层后非朝阳面上的层压层和亚层中的层压材料不必透明。

[0064] 本文所公开的太阳能电池模块通常包括至少一个包含钠/锌混合离聚物组合物的包封片材,该片材被层压到太阳能电池层。所谓“层压”,是指在层压结构中,两个层直接(即两层之间无任何附加材料)或间接(即两层之间具有附加材料,诸如夹层或粘合剂材料)粘结。在一个实施方案中,包含钠/锌混合离聚物组合物的包封片材直接粘合到太阳能电池层。

[0065] 太阳能电池模块可进一步包括附加包封层,这些包封层包含其他聚合材料,诸如酸共聚物、酸共聚物的离聚物、乙烯乙酸乙烯酯共聚物、聚乙烯醇缩醛(包括隔音级聚乙烯醇缩醛)、聚氨酯、聚氯乙烯、聚乙烯(如线性低密度聚乙烯)、聚烯烃嵌段共聚物弹性体、 α -烯烃与 α , β -烯键式不饱和羧酸酯的共聚物(如乙烯丙烯酸甲酯共聚物和乙烯丙烯酸丁酯共聚物)、硅酮弹性体、环氧树脂、以及它们中的两种或更多种的组合。

[0066] 除了包含钠/锌混合离聚物组合物的片材之外的每个包封层的厚度可独立地在约1至约120密耳(约0.025至约3mm)、或约5至约100密耳(约0.127至约2.54mm)、或约5至约45密耳(约0.127至约1.14mm)、或约10至约30密耳(约0.25至约0.76mm)、或约10至约20密耳(约0.25至约0.51mm)的范围内。太阳能电池模块中包括的任何或所有包封层(包括含有钠/锌混合离聚物组合物的片材)可具有光滑或粗糙的表面。

[0067] 太阳能电池模块可进一步包括分别在太阳能电池模块的朝阳面和非朝阳面用作模块的一个或多个最外层的入射层和/或背衬层。

[0068] 太阳能电池模块的外层,即入射层和背衬层,可源自任何合适的片材或膜。合适的片材可以是玻璃或塑性片材,诸如聚碳酸酯、丙烯酸类、聚丙烯酸酯、环状聚烯烃(例如乙烯降冰片烯聚合物)、聚苯乙烯(优选在茂金属催化剂的存在下制备的聚苯乙烯)、聚酰胺、聚酯、含氟聚合物、或它们中的两种或更多种的组合。此外,可利用诸如铝、钢、镀锌钢之类的金属片材或陶瓷板来形成背衬层。

[0069] 术语“玻璃”不仅包括窗玻璃、平板玻璃、硅酸盐玻璃、玻璃片、低铁玻璃、钢化玻璃、钢化无氧化铈玻璃和浮法玻璃,还包括彩色玻璃、特种玻璃(诸如那些包含控制太阳能加热的成分的玻璃)、镀膜玻璃(诸如那些溅射有金属(如银或氧化铟锡)以控制日照的玻璃)、低辐射玻璃、Toroglas®玻璃(Saint-Gobain N.A. Inc. (Trumbauersville, PA))、Solexia™玻璃(PPG Industries (Pittsburgh, PA))和Starphire®玻璃(PPG Industries)。此类特种玻璃在例如美国专利4,615,989、5,173,212、5,264,286、6,150,028、6,340,646、

6, 461, 736 和 6, 468, 934 中有所公开。但应当理解,为具体模量所选择的玻璃类型取决于预期用途。

[0070] 合适的膜层包含聚合物,其包括但不限于聚酯(例如聚(对苯二甲酸乙二醇酯)和聚(萘二甲酸乙二醇酯))、聚碳酸酯、聚烯烃(例如聚丙烯、聚乙烯和环状聚烯烃)、降冰片烯聚合物、聚苯乙烯(例如间规聚苯乙烯)、苯乙烯-丙烯酸酯共聚物、丙烯腈-苯乙烯共聚物、聚砜(例如聚醚砜、聚砜等)、尼龙、聚氨酯、丙烯酸类、乙酸纤维素(例如乙酸纤维素、三乙酸纤维素等)、玻璃纸、硅酮、聚(氯乙烯)(例如聚(偏二氯乙烯))、含氟聚合物(例如,聚氟乙烯、聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯、乙烯-四氟乙烯共聚物等)、以及它们中的两种或更多种的组合。聚合物膜可以为非取向的,或者单轴向取向的,或者双轴向取向的。可用于太阳能电池模块的外层(如,入射层或背衬层)的一些具体示例性膜包括但不限于聚酯膜(如聚(对苯二甲酸乙二醇酯)膜)、含氟聚合物膜(如得自 E. I. du Pont de Nemours and Company (DuPont) (Wilmington, DE) 的 Tedlar®、Tefzel® 和 Teflon® 膜)。诸如铝箔之类的金属膜也可用作背衬层。太阳能电池模块外层中所用的膜还可以是多层膜的形式,如含氟聚合物/聚酯/含氟聚合物多层膜(例如,得自 Isovolt AG. (Austria) 或 Madico (Woburn, MA) 的 Tedlar®/PET/Tedlar® 或 TPT 层压膜)。

