



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102292830 A

(43) 申请公布日 2011. 12. 21

(21) 申请号 200980155169. 1

(22) 申请日 2009. 11. 24

(30) 优先权数据

12/276873 2008. 11. 24 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 07. 21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/065599 2009. 11. 24

(87) PCT申请的公布数据

W02010/060065 EN 2010. 05. 27

(71) 申请人 纳慕尔杜邦公司

地址 美国特拉华州

(72) 发明人 S·L·萨米尔斯 R·A·海斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 孟慧岚 李连涛

(51) Int. Cl.

H01L 31/048 (2006. 01)

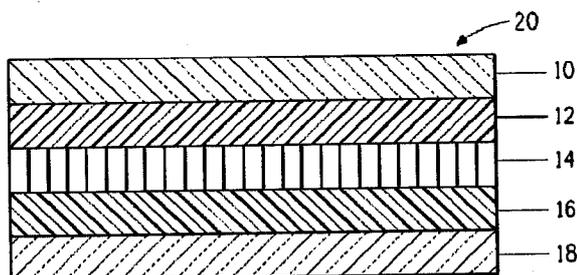
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 1 页

(54) 发明名称

包括乙烯共聚物包封片材的太阳能电池模块

(57) 摘要

本发明公开了包括聚合包封片材的太阳能电池模块,其中所述聚合包封片材包含乙烯共聚物组合物,其中所述乙烯共聚物包含乙烯共聚单元和约 5 至约 20 重量%的具有两个羧酸基团的 C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub> 不饱和酸的酯。



1. 太阳能电池模块,所述太阳能电池模块包括太阳能电池层和包含至少一层乙烯共聚物组合物的片材,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(B)所述乙烯共聚物组合物包含乙烯共聚物,所述乙烯共聚物包含乙烯共聚单元和按所述乙烯共聚物的总重量计约5至约20重量%的具有两个羧酸基团的C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub>不饱和酸的酯。

2. 权利要求1的太阳能电池模块,其中所述乙烯共聚物包含按所述乙烯共聚物的总重量计约6至约15重量%的具有两个羧酸基团的C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub>不饱和酸的酯的共聚单元。

3. 权利要求1的太阳能电池模块,其中所述具有两个羧酸基团的C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub>不饱和酸的酯选自:具有两个羧酸基团的C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub>不饱和酸的单酯、具有两个羧酸基团的C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub>不饱和酸的二酯、以及它们中的任何两种或更多种的混合物。

4. 权利要求1的太阳能电池模块,其中所述乙烯共聚物包含约6至约15重量%的具有至少两个羧酸基团的C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub>不饱和酸的单酯的共聚单元。

5. 权利要求4的太阳能电池模块,其中所述单酯为马来酸单乙酯。

6. 权利要求1的太阳能电池模块,其中所述包含所述乙烯共聚物组合物的片材为基本上由所述乙烯共聚物组合物组成的单层的形式。

7. 权利要求1的太阳能电池模块,其中所述包含所述乙烯共聚物组合物的片材为多层片材的形式并具有两个或更多个亚层,并且其中至少一个所述亚层基本上由所述乙烯组合物组成,并且存在于所述多层片材中的每一个其他亚层包含至少一种聚合物,所述聚合物选自酸共聚物、酸共聚物的离聚物、乙烯/乙酸乙烯酯共聚物、聚(乙烯醇缩醛)、聚氨酯、聚氯乙烯、聚乙烯、聚烯烃嵌段共聚物弹性体、 $\alpha$ -烯烃和 $\alpha$ , $\beta$ -烯键式不饱和羧酸的共聚物、硅酮弹性体、环氧树脂、以及它们中的两种或更多种的组合。

8. 权利要求7的太阳能电池模块,其中所述包含所述乙烯共聚物组合物的片材为具有两个亚层的双层片材形式,并且所述两个亚层中的一个基本上由所述乙烯组合物组成并具有约0.5至约15密耳(约13至约381 $\mu$ m)的厚度。

9. 权利要求7的太阳能电池模块,其中所述包含所述乙烯共聚物组合物的片材为三层片材形式,所述三层片材具有夹在两个表面亚层之间的内亚层,并且其中所述两个表面亚层中的一个或两个各自基本上由所述乙烯共聚物组合物组成,并具有0.5至约15密耳(约13至约381 $\mu$ m)的厚度。

