

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102615893 A

(43) 申请公布日 2012. 08. 01

(21) 申请号 201210021152. 0

B32B 7/12 (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 01. 31

H01L 31/048 (2006. 01)

(30) 优先权数据

102011009821. 6 2011. 01. 31 DE

(71) 申请人 三菱聚酯薄膜有限公司

地址 德国威斯巴登

(72) 发明人 H·克利施 O·克莱恩 D·克莱恩

I·菲舍尔 A·博尔克

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 邓毅

(51) Int. Cl.

B32B 27/08 (2006. 01)

B32B 27/36 (2006. 01)

B32B 27/18 (2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 2 页

(54) 发明名称

具有高环己烷二甲醇份额以及主要和次要二羧酸份额的双轴取向聚酯薄膜在电绝缘应用中的用途

(57) 摘要

本发明涉及一种主要由聚酯构成的双轴取向薄膜作为电绝缘薄膜的用途,所述聚酯的二醇组分的至少 80mol% 由 1,4- 环己烷二甲醇 (CHDM) 构成,且所述聚酯的二羧酸组分的至少 80mol% 由一种或多种苯二甲酸和 / 或一种或多种萘二甲酸构成,其中所述二羧酸组分由如下组分组成: 份额为至少 55mol% 的主要二羧酸组分,其选自两种二羧酸 2,6- 萘二甲酸和对苯二甲酸中的一种,和份额为至少 5mol% 的次要二羧酸组分,其中所述次要二羧酸组分不同于所述主要二羧酸组分。

1. 主要由聚酯构成的双轴取向薄膜作为电绝缘薄膜的用途,其中
 - 所述聚酯的二醇组分的至少 80mol% 由 1,4- 环己烷二甲醇 (CHDM) 构成,且
 - 所述聚酯的二羧酸组分的至少 80mol% 由一种或多种苯二甲酸和 / 或一种或多种萘二甲酸构成,所述二羧酸组分由如下组分组成:
 - 份额为至少 55mol% 的主要二羧酸组分,其选自两种二羧酸 2,6- 萘二甲酸和对苯二甲酸中的一种,和
 - 份额为至少 18mol% 的次要二羧酸组分,其中所述次要二羧酸组分不同于所述主要二羧酸组分。
2. 如权利要求 1 的用途,其特征在于所述二羧酸组分由一种或多种苯二甲酸组成。
3. 如权利要求 1 或 2 的用途,其特征在于所述萘二甲酸为 2,6- 萘二甲酸 (2,6-NDC) 且所述苯二甲酸为对苯二甲酸 (= TA)。
4. 如权利要求 1、2 或 3 的用途,其特征在于所述主要二羧酸组分为对苯二甲酸。
5. 如权利要求 1-4 中任一项的用途,其特征在于所述次要二羧酸组分的份额为至少 10mol%。
6. 如权利要求 1-5 中任一项的用途,其特征在于所述次要二羧酸组分:
 - 当所述主要二羧酸组分为对苯二甲酸时,为 2,6- 萘二甲酸,且
 - 当所述主要二羧酸组分为 2,6- 萘二甲酸时,为对苯二甲酸。
7. 如权利要求 1-4 中任一项的用途,其特征在于所述次要二羧酸组分为间苯二甲酸 (IPA)。
8. 如权利要求 1-7 中任一项的用途,其特征在于所述次要二羧酸组分的份额为至少 20mol%, 优选至少 25mol%。
9. 如权利要求 1-8 中任一项的用途,其特征在于所述薄膜含有白色颜料和 / 或黑色颜料。
10. 如权利要求 1-9 中任一项的用途,其特征在于所述薄膜含有用于调节表面形貌、光学性能 (光泽度、雾度等) 或改善操作可靠性和缠绕性的无机或有机颗粒。
11. 如权利要求 1-10 中任一项的用途,其特征在于所述薄膜的厚度为 12-600 μm 。
12. 如权利要求 1-11 中任一项的用途,用于车内的带状电缆、座椅加热的电缆和用作电动机绝缘。
13. 如权利要求 1-11 中任一项的用途,用于太阳能电池组件中的背面绝缘。