[0071] 太阳能电池模块可进一步包括嵌入模块内的其他功能膜或片层(例如,介电层或阻挡层)。此类功能层可源自任何上述聚合物膜或涂覆有附加功能涂层的那些。例如,涂覆有金属氧化物涂层的聚(对苯二甲酸乙二醇酯)膜(例如美国专利 6, 521, 825 和 6, 818, 819 以及欧洲专利 EP1182710 所公开的)可充当层压板内的氧气和水分阻挡层。

[0072] 如果需要,太阳能电池层与封装材料之间还可以包括非织造玻璃纤维(稀松布)层,以有利于层压过程中除气和/或用来加强封装。此类稀松布层的用途在例如美国专利 5, 583, 057、6, 075, 202、6, 204, 443、6, 320, 115 和 6, 323, 416 以及欧洲专利 EP0769818 中有所公开。

[0073] 可以包括特殊的薄膜或片材以同时起到封装层和外层的作用。还可以设想,包括在模块中的任何膜或片材层可以采用预成形的单层或多层膜或片材的形式。

[0074] 如果需要,入射层膜和片材、背衬层膜和片材、封装层及复合在太阳能电池模块内的其他层的一个或两个表面可以进行任何合适的处理,以增强粘附力。这种增强粘附力的处理可采取本领域已知的任何形式,并且包括火焰处理(参见例如美国专利 2, 632, 921、2, 648, 097、2, 683, 894 和 2, 704, 382)、等离子处理(参见例如美国专利 4, 732, 814)、电子束处理、氧化处理、电晕放电处理、化学处理、铬酸处理、热空气处理、臭氧处理、紫外线处理、喷砂处理、溶剂处理、以及它们中的两种或更多种的组合。而且,还可通过将粘合剂或底漆涂料涂覆在一层或多层层压层的表面上来使粘附强度得到进一步改善。例如,美国专利 4, 865, 711 公开了具有改善的可粘结性的膜或片材,它们的一个或两个表面上沉积有薄的碳层。其他示例性粘合剂或底漆可包括硅烷、聚(烯丙胺)基底漆(参见例如美国专利 5, 411, 845、5, 770, 312、5, 690, 994 和 5, 698, 329) 和丙烯酸基底漆(参见例如美国专利 5, 415, 942)。粘合剂或底漆涂层可以呈粘合剂或底漆的单层形式并具有约 0.0004 至约 1 密耳(约 0.00001 至约 0.03mm)、或约 0.004 至约 0.5 密耳(约 0.0001 至约 0.013mm)、或约 0.004 至约 0.1 密耳(约 0.0001 至约 0.003mm) 的厚度。

[0075] 在一个实施方案(现在参见图 1)中,其中太阳能电池源自基于晶片的自承太阳能

电池单元,太阳能电池模块(20)按从前朝阳面到后非朝阳面的位置顺序可包括:(a)入射层(10), (b)前包封层(12), (c)由一个或多个电互连的太阳能电池构成的太阳能电池层(14), (d)后包封层(16),和(e)背衬层(18),其中前包封层和后包封层(12和16)的至少一者或两者由包含钠/锌混合离聚物组合物的片材形成。