10. 权利要求1的太阳能电池模块,其中所述包含所述乙烯共聚物组合物的片材直接层压到所述太阳能电池层上。

11. 权利要求1的太阳能电池模块,其中所述太阳能电池层具有前朝阳面和后非朝阳面。

12. 权利要求11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所述朝阳面上的前包封层和层压到所述太阳能电池层的所述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包含所述共混组合物的片材,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 $\alpha$ -烯烃和 $\alpha$ , $\beta$ -烯键式不饱和羧酸的共聚物、 $\alpha$ -烯烃和 $\alpha$ , $\beta$ -烯键式不饱和羧酸的共聚物的离聚物、乙烯/乙酸乙烯酯共聚物、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、 $\alpha$ -烯烃和 $\alpha$ , $\beta$ -烯键式不饱和羧酸的共聚物、硅酮弹性体、环氧树脂、以及它们

的组合。

13. 权利要求 12 的太阳能电池模块,所述太阳能电池模块包括两个包含所述共混组合物的片材,其中所述两个片材中的一者为所述前包封层,并且所述两个片材中的另一者为所述后包封层。

14. 权利要求 11 的太阳能电池模块,还包括入射层,其中所述入射层为所述模块的最外表面层并位于所述太阳能电池层的前朝阳面上,并且其中所述入射层选自 (i) 玻璃片材, (ii) 包含选自下列的聚合物的聚合物片材: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,和 (iii) 包含选自下列的聚合物的聚合物膜: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、乙酸钠纤维素、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。

15. 权利要求 11 的太阳能电池模块,还包括背衬层,其中所述背衬层为所述模块的最外表面层并位于所述太阳能电池层的后非朝阳面上,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以下的聚合物: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、乙酸钠纤维素、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。

16. 权利要求 11 的太阳能电池模块,其中所述太阳能电池为基于晶片的太阳能电池,所述基于晶片的太阳能电池选自基于结晶硅(c-Si)和多晶硅(mc-Si)的太阳能电池,并且所述模块按位置顺序基本上由以下各层组成:(i) 入射层, (ii) 层压到所述太阳能电池层的前朝阳面上的前包封层, (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上的后包封层;以及 (v) 背衬层,其中所述前包封层和后包封层中的一者或两者包含所述乙烯共聚物组合物。

17. 权利要求 11 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(a-Si)、微晶硅( $\mu$ c-Si)、碲化镉(CdTe)、铜铟硒化物(CIS)、铜铟/镓二硒化物(CIGS)、吸光染料以及有机半导体的太阳能电池,并且其中所述太阳能电池模块按位置顺序基本上由以下各层组成:(i) 入射层, (ii) 包括所述片材的前包封层,所述片材包含所述乙烯共聚物组合物;以及 (iii) 所述太阳能电池层,其中所述太阳能电池层还包括所述薄膜太阳能电池沉积在其上的基板,并且将所述基板定位使得所述基板为所述模块的最外表面、并位于所述太阳能电池层的后非朝阳面上。

18. 权利要求 11 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(a-Si)、微晶硅( $\mu$ c-Si)、碲化镉(CdTe)、铜铟硒化物(CIS)、铜铟/镓二硒化物(CIGS)、吸光染料以及有机半导体的太阳能电池,并且其中所述太阳能电池模块按位置顺序基本上由以下各层组成:(i) 所述太阳能电池层, (ii) 包括所述片材的后包封层,所述片材包含乙烯共聚物组合物;以及 (iii) 背衬层,其中所述太阳能电池层还包括所述薄膜太阳能电池沉积在其上的覆板,并且将所述覆板定位使得所述覆板为所述模块的最外表面、并位于所述太阳能电池层的前朝阳面上。

19. 一种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 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。

20. 权利要求 19 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承受真空或压力来进行。

## 包括乙烯共聚物包封片材的太阳能电池模块

### 发明领域

[0001] 本发明涉及包括由乙烯共聚物形成的聚合包封片材的太阳能电池模块。

### [0002] 发明背景

[0003] 由于太阳能电池可提供可持续能源,因此其使用范围正在迅速扩大。根据所采用的光吸收材料,太阳能电池通常可分为两种,即块状或基于晶片的太阳能电池和薄膜太阳能电池。

[0004] 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 $\mu$ m和约240 $\mu$ m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可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。