具有高环己烷二甲醇份额以及主要和次要二羧酸份额的双轴取向聚酯薄膜在电绝缘应用中的用途

技术领域

[0001] 本发明涉及一种厚度优选处于 12 至 600 μm 范围内的由聚酯制备的双轴取向薄膜的在电绝缘应用中,特别作为太阳能电池的背面绝缘的用途。所述薄膜主要由聚酯构成,所述聚酯的二醇组分基本上由环己烷二甲醇构成。所述二羧酸组分的显著(主要)份额由苯二甲酸或萘二甲酸构成,其中至少 5mol% 的二羧酸组分由不同于主要使用的苯二甲酸或萘二甲酸的二羧酸构成。这些薄膜的特征在于其良好的可制造性,非常好的水解稳定性和良好的电绝缘性能。

背景技术

[0002] 在所述厚度范围内的由聚酯制备的双轴取向薄膜是广为人知的。

[0003] 在电绝缘应用中,如电缆、电动机绝缘或太阳能电池组件的背面层压板的应用中,通常要求部分地处于达到聚对苯二甲酸乙二醇酯(= PET)(所述聚酯主要用于工业实践中)的玻璃化转变温度范围(约 78°C)的应用温度下时,若干年的较长耐久性。在这些条件下,聚酯的水解倾向对应用中的耐久性变得很关键。尽管影响水解速率的变量如低端羧基含量(CEG 含量)已为人所知很长时间了(例如 US-A-3,051,212),工业实践中用于制备具有低端羧基含量的聚酯的方法仍需要小心翼翼地进行工艺控制和随后的固态聚合。

[0004] 如果将薄膜生产的生产废料(也称为回收材料或再生料)以尽可能高的量重新引入该薄膜的生产中,这类原料的缺点尤其就显现出来;而在聚酯薄膜的商业生产中,出于经济原因,这是必需的。在双轴取向聚酯薄膜的生产过程中,根据工艺要求,通常每 kg 薄膜需要 1.5-2.5kg 原料。其余量(0.5-1.5kg/kg 薄膜)以边角料和薄膜废料形式产生,将其粉碎并随后直接再引入,或者挤出并重新造粒然后再引入(回收材料,再生料)。但在薄膜的生产过程以及更进一步地在随后的用于生产再生料的反复挤出过程中,端羧基含量急剧上升并因此限制了再生料的再引入,或者甚至导致完全无法使用再生料。但是,(例如)通过调节聚酯的低端羧基含量而降低水解速率,就其影响而言是有限的,且在没有任何复杂的添加剂体系的情况下,所得薄膜对许多应用,如太阳能电池组件的背面层压板而言,仍并非足够水解稳定的。

[0005] 通过选择不同于乙二醇和对苯二甲酸的单体,也可显著降低 PET 的水解速率。由以萘二甲酸代替对苯二甲酸作为单体的聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN),可获得具有显著降低的水解速率的薄膜,但它们的适用性受到高原料价格(与 PET 相比,约为其 5 倍)以及双轴取向薄膜的生产要显著困难(尤其是由约 120-125°C 的急剧升高的玻璃化转变温度所导致)的限制。此外,例如对太阳能电池组件的背面层压板而言,必须保证与其他不同聚合物(聚酯、EVA 等)薄膜的接触。与使用其他聚酯相比,PEN 的较为惰性的性质使得这类层压板的生产更为复杂。

[0006] 也已知 PCT = 聚对苯二甲酸(1,4-环己烷二甲醇)酯是水解稳定的聚酯,但不商用于双轴取向薄膜中。其原因是该材料的脆性,特别是在降低收缩率所必需的双轴取向薄

膜热定形之后。因此,PCT 大多以 PETG (=具有环己烷二甲醇 [CHDM]+ 乙二醇 [EG] 作为二醇单体单元的 PET, 大多具有超过 50mol% 的 EG) 销售。但 PETG 不再水解稳定, 使得其不再适于预期的用途 (电绝缘, 尤其是太阳能电池组件中的电绝缘)。