[0076] 在另一个实施方案中,太阳能电池模块源自薄膜太阳能电池,并且可以(i)在一个实施方案(图2中的30)中按从前朝阳面到后非朝阳面的位置顺序包括:(a)太阳能电池层(14a),其包括覆板(24)和在非朝阳面处沉积在覆板上的一个或多个薄膜太阳能电池层(22), (b)由包含钠/锌混合离聚物组合物的片材形成的(后)包封层(16),和(c)背衬层(18),或(ii)在另一个实施方案(图3中的40)中,包括:(a)透明入射层(10), (b)由包含钠/锌混合离聚物组合物的片材形成的(前)包封层(12),和(c)太阳能电池层(14b),其包括在其朝阳面处沉积在基板(26)上的一个或多个薄膜太阳能电池层(22)。

[0077] 此外,可将上述一系列太阳能电池模块进一步连接以形成太阳能电池阵列,这可产生期望的电压和电流。

[0078] 可以使用本领域内已知的任何层压方法(诸如高压釜法或非高压釜法)来制备太阳能电池模块。

[0079] 在示例性方法中,太阳能电池模块的组件层以期望的次序层叠在一起以形成预层压组合件。然后将该组合件放入能够保持真空的袋子(“真空袋”)内,用真空管或其他装置抽去袋中的空气,将袋子密封同时保持真空(例如至少约27至28英寸汞柱(689至711mm汞柱)),然后将密封袋放入高压釜中并将压力升高至约150至约250psi(约11.3至约18.8巴)、温度约130℃至约180℃、或约130℃至约160℃、或约135℃至约155℃、或约145℃至约155℃,放置时间为约10至约50分钟、或约20至约45分钟、或约20至约40分钟、或约25至约35分钟。可以用真空环来代替真空袋。美国专利3,311,517公开了一种类型的合适真空袋。在加热和加压循环后,使高压釜中的空气冷却,但不加入额外的气体以保持高压釜内的压力。冷却约20分钟后,释放高压釜中过量气体并将层压板移出高压釜。

[0080] 作为另外一种选择,可将预层压组合件置于烘箱中在约80℃至约120℃、或约90℃至约100℃的温度下加热约20至约40分钟,然后使加热后的组合件通过一组夹辊,通过这种方式挤出各层之间空隙内的空气、并密封组合件的边缘。此阶段的组合件称为预压件。

[0081] 然后可将预压件置于高压釜中,使釜中空气的温度升至约120℃至约160℃、或约135℃至约160℃,压力为约100至约300psi(约6.9至约20.7巴)、或优选约200psi(13.8巴)。这些条件维持约15至约60分钟、或约20至约50分钟后,在不引入另外空气的情况下使高压釜中的空气冷却。冷却约20至约40分钟后,释放高压釜中过量气体并将层压产品移出高压釜。

[0082] 还可通过非高压釜法制备太阳能电池模块。此类非高压釜法在例如美国专利3,234,062、3,852,136、4,341,576、4,385,951、4,398,979、5,536,347、5,853,516、6,342,116和5,415,909、美国专利公布2004/0182493、欧洲专利EP1235683 B1、以及PCT专利公布W091/01880和W003/057478有所公开。一般来讲,非高压釜法包括加热预层压组合件并且施加真空、压力或二者。例如,可使组合件相继通过加热烘箱和夹辊。

[0083] 层压方法的这些实例并不旨在进行限制。基本上可以使用任何层压方法。

[0084] 如果需要,可以密封太阳能电池模块的边缘,以减少水分和空气侵入以减缓使一个或多个太阳能电池效率下降和使用寿命缩短的潜在可能。可通过本领域公开的任何方式密封边缘。合适的边缘密封材料包括但不限于丁基橡胶、多硫化物、硅酮、聚氨酯、聚丙烯弹性体、聚苯乙烯弹性体、嵌段共聚物弹性体、苯乙烯-乙烯-丁烯-苯乙烯(SEBS)等。