[0005] 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( $\mu$ c-Si)、碲化镉(CdTe)、铜铟硒化物(CuInSe<sub>2</sub>或CIS)、铜铟/镓二硒化物(CuIn<sub>x</sub>Ga<sub>(1-x)</sub>Se<sub>2</sub>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2007/0298590、2007/0281090、2007/0240759、2007/0232057、2007/0238285、2007/0227578、2007/0209699和2007/0079866。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 $\mu$ m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,太阳能电池层还可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的非朝阳面上的一层薄膜太阳能电池,(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。

[0006] 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、高防潮性以及良好的长期耐侯性。目前,乙烯/乙酸乙烯酯共聚物仍然是业内应用最广泛的包封材料。

[0007] 当太阳能电池模块用于本领域时,已发现如果包封片材和其邻近层未密封严密,则水分易于进入模块并导致分层。仍然需要开发一种包封材料,其对邻近层的附着力极佳,并从而改善太阳能电池模块的耐侯性。在薄膜太阳能电池产业中情况更是如此,这是因为绕模块周边边缘提供额外的边缘密封引入了成本和工艺问题。

#### [0008] 发明概述

[0009] 本文公开了一种太阳能电池模块,其包括太阳能电池层和包含至少一层乙烯共聚物组合物的片材,其中(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;并且(B)乙烯共聚物组合物包含乙烯共聚物,所述乙烯共聚物包含乙烯共聚单元和按乙烯共聚物的总重量计约5至约20重量%、或约6至约15重量%的具有两个羧酸基团的 $C_4-C_8$ 不饱和酸的酯。具有两个羧酸基团的 $C_4-C_8$ 不饱和酸的酯可以选自具有两个羧酸基团的 $C_4-C_8$ 不饱和酸的单酯、具有两个羧酸基团的 $C_4-C_8$ 不饱和酸的二酯、以及它们中的任何两种或更多种的混合物。

[0010] 在一个实施方案中,包含乙烯共聚物组合物的片材为基本上由乙烯共聚物组合物组成的单层形式,或为多层片材形式并具有两个或更多个亚层,其中至少一个亚层基本上由乙烯组合物组成,并且多层片材中存在的每个其他亚层包含至少一种聚合物,该聚合物选自: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)、聚氨酯、聚氯乙烯、聚乙烯、聚烯烃嵌段共聚物弹性体、 $\alpha$ -烯烃和 $\alpha, \beta$ -烯键式不饱和羧酸的共聚物、硅酮弹性体、环氧树脂、以及它们中的两种或更多种的组合。

[0011] 在另一个实施方案中,太阳能电池层具有前朝阳面和后非朝阳面。在此实施方案中,太阳能电池模块可包括层压到太阳能电池层的前朝阳面上的前包封层和层压到太阳能电池层的后非朝阳面上的后包封层,其中前包封层和后包封层中的一者为包含共混组合物的片材,并且前包封层和后包封层中的另一者包含聚合材料,所述聚合材料选自 $\alpha$ -烯烃和 $\alpha, \beta$ -烯键式不饱和羧酸的共聚物、 $\alpha$ -烯烃和 $\alpha, \beta$ -烯键式不饱和羧酸共聚物的离聚物、乙烯/乙酸乙烯酯共聚物、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、 $\alpha$ -烯烃和 $\alpha, \beta$ -烯键式不饱和羧酸的共聚物、硅酮弹性体、环氧树脂、以及它们的组合。另外,太阳能电池模块还可包括入射层,其中所述入射层为模块的最外表面层并定位在太阳能电池层的前朝阳面上,并且其中所述入射层选自:(i)玻璃片材,(ii)包含选自下列的聚合物的聚合物片材: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,和(iii)包含选自下列的聚合物的聚合物膜: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。另外,太阳能电池模块还可包括背衬层,其中所述背衬层为模块的最外表面层并定位在太阳能电池层的后非朝阳面上,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。

[0012] 在又一个实施方案中，太阳能电池可为基于晶片的太阳能电池，所述基于晶片的太阳能电池选自基于结晶硅 (c-Si) 和多晶硅 (mc-Si) 的太阳能电池，并且太阳能电池模块按位置顺序基本上可由以下各层组成：(i) 入射层，(ii) 层压到太阳能电池层前朝阳面上的前包封层，(iii) 太阳能电池层，(iv) 层压到太阳能电池层后非朝阳面上的后包封层，以及 (v) 背衬层，其中前包封层和后包封层中的一者或两者包含乙烯共聚物组合物。