发明内容

[0007] 在太阳能电池组件的背面层压板中, 至少最外面的层压层, 理想地为整个层压板, 应具有如此高的水解稳定性, 以至于即使在 25 年的户外应用后, 也能确保足够的绝缘性。目前, 这通常通过由聚氟乙烯 (PVF) (例如 Tedlar[®], DuPont) 和 PET 制备的层压板解决, 其中至少层压板的外侧由 Tedlar 构成, 且 PET 通常处于两层 Tedlar 之间以作为绝缘中间层。但是, Tedlar 和其他含氟聚合物很昂贵, 且将来当达到其寿命终点的太阳能电池组件的数量急剧上升时, 也会成为主要的回收问题, 因为它们既不能简单地再生, 也不能根据绿色环境的要求处理 (例如燃烧)。本发明的目的是提供一种厚度为 12-600 μm 的聚酯薄膜, 其不具有所述现有技术的缺点且可成本效益地生产, 其特征在于良好的电绝缘性, 尤其是当用作太阳能电池组件的背面层压板时, 因而适于电绝缘应用的通常用途。

[0008] 这通过一种主要由聚酯构成的双轴拉伸 (=取向) 薄膜实现, 所述聚酯的二醇组分的至少 80mol%, 优选至少 95mol%, 特别优选至少 99mol% 由 1,4- 环己烷二甲醇 (CHDM) 构成。CHDM 可作为顺式异构体 c-CHDM、反式异构体 t-CHDM 或作为 c/t-CHDM 的混合物存在。根据本发明, “二醇组分” 是作为聚酯主链一部分且衍生自二醇的结构; 所述衍生结构以单体化合物命名, 其中合适的话, 在本文中也替代地且等同地使用该单体化合物本身的名称, 代替该组分的名称。环己烷二甲醇的份额越高, 耐水解性也就越高。所述聚酯的二羧酸组分的至少 80mol% 由苯二甲酸和 / 或萘二甲酸 (= NDC) 构成, 优选至少 95mol%, 特别优选至少 99mol% 由苯二甲酸和 / 或萘二甲酸构成。根据本发明, “二羧酸组分” 是作为聚酯主链的一部分且衍生自二羧酸的结构; 所述衍生结构以单体化合物命名, 其中合适的话, 在本文中也替代地且等同地使用该单体化合物本身的名称, 代替该组分的名称。优选所述二羧酸组分以上述量包含苯二甲酸。优选的萘二甲酸为 2,6- 萘二甲酸 (2,6-NDC), 优选的苯二甲酸为对苯二甲酸 (TA)。

[0009] 在具有良好水解稳定性的特别优选的实施方案中, 所述二羧酸组分的至少 55mol% (主要使用的二羧酸组分), 优选至少 60mol%, 特别优选 64mol% 由所述两种优选二羧酸之一构成, 特别优选对苯二甲酸。

[0010] 除了所述主要使用的二羧酸 ($\geq 55\text{mol}\%$) 之外, 总是存在至少 5mol% 的至少一种不同于所述主要使用的二羧酸的二羧酸。当所述主要组分为对苯二甲酸时, 这可例如为 2,6- 萘二甲酸, 反之亦然。在具有良好水解稳定性和良好可制造性 (低脆性) 的特别优选的实施方案中, 所述聚酯包含至少 5.0mol% 的间苯二甲酸 (IPA), 优选至少 10mol% 的间苯二甲酸, 特别优选至少 25mol% 的间苯二甲酸作为其他二羧酸组分 (mol% 基于二羧酸组分的总量)。间苯二甲酸的份额越高, 就可越好地经济地生产薄膜, 这是因为中断次数下降且边缘脆性降低。低于 18.0mol% 的 IPA, 则由于上述因素而导致生产率不令人满意。然而, 所述薄膜仍适于本发明目的 - 如果能制备所述薄膜。高于 25mol%, 则可获得与标准 PET 相当的生产率。间苯二甲酸的份额应不超过 40mol%, 较好地应不超过 36mol%, 因为此时薄膜的热和水解稳定性显著降低。如果 IPA 高于 40mol%, 则原料倾向于在挤出机的喂料区