[0085] 下面通过特定实施方案的实施例对本发明作进一步说明。

实施例

[0086] 以下实施例旨在示例说明本发明,而并不旨在以任何方式限制本发明的范围。

[0087] 比较实施例 CE1 至 CE19

[0088] 按以下方式制备了下列每个实施例中使用的离聚物。首先,在绝热连续搅拌高压釜内通过自由基聚合来制备离聚物的前体酸共聚物(即乙烯和甲基丙烯酸的前体共聚物)。制备过程基本上按美国专利 5,028,674 实施例 1 中描述的步骤进行,不同的是:(1)通过控制乙烯与甲基丙烯酸的比率和引发剂的流速,将反应器条件保持在温度约 200℃至约 260℃和压力介于 170 和 240MPa 之间;(2)反应器内不加入丙烷调聚剂(CE16 中除外);(3)反应器中的甲醇总浓度保持在约 2 至 5 摩尔%,所述摩尔%是按乙烯、甲基丙烯酸、甲醇和引发剂溶液的总进料量计的(或者在 CE16 中按丙烷调聚剂、乙烯、甲基丙烯酸、甲醇和引发剂溶液的总进料量计);以及(4)将体系保持在稳态,流过反应器的材料的停留时间为约 5 秒至 2 分钟。此外,根据要合成的具体酸共聚物,可以使用两种不同的自由基引发剂(过氧乙酸叔丁酯或过辛酸叔丁酯)中的一种。当过氧乙酸叔丁酯为引发剂(例如在 CE1 至 CE6、CE16 和 CE18 中)时,将其作为浓度 50%的无气味矿物油精溶液使用。当过辛酸叔丁酯为引发剂(例如在 CE7 至 CE15、CE17 和 CE19)时,将其作为浓度 90%的无气味矿物油精混合物使用。然后,在单螺杆挤出机内,在熔融温度设置为 200℃至 270℃的高剪切熔融混合条件下,用氢氧化钠溶液部分中和乙烯和甲基丙烯酸的前体共聚物来获得离聚物,或者采用美国专利 6,518,365 的实施例 1 中描述的一般方法进行。

[0089] 然后,根据 ASTM D3418 对由此获得的离聚物进行差示扫描量热(DSC)测试,温度特征图为:(a)加热至 180℃;(b)保持 3 分钟;(c)以 10℃/分钟的速率冷却至 25℃;(d)保持 3 分钟;和(e)以 10℃/分钟的速率加热至 180℃。测定了离聚物的凝固焓并记录于表 2 中。结果显示,使用含有钠离子的碱中和所公开的前体酸共聚物制备的每种钠离聚物(CE1-CE3)的凝固焓均测不到,而通过中和现有技术前体酸共聚物制备的每种离聚物(CE4-CE19)均具有大于 3 焦/克的凝固焓。

[0090] 然后,将离聚物在表 1 规定的温度特征图下送入直径 25mm 的 Killion 挤出机,并挤出浇铸为聚合物片材。具体地讲,聚合物生产能力可通过调节螺杆转速来控制以达到最大生产能力,通过挤出机加入具有标称间隙为 2mm 的 150mm 狭槽冲模,将流铸片材加入到 200mm 直径的抛光镀铬冷却辊上,该冷却辊保持在 10℃和 15℃之间的温度下并以 1 至 2rpm 的转速转动。然后取出标称厚度 0.76mm(30 密耳)的片材,并切割成 300×300mm 的方块。

[0091] 将离聚物片材用作夹层片材以形成玻璃层压板。具体地讲,用 50℃的磷酸三钠(5g/L)的去离子水溶液清洗退火的玻璃片材(100×100×3mm)5 分钟,然后用去离子水充分冲洗并干燥。将六层各离聚物片材(每层约 0.76mm 厚)层叠在一起并置于两片玻璃片材之间(以得到厚度为 180 密耳(4.57mm)的夹层)。通过最小化离聚物片材与室内环境

(约 35% 的相对湿度) 的接触时间来将其水分含量保持在 0.06 重量% 以下。然后, 用一条聚酯胶带将预层压组合件在若干个位置处封在一起以保持各层与玻璃片材间的相对位置。环绕组合件周边设置尼龙织带以利于空气从各层内除去。将组合件置于尼龙真空袋内, 密封, 然后将真空袋连接至真空泵。施加真空以充分除去袋装组合件中的空气(袋子内的气压降至低于 50 毫巴的绝对压力)。然后, 将袋装组合件在对流空气烘箱中加热至 120℃ 并保持这些条件 30 分钟。接着使用冷却风扇将组合件冷却至接近环境温度, 然后断开真空源并移出袋子, 从而得到玻璃和夹层的充分预压组合件。虽然组合件的周边已密封, 但组合件的若干区域并未充分粘合, 这些区域中存在气泡即说明了这一点。然后, 将组合件置于空气高压釜中, 并将温度和压力从环境条件升高至 135℃ 和 13.8 巴并保持 15 分钟以上。将组合件在此条件下保持 30 分钟, 然后将所得层压板在环境压力下迅速(即以 2.5℃ / 分钟的冷却条件 A) 冷却至室温。接着, 使用 Haze-gard Plus 雾度计 (BYK-Gardner (Columbia, MD)) 按照 ASTM D1003 对由此获得的层压板进行了雾度测试。随后, 将相同的层压板在烘箱内加热至 120℃, 并在该温度下保持 2 至 3 小时, 接着慢慢(即, 以 0.1℃ / 分钟的冷却条件 B) 冷却至室温, 然后进行了雾度测试。