[0013] 在又一个实施方案中，太阳能电池可为薄膜太阳能电池，所述薄膜太阳能电池选自基于非晶硅 (a-Si)、微晶硅 ( $\mu$ c-Si)、碲化镉 (CdTe)、铜铟硒化物 (CIS)、铜铟/镓二硒化物 (CIGS)、吸光染料、以及有机半导体的太阳能电池，并且所述太阳能电池模块可 (a) 在一个实施方案中，按位置顺序基本上由以下各层组成：(i) 入射层，(ii) 包括片材的前包封层，所述片材包含乙烯共聚物组合物；以及 (iii) 太阳能电池层，其中所述太阳能电池层还包括薄膜太阳能电池沉积在其上的基板，并且将该基板定位使得基板为模块的最外表面、并位于太阳能电池层的后非朝阳面上，或 (b) 在另一个实施方案中，由基于非晶硅 (a-Si)、微晶硅 ( $\mu$ c-Si)、碲化镉 (CdTe)、铜铟硒化物 (CIS)、铜铟/镓二硒化物 (CIGS)、吸光染料和有机半导体的太阳能电池组成，并且其中所述太阳能电池模块按位置顺序基本上由以下各层组成：(i) 太阳能电池层，(ii) 包括片材的后包封层，所述片材包含乙烯共聚物组合物；以及 (iii) 背衬层，其中所述太阳能电池层还包括薄膜太阳能电池沉积在其上的覆板，并且将该覆板定位使得覆板为模块的最外表面、并位于太阳能电池层的前朝阳面上。

[0014] 本文还公开了制备太阳能电池模块的方法，该方法包括：(i) 提供包括上文列举的所有组件层的组合件；以及 (ii) 层压该组合件以形成太阳能电池模块。层压步骤可通过使组合件受热和任选地承受真空或压力来进行。

#### [0015] 附图简述

[0016] 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。

[0017] 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。

[0018] 图 3 为本文所开的另一个薄膜太阳能电池模块的剖面图，未按比例绘制。

#### [0019] 发明详述

[0020] 除非另有定义，否则本文所用的所有技术和科学术语的含义均与本发明所属领域的普通技术人员通常理解的一样。如发生矛盾，以本说明书及其包括的定义为准。

[0021] 虽然与本文所述方法和材料类似或等同的方法和材料均可用于本发明的实践或检验，但合适的方法和材料为如本文所述的那些。

[0022] 除非另行指出，否则所有百分数、份数、比率等均按重量计。

[0023] 当数量、浓度或其他值或参数以范围、优选范围或优选上限值和优选下限值的列表形式给出时，其应理解为具体地公开由任何范围上限或优选值和任何范围下限或优选值的任何一对所构成的所有范围，而不管所述范围是否被单独地公开。凡在本文中给出某一

数值范围之处,该范围均旨在包含其端点,以及位于该范围内的所有整数和分数,除非另行指出。当定义一个范围时,不旨在将本发明的范围限定于所列举的具体值。

[0024] 当术语“约”用于描述值或范围的端点时,本公开内容应被理解为包括具体的值或所涉及的端点。

[0025] 如本文所用,术语“包含”、“包括”、“含有”、“特征在于”、“具有”或者它们的任何其他变型均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。此外,除非有相反的确切说明,否则“或”是指包含性的“或”,而不是指排他性的“或”。

[0026] 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。

[0027] 当申请人用诸如“包括”的开放式术语定义本发明或其一部分时,应被理解为该描述可被解释为等同于使用术语“基本上由组成”对本发明进行的描述,除非另行指出。

[0028] “一个”或“一种”用于描述本发明的要素和组分。这仅出于方便考虑并给出本发明的一般性意义。这种描述应被理解为包括一个或至少一个,并且该单数也包括复数,除非很明显地另指他意。

[0029] 在描述某些聚合物时,应当理解,有时申请人提及聚合物时使用的是制备该聚合物的单体或用于制备该聚合物的单体的量。虽然此类描述可能不包括用于描述最终聚合物的具体命名或者可能不包含以方法限定产品的术语,但是对单体和量的任何此类提及均应当被解释为表示聚合物包含这些单体(即,这些单体的共聚单元)或这些单体的量,以及对应的聚合物及其组合物。

[0030] 在描述本发明和/或提出本发明的权利要求时,术语“共聚物”用于指由两种或更多种单体共聚所形成的聚合物。此类共聚物包括二聚物、三元共聚物或更高阶共聚物。

[0031] 本文公开的太阳能电池模块包括:a)至少一个包含乙烯共聚物组合物的片材层(即,包封(片材)层),其中所述乙烯共聚物包含乙烯的共聚单元和按乙烯共聚物的总重量计约5至约20重量%、或约6至约15重量%、或约8至约15重量%的具有两个羧酸基团的 $C_4-C_8$ 不饱和酸的酯的共聚单元。

[0032] 包封片材中包含的乙烯共聚物可以通过乙烯与选自下列的共聚单体的共聚作用获得:具有两个羧酸基团的 $C_4-C_8$ 不饱和酸的单酯、具有两个羧酸基团的 $C_4-C_8$ 不饱和酸的二酯、以及它们中的任何两种或更多种的混合物。合适的共聚单体可以包括丁烯二酸(如马来酸、富马酸、衣康酸和柠康酸)的 $C_1-C_{20}$ 烷基单酯(如马来酸单甲酯、马来酸单乙酯、富马酸单丙酯以及富马酸单(2-乙基己基)酯)以及丁烯二酸的 $C_1-C_{20}$ 烷基二酯(如马来酸二甲酯、马来酸二乙酯、柠康酸二丁酯、马来酸二辛酯和富马酸二(2-乙基己基)酯)。在一个实施方案中,乙烯共聚物通过乙烯与马来酸单甲酯或马来酸单乙酯的共聚作用获得。在另一个实施方案中,乙烯共聚物A通过乙烯与马来酸单乙酯的共聚作用获得。

[0033] 包封片材中包含的乙烯共聚物可以为二聚物或高阶共聚物,例如三元共聚物。例如,当乙烯共聚物为三元共聚物形式时,还可包含按乙烯共聚物的总重量计至多约15重量%、或至多约10重量%、或至多约5重量%的第三共聚单体的共聚单元,前提条件是共聚物的光学和粘附特性基本不受附加共聚单体的影响。

[0034] 包封片材中所用的乙烯共聚物的具体实例包括但不限于乙烯/马来酸单酯二聚

物（如乙烯 / 马来酸单乙酯二聚物）、乙烯 / 马来酸单酯 / 甲基丙烯酸正丁酯三元共聚物、乙烯 / 马来酸单酯 / 丙烯酸甲酯三元共聚物、乙烯 / 马来酸单酯 / 甲基丙烯酸甲酯三元共聚物、乙烯 / 马来酸单酯 / 甲基丙烯酸乙酯三元共聚物、以及乙烯 / 马来酸单酯 / 丙烯酸乙酯三元共聚物。

[0035] 包封片材中所用的乙烯共聚物可通过乙烯和具体共聚单体的无规共聚作用以高压自由基法（一般是高压釜法）合成。此类方法在美国专利 4,351,931 中有所描述。可以用作包封片材的一些示例性乙烯共聚物在美国专利申请公布 2005/0187315 中有所描述。

[0036] 包封片材中包含的乙烯共聚物组合物还可含有本领域内已知的其他添加剂。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（如增强剂和填料）保留在用于太阳能电池模块后包封材料的那些组合物中。

[0037] 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中可用的乙烯共聚物组合物中。热稳定剂的优选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。乙烯共聚物组合物可以包含任意有效量的热稳定剂。热稳定剂的使用是任选的，并且在某些情况下不是优选的。使用热稳定剂时，乙烯共聚物组合物可包含按乙烯共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%的热稳定剂。

[0038] 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。紫外线吸收剂的优选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。乙烯共聚物组合物可以包含任意有效量的紫外线吸收剂。紫外线吸收剂的使用是任选的，并且在某些情况下不是优选的。使用紫外线吸收剂时，乙烯组合物可包含按乙烯共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。

[0039] 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、羟基取代的或特征在于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上的脂族取代。乙烯共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，并且在某些情况下不是优选的。当使用受阻胺光稳定剂时，乙烯共聚物组合物包含按乙烯共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。

[0040] 可将硅烷偶联剂加入乙烯共聚物组合物中以改善其粘附强度。可用于本发明乙烯组合物的示例性硅烷偶联剂包括但不限于  $\gamma$ - 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-硫丙基甲氧基硅烷、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。优选地在乙烯共聚物组合物中掺入硅烷偶联剂,所述掺入量按乙烯共聚物组合物的总重量计为约 0.01 至约 5 重量%、或约 0.05 至约 1 重量%。