[0092] 如比较实施例 (CE4-CE19) 所示, 包括通过中和现有技术前体酸共聚物而制备的离聚物夹层的玻璃层压板的雾度水平取决于获得层压板时的冷却速率。一般来讲, 较慢的冷却速率会增大层压板的雾度, 从而降低其光学性能。然而, 如表 2 中所示数据说明, 包括用含有钠离子的碱中和上文所公开的酸共聚物所制备的离聚物夹层的玻璃层压板 (CE1-CE3) 往往表现出比包括通过中和现有技术前体酸共聚物而制备的离聚物夹层的玻璃层压板 (CE4-CE19) 更低的雾度。此外, CE1-CE3 的玻璃层压板的雾度水平不受获得层压板时的冷却速率影响。

[0093] 表 1

[0094]

挤出机区域	温度 (°C)
給料	环境温度
区域 1	100-170
区域 2	150-210
区域 3	170-230
机颈	170-230
模头	170-230

[0095] 表 2

[0096]

实施例	单相 ¹	MAA (重量%) ²	MFR (基树脂) ³	中和% (钠) ⁴	MFR (离聚物) ⁵	凝固 焓 (焦/克)	层压板雾度	
							冷却 条件 A	冷却 条件 B
CE1	是	23	270	43	3.2	n.d. ⁶	0.7	1.1
CE2	是	23	270	52	0.8	n.d. ⁶	1.2	1.4
CE3	是	22	350	53	2.5	n.d. ⁶	0.6	0.6
CE4	是	23	270	33	8.2	3.13	0.9	9.8
CE5	是	23	270	26	16.0	7.32	5.3	21.6
CE6	是	23	270	14	40.0	21.97	5.1	59.1
CE7	否	22	25	38	0.4	4.38	1.2	8.6
CE8	否	22	25	30	0.9	13.36	3.4	11.9
CE9	否	22	25	25	1.5	16.31	3.8	17.2
CE10	否	22	25	20	2.3	20.95	3.2	23.5
CE11	否	22	25	15	3.4	27.15	2.5	33.5
CE12	否	22	30	32	1.2	10.18	1.9	10.8
CE13	否	22	30	32	1.2	16.09	2.6	14.4
CE14	否	22	25	26	1.8	14.22	1.8	18.7
CE15	否	21	30	29	2.0	21.67	1.5	21.2
CE16	否	20	350	49	3.2	4.4	1.1	12.5
CE17	否	20	12	23	0.5	25.47	2.6	26.7
CE18	否	19	225	45	4.5	10.81	3.1	27.5
CE19	否	19	60	37	2.6	18.20	1.5	50.8

[0097] ¹ 在聚合过程中,整个反应器内保持单相;

[0098] ² 衍生出形成层压板夹层片材的离聚物的前体酸共聚物中包含的甲基丙烯酸的共聚单元的重量百分比;

[0099] ³ 根据离聚物的熔体流动速率(MFR)计算得到前体酸共聚物的MFR;

[0100] ⁴ 中和%钠为已中和的前体酸共聚物中存在的羧酸基团的百分比;

[0101] ⁵ 离聚物的熔体流动速率(MFR),根据 ASTM D1238 在 190℃和 2.16kg 下测定;

[0102] ⁶ “n. d.”表示当根据 ASTM D3418-03 测量时,凝固焓测不到。

[0103] 实施例 E1-E7 和比较实施例 CE20-CE24

[0104] CE20-CE24 所用的离聚物通过与上文公开用于 CE1-CE19 的大体相同的方法进行制备,不同的是在制备 CE22 和 CE23 所用的离聚物时使用了乙酸锌或氧化锌浓缩物溶液而非氢氧化钠溶液。在制备 E1-E3 所用的离聚物时,采用 CE1-CE19 所用的类似方法,不同的是前体酸共聚物首先通过注入适量氢氧化钠溶液、然后注入适量乙酸锌溶液来中和。E4 所用的离聚物通过熔融共混 75 重量%的 CE21 所用离聚物和 25 重量%的 CE22 所用离聚物制备。E5 所用的离聚物通过熔融共混 50 重量%的 CE21 所用离聚物和 50 重量%的 CE22 所用离聚物制备。E6 所用的离聚物通过熔融共混 25 重量%的 CE21 所用离聚物和 75 重量%的