[0041] 用于太阳能电池模块中的包封片材可以是单层或多层形式。所谓“单层”,是指片材由本文所公开的和上文所述的乙烯共聚物组合物制成、或基本上由其组成。当片材为多层形式时,它包括多个亚层,并且至少一个亚层由本文所公开的乙烯共聚物组合物制成或基本上由其组成,而其他亚层可由任何其他合适的聚合材料制成或基本上由其组成,例如 α-烯烃和 α, β-烯键式不饱和羧酸的共聚物(即酸共聚物)、部分中和的离子酸共聚物(即离聚物)、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。

[0042] 包含乙烯共聚物组合物的包封片材可在一面或两面具有光滑或粗糙的表面。优选的是该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进行机械压花或熔体破裂,然后让片材骤冷使其表面粗糙度在处理期间得以保持,通过这样的方式形成粗糙表面。可通过本领域熟知的常用方法向片材施加表面图案。例如,挤出的片材可以从位置紧邻挤出机模头出口的模辊的专门制备的表面上通过。这可以为离开模头的熔融聚合物的一个面赋予所需的表面特征。因此,当此类模辊的表面具有微小的凹凸不平时,它会为通过模头的聚合物片材的一面赋予粗糙表面,并且该粗糙表面上的凸起和凹陷一般分别适于模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。

[0043] 包含乙烯共聚物组合物的包封片材可通过任何合适的方法制备。例如,可通过浸涂、溶液浇铸、压塑、注塑、层压、熔融挤出浇铸、吹塑薄膜工艺、挤压涂布、串联挤压涂布或本领域技术人员所知的任何其他方法形成这些片材。或者,所述片材可以通过熔融挤出浇铸、熔融共挤出浇铸、熔融挤出涂布、吹塑薄膜工艺或串联熔融挤出涂布工艺形成。

[0044] 术语“太阳能电池”旨在包括可将光转化为电能的任何制品。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,优选的是太阳能电池电互连和/或排列在平面中。此外,太阳能电池层还可包括电线,诸如交叉带状线和汇流条。

[0045] 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都应充分透明,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朝阳面(也称为正面,并且在实际使用条件下,通常会面向太阳)和非朝阳面(也称

为背面,在实际使用条件下时,通常会背对太阳)。在此类实施方案中,存在于设置在太阳能电池层朝阳面上的层压层和亚层中的所有材料都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非朝阳面上的层压层和亚层中的层压材料不必透明。

[0046] 太阳能电池模块通常包括至少一层包封片材,该包封片材包含被层压到太阳能电池层上的乙烯共聚物组合物。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。在某些实施方案中,包含乙烯共聚物组合物的包封片材层直接粘合到太阳能电池层上。

[0047] 太阳能电池模块还可包括附加包封层,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、 $\alpha$ -烯烃与 $\alpha, \beta$ -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。

[0048] 包含乙烯共聚物组合物或其他聚合物包封层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30密耳(约0.127至约0.76mm)、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。太阳能电池模块中所包括的任何或所有包封层可具有平滑表面或粗糙表面。优选地,这些包封层具有粗糙表面以利于在层压过程中脱气。

[0049] 在某些实施方案中,包含乙烯共聚物组合物的包封层为双层片材形式,其具有基本上由乙烯共聚物组合物组成的第一亚层和面朝太阳能电池层、并包含上文公开的任何合适的包封材料的第二亚层。在此类实施方案中,包含乙烯共聚物组合物的亚层可具有约0.5至约15密耳(约13至约381 $\mu\text{m}$ )的厚度。

[0050] 在另一个实施方案中,包含乙烯共聚物组合物的包封层为三层片材形式,其具有两个表面亚层和一个内亚层,其中所述两个表面亚层的每一个基本上由乙烯共聚物组合物组成,而所述内亚层包含上文公开的任何合适的包封材料。另外,基本上由乙烯共聚物组合物组成的每个表面亚层可具有约0.5至约15密耳(约13至约381 $\mu\text{m}$ )的厚度。

[0051] 太阳能电池模块还可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。

[0052] 太阳能电池模块的外层,即入射层和背衬层,可包括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。

[0053] 术语“玻璃”不仅包括窗玻璃、平板玻璃、硅酸盐玻璃、玻璃片材、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、Troglass<sup>®</sup>玻璃(Saint-Gobain N.A. Inc. (Trumbauersville, PA))、Solexia<sup>™</sup>玻璃(PPG Industries (Pittsburgh, PA))和Starphire<sup>®</sup>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。

[0054] 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 (氨基甲酸酯)、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、硅氧烷、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、聚四氟乙烯和乙烯-四氟乙烯共聚物)、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<sup>®</sup>、Tefzel<sup>®</sup>和 Teflon<sup>®</sup>膜)。诸如铝箔之类的金属膜也可用作背衬层。另外, 用于太阳能电池模块外层的膜可以是多层膜形式, 如含氟聚合物 / 聚酯 / 含氟聚合物多层膜 (例如, 得自 Isovolta AG. (Austria or Madico, Woburn, MA) 的 Tedlar<sup>®</sup>/PET/Tedlar<sup>®</sup>或 TPT 层压膜)。

[0055] 太阳能电池模块还可包括嵌入模块内的其他功能膜或片材层 (例如, 介电层或阻挡层)。此类功能层可以包括任何上述聚合物膜或涂覆有附加功能涂层的薄膜。例如, 涂覆有金属氧化物涂层的聚 (对苯二甲酸乙二醇酯) (PET) 膜 (例如美国专利 6, 521, 825 和 6, 818, 819 以及欧洲专利 EP1182710 所公开的那些) 可充当层压体内的氧气和水分阻挡层。

[0056] 如果需要, 太阳能电池层和包封层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 / 或用来加强包封层。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。

[0057] 可以包括特殊的薄膜或片材以同时起到包封层和外层的作用。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。

[0058] 如果需要, 入射层薄膜和片材、背衬层薄膜和片材、包封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个或多个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)、或优选约 0.004 至约 0.5 密耳 (约 0.0001 至约 0.013mm)、或更优选约 0.004 至约 0.1 密耳 (约 0.0001 至约 0.003mm) 的厚度。

[0059] 在一个特定实施方案（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乙烯共聚物组合物的片材形成。

[0060] 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其上的一个或多个薄膜太阳能电池层（22），(b) 由包含乙烯共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) 由包含乙烯共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）。

[0061] 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。

[0062] 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。

[0063] 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，通过真空管或其他装置抽出袋中的空气，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），并且温度为约 130°C 至约 180°C、或约 120°C 至约 160°C、或约 135°C 至约 155°C、或约 145°C 至约 155°C，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，但不加入额外的空气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。

[0064] 作为另外一种选择，可将预层压组合件置于烘箱中在约 80°C 至约 120°C、或约 90°C 至约 100°C 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。

[0065] 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°C 至约 160°C、或约 135°C 至约 160°C，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。

[0066] 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 EP1235683B1、以及 PCT 专利公布 W091/01880 和 W003/057478 中有所公开。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。

[0067] 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。

[0068] 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并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趋势减缓。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(如苯乙烯-乙烯-丁烯-苯乙烯(SEBS))等。

[0069] 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

[0070] 实施例 E1 至 E2 和比较实施例 CE1-CE2

[0071] 实施例中使用了以下聚合物材料:

[0072] ● E/MAME-1: 乙烯/马来酸单乙酯共聚物,其包含按所述共聚物的总重量计 9 重量%的马来酸单乙酯共聚单元;

[0073] ● E/MAME-2: 乙烯/马来酸单乙酯/甲基丙烯酸三元共聚物,其包含按所述共聚物的总重量计 6 重量%的马来酸单乙酯共聚单元和 11 重量%的甲基丙烯酸共聚单元;

[0074] ● LLDPE: 茂金属线性低密度聚乙烯,以商品名 Exceed® 3519GA 得自 ExxonMobil(Irving, Texas);

[0075] ● EVA: 乙烯/乙酸乙烯酯共聚物,以商品名 Elvax® 3175LG 得自 DuPont。

[0076] 在以下每个实施例中,将由上文列出的一种聚合物形成、并具有 4×7 英寸(10.2×17.8cm)尺寸的 20 密耳(0.51mm)厚聚合物夹层片,层压到 1/8 英寸(3.2mm)厚的 Krystal Klear®玻璃片材(得自 AGC Flat Glass North America, Inc. (Alpharetta, GA) 并具有 4×4 英寸(10.2×10.2cm)尺寸)和 Tedlar®/聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)/Tedlar®三层膜(“TPT”)(4×7 英寸(10.2×17.8cm))之间,以形成玻璃/夹层/TPT 层压板结构。在层压工艺中,将聚酯滑片(1×4 英寸(2.54×10.2cm))置于玻璃片材和聚合物夹层片之间以提供剥离启动。使用 Meier ICOLAM 10/08 层压机(Meier Vakuumtechnik GmbH(Bocholt, Germany))得到最终的层压板,其中层压循环包括 6 分钟的排空步骤(3 英寸汞柱真空)和在 150°C 的温度下 6.5 分钟的压合阶段(1000mb 压力)。