CE22 所用离聚物制备。E7 所用的离聚物通过熔融共混 50 重量%的 CE22 所用离聚物和 50 重量%的 CE24 所用离聚物制备。

[0105] 使用上文所公开的类似挤出方法,将 E1-E7 和 CE20-CE24 所用的离聚物树脂成形为标称 30 密耳 (0.76mm) 或 33 密耳 (0.84mm) 厚的片材,并切割为 300×300mm 的方块。

[0106] 称量每个实施例中的离聚物片材 (100×50×0.76mm),然后在 23℃ 下于水中浸没 1000 小时。将片材从水中取出后,吸干表面残余水分,然后重新称量。将浸水前后的重量差值除以浸水前的片材重量,计算结果为水分增重百分比 (%),结果总结于表 3 中。

[0107] 使用与上文所述类似的层压方法,将第二组离聚物片材层压到两块退火玻璃片材 (100×100×3mm) 之间以形成玻璃层压板,并且每个层压板的雾度百分比在冷却条件 A 或冷却条件 B 的条件下测定。结果示于表 3 中。在某些实施例 (CE21、CE22、CE24 以及 E4 至 E7) 中,层压工艺完成后,使用本文称作“冷却条件 C”的规程进一步处理层压板。该规程包括:1) 在热空气箱中加热层压板,在 9 分钟内使温度从环境温度升高到 70℃,2) 将温度维持在 70℃,时间为 15 分钟,3) 在 55 分钟内将温度升高到 125℃,4) 将温度维持在 125℃,时间为 15 分钟,5) 在 7 分钟内从 125℃ 冷却至 90℃,6) 将温度维持在 90℃,时间为 15 分钟,以及 7) 在 10 小时 50 分钟内从 90℃ 冷却至 25℃。然后测试由此获得的层压板的雾度百分比。结果示于表 3 中。

[0108] 表 3 中报告的结果显示,一般来讲,锌离聚物层压片材 (CE22 和 CE23) 往往表现出比钠离聚物层压片材 (CE20、CE21 和 CE24) 更弱的光学特性。与钠离聚物片材相比,所得钠 / 锌离聚物片材包含锌阳离子,从而改善了耐湿性。此外,包含锌阳离子对所得混合离聚物的光学特性无影响或影响非常小 (如较低的雾度水平所示),尤其是在钠 / 锌阳离子比率较高时。

[0109]

表 3

样品	MAA (重量%)	凝固焓 (焦/克)	MFR (克/10 分钟) (基树脂)	中和% (Na:Zn 摩尔比)	MFR (克/10 分钟) (离聚物)	雾度 (%)			水分 增加 (重量%)
						冷却 速率 A	冷却 速率 B	冷却 速率 C	
CE20	19	17.3	60	39 (100:0)	2.6	1 ¹	22.5 ¹	-	
CE21	23.2	-	270	43.2 (100:0)	3.2	0.7 ¹	1.1 ¹	0.4 ²	9.2 ³
E1	23.2	-	270	54.6 (73.8:26.2)	0.89	0.98 ¹	0.67 ¹	-	2.9 ³
E2	23.2	0.82	270	44.6 (65.9:44.1)	3.1	1 ¹	0.73 ¹	-	0.81 ³
E3	23.2	4.73	270	34.8 (51.6:48.4)	7.2	1.22 ¹	10.04 ¹	-	0.42 ³
CE22	23.2	12.74	270	34.9 (0:100)	6.6	6.3 ¹	52.6 ¹	28.2 ²	0.51 ³
CE23	19	-	250	39 (0:100)	4	11.6 ¹	69.5 ¹	-	-
E4	23.2	1.04	270	41.1 (81.1:11.9)	-	-	-	4 ²	-
E5	23.2	2.80	270	39.1 (71.2:28.8)	-	-	-	3.6 ²	-
E6	23.2	7.34	270	37 (45.2:54.8)	-	-	-	11.7 ²	-
CE24	23.2	-	270	52.2 (100:0)	0.8	-	-	0.9 ²	-
E7	23.2	-	270	43.6 (75:25)	-	-	-	1.4 ²	-