[0077] 将夹层/TPT 双层最终层压板切割为 1 英寸(2.54cm)宽的条带,然后使用 Instron 试验机(Instron 1122 型张力检验器)进行剥离试验,其中在层压板经受湿/热条件(85°C 和 85%相对湿度(RH))1000 小时之前和之后,将所述夹层/TPT 双层以 180° 角和 3.9 英寸/分钟(9.9 厘米/分钟)的速率从玻璃片材剥离。将每个样本的剥离启动负荷记录于表 1 中。

[0078] 表 1 中的结果显示,本文所公开的乙烯共聚物(E1 和 E2 中示例)与线性低密度聚乙烯(CE1)或聚(乙烯/乙酸乙烯酯)(CE2)相比,在层压板经受湿/热条件 1000 小时之前和之后均具有好的多的玻璃粘附性。

[0079] 表 1

[0080]

样品号	夹层材料	180°剥离负荷 (磅/英寸)	
		湿/热处理前	湿/热处理后
E1	E/MAME-1	13.8	18.4
E2	E/MAME-2	20	12.1
CE1	LLDPE	0	-
CE2	EVA	0.3	0.9

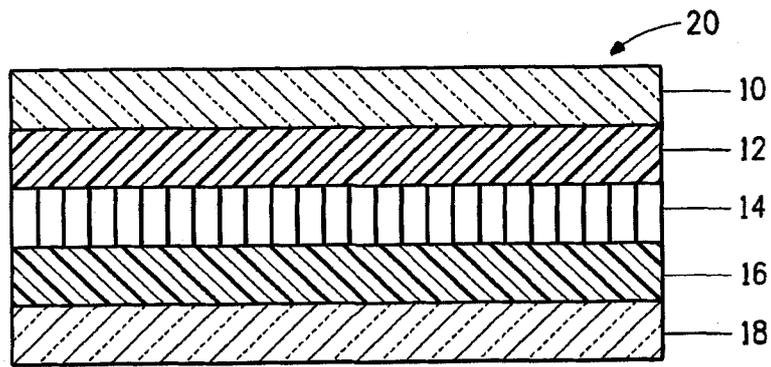


图 1

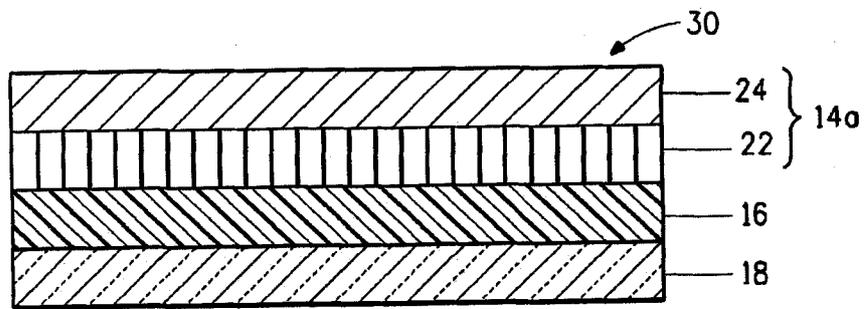


图 2

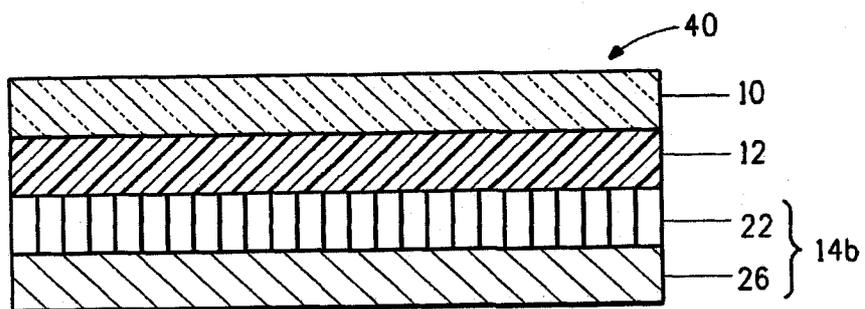


图 3