¹ 这些实施例中所用的玻璃层压板具有夹在两块玻璃片材之间的三层 0.76mm 厚离聚物片材；

² 这些实施例中所用的玻璃层压板具有夹在两块玻璃片材之间的三层 0.84mm 厚离聚物片材；

³ 这些实施例中所用的离聚物片材具有 100×50×0.76mm 的尺寸。

[0110] 实施例 E7-E26：

[0111] 如下所述，采用层压方法 1（实施例 E7-16）或层压方法 2（实施例 E17-26）对表 4 中描述的 12 英寸 × 12 英寸（305mm × 305mm）的太阳能电池模块进行组装和层压。层 1 和层 2 分别构成入射层和前板包封层，而层 4 和层 5 分别构成后板包封层和后板（在应用了

这些层时)。

[0112] 在层压方法 1 中,将层压板的组件层层叠以形成预层压组合件。对于包含作为外表面层的聚合物膜层的组合件,需将盖玻璃片材置于膜层上。然后将预层压组合件放入 Meier ICOLAM®10/08 层压机 (Meier 层压机;Meier Vakuumtechnik GmbH(Bocholt, Germany)) 内。层压循环包括 5.5 分钟的排空步骤 (3 英寸汞柱 (76 毫米汞柱) 的真空) 以及 145℃ 温度下 5.5 分钟的压制阶段 (1000 毫巴的压力)。然后将得到的层压板移出层压机。

[0113] 在层压方法 2 中,将预层压组合件放入真空袋内,将真空袋密封并施加真空来除去真空袋内的空气。将袋子置于烘箱中并加热至约 90℃ 至约 100℃,保持 30 分钟,以除去包含在组合件内的空气。然后将组合件置于空气压力为 200psig (14.3 巴) 的高压釜中,使其在 140℃ 下经受高压处理 30 分钟。在不再向高压釜添加额外的空气的情况下使空气冷却。冷却 20 分钟后并当空气温度降至低于约 50℃ 时,排出高压釜中的气体,将装有层压组合件的真空袋移出高压釜。然后将所得层压板移出真空袋。

[0114] 表 4

[0115]

样品号	太阳能电池层压板结构				
	层 1	层 2	层 3	层 4	层 5
E7, E17	玻璃 1 ¹	离聚物 1 ²	太阳能电池 1 ³		
E8, E18	玻璃 2 ⁴	离聚物 2 ⁵	太阳能电池 2 ⁶		
E9, E19			太阳能电池 3 ⁷	离聚物 4 ⁸	玻璃 2
E10, E20	玻璃 1	离聚物 5 ⁹	太阳能电池 4 ¹⁰	ACR 1 ¹¹	FPF ¹²
E11, E21			太阳能电池 5 ¹³	离聚物 6 ¹⁴	玻璃 2
E12, E22	玻璃 1	离聚物 7	太阳能电池 4	离聚物 7	玻璃 3 ¹⁵
E13, E23	玻璃 1	离聚物 8	太阳能电池 1		
E14, E24			太阳能电池 5	离聚物 1	玻璃 2
E15, E25			太阳能电池 5	离聚物 8	玻璃 2
E16, E26	玻璃 1	离聚物 8	太阳能电池 4	离聚物 4	FPF

[0116] ¹ 玻璃 1 为得自 PPG Corporation 的 Starphire®玻璃。

[0117] ² 离聚物 1 为由 E1 中所用离聚物制成的 60 密耳 (1.5mm) 厚压花片材。

[0118] ³ 太阳能电池 1 为具有 125 μm 厚不锈钢基板的 10 英寸 × 10 英寸 (254mm × 254mm) 基于 a-Si 的薄膜太阳能电池 (美国专利 6,093,581, 实施例 1)。

[0119] ⁴ 玻璃 2 为透明的退火浮法玻璃板层 (2.5mm 厚)。

[0120] ⁵ 离聚物 2 为由 E1 中所用离聚物制成的 20 密耳 (0.51mm) 厚压花片材。

[0121] ⁶ 太阳能电池 2 为 10 英寸 × 10 英寸 (254mm × 254mm) 的基于 CIS 的薄膜太阳能电池 (美国专利 6,353,042, 第 6 栏第 19 行)。

[0122] ⁷ 太阳能电池 3 为 10 英寸 × 10 英寸 (254mm × 254mm) 的基于 CdTe 的薄膜太阳能电池 (美国专利 6,353,042, 第 6 栏第 49 行)。

[0123] ⁸ 离聚物 4 为由 E2 中所用离聚物制成的 20 密耳 (0.51mm) 厚压花片材。

[0124] ⁹ 离聚物 5 为由 E3 中所用离聚物制成的 20 密耳 (0.51mm) 厚压花片材。

[0125] ¹⁰. 太阳能电池 4 为由 10 英寸 ×10 英寸 (254mm×254mm) 的多晶 EFG 生长晶片制成的硅太阳能电池 (美国专利 6,660,930, 第 7 栏第 61 行)。

[0126] ¹¹. ACR 1 为源自乙烯-甲基丙烯酸共聚物的 20 密耳 (0.51mm) 厚压花片材, 该共聚物包含 18 重量%的甲基丙烯酸的共聚单元并具有 2.5 克/10 分钟的 MFR (根据 ASTM D1238 在 190℃和 2.15kg 下测得)。

[0127] ¹². FPF 为经电晕表面处理的 Tedlar®膜 (1.5 密耳 (0.038mm) 厚), E. I. du Pont de Nemours and Company 产品。

[0128] ¹³. 太阳能电池 5 为由 12 英寸 ×12 英寸 (305mm×305mm) 玻璃片材支撑的薄膜太阳能电池 (美国专利 5,512,107、5,948,176、5,994,163、6,040,521、6,137,048、和 6,258,620)。

[0129] ¹⁴. 离聚物 6 为由 E2 中所用离聚物制成的 45 密耳 (1.14mm) 厚压花片材。

[0130] ¹⁵. 玻璃 3 为得自 PPG Corporation 的 Solexia™阳光控制玻璃 (3mm 厚)。

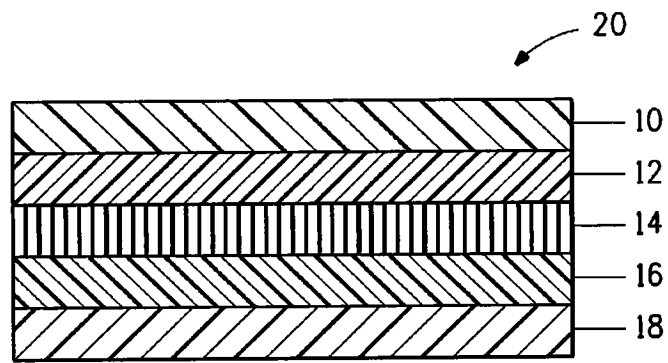


图 1

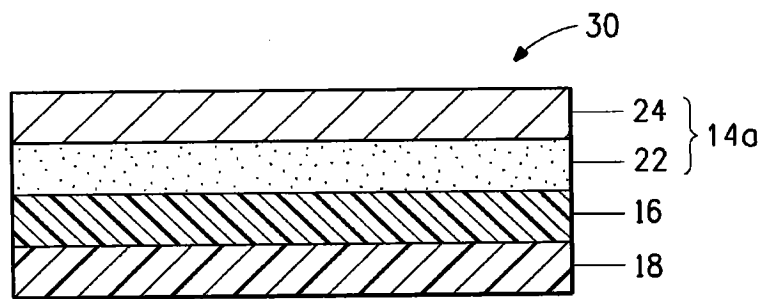


图 2

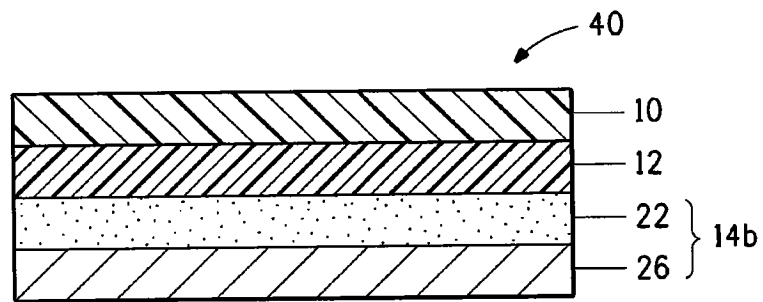


图 3