域发粘,并且挤出过程中的凝胶形成显著增多。

[0011] 对 IPA 所述的范围以同样的方式也适用于其他二羧酸,例如在 TA 作为主要二羧酸时作为次要组分的 NDC,优选 2,6-NDC;或者在 NDC,优选 2,6-NDC 作为主要二羧酸时作为次要组分的 TA。这也适用于 1,4-环己烷二甲酸等,其中 TA、NDC,优选 2,6-NDC 和 IPA 为优选的二羧酸。

[0012] 除上述对苯二甲酸、间苯二甲酸或 NDC,或者 2,6-NDC 之外,也可含有其他二羧酸,如其他芳族以及脂族二羧酸,但通常导致生产性能和/或热和水解稳定性变劣。因此,如果存在的话,其份额优选低于 10mol%,理想地低于 1mol%。

[0013] 如上所述,TA 是最优选的二羧酸。在优选实施方案中,除 TA 之外,存在至少 5mol%,优选至少 10mol% NDC,优选 2,6-NDC,其中超过 25mol% NDC 或者 2,6-NDC 的方案是不那么优选的,且理想地不应超过 21mol% NDC,或者 2,6-NDC。在特别优选的实施方案中,除 TA 和 NDC,优选 2,6-NDC 之外,IPA 也以上述量存在。NDC 或者 2,6-NDC 的份额越高,所得薄膜的机械强度就越高。此外,NDC/2,6-NDC 含量的增大也对耐水解性产生正面影响。然而,随着 NDC/2,6-NDC 含量的增大,原料成本上升且可制造性更为困难。

[0014] 上述聚酯-如果它们不能商购获得-例如可按照原则上已知的 DMT 法或者按照 TPA 法生产,这将在下文关于母料生产的描述中加以说明。由此,相应的二醇和二羧酸(TPA 法),或者其低级烷基酯(DMT 法)以所述摩尔量反应。

[0015] 所述薄膜含有聚酯作为主要组分。所述薄膜优选的至少 70 重量%,特别优选 95 重量%由聚酯构成,其中无机填料忽略不计。其余不超过 30 重量%可为其他聚合物如聚丙烯,或其他有机填料如 UV 稳定剂或阻燃剂(重量%基于所述薄膜的总质量,其中无机填料忽略不计)。

[0016] 上述聚酯可含有除上述主要单体之外的其他单体。其他二醇例如为乙二醇(EG)、丙二醇(PG)、1,4-丁二醇、二甘醇(DEG)、新戊二醇等。除 CHDM 之外的二醇份额小于或等于 20mol%,优选小于或等于 5mol%,理想地小于或等于 1mol%。环己烷二甲醇的份额越高,则耐水解性也就越好。

[0017] 本发明薄膜可进一步包含调节表面形貌、光学性能(光泽度、雾度等)或改善操作稳定性和缠绕性所需的无机或有机颗粒。这类颗粒例如为碳酸钙、磷灰石、硅石、二氧化钛、氧化铝、交联聚苯乙烯、交联聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、沸石以及其他硅酸盐如硅酸铝。这些化合物通常以 0.05-5 重量%,优选 0.1-0.6 重量%(基于所述薄膜的重量)的量引入。特别优选碳酸钙和硅石。

[0018] 引入的颗粒尺寸 d_{50} 通常为 0.1-8 μm ,优选 0.3-5.5 μm ,特别优选 0.5-2.5 μm ,以在生产过程中获得良好的操作稳定性。纤维状无机添加剂如玻璃纤维不是合适的,因为它们使聚酯薄膜的生产不经济,这是由于它们导致多次中断。引入颗粒的 d_{50} 值越低(这同样适用于下文所述的白色颜料),耐局部放电性就越高(见下文)。如果引入 d_{50} 大于 8 μm 的颗粒,则不再能确定地获得所述优选的耐局部放电性。

[0019] 在本发明的实施方案中,所用的薄膜是白色的。

[0020] 所述白色颜料可与上述用于改善缠绕性的颗粒相同,但此时必须以足够的量和粒度添加以获得增白效果。作为白色颜料,二氧化钛、硫酸钡、氧化锌、碳酸钙或不相容聚合物如聚丙烯、聚乙烯或环烯烃共聚物(COC)或这些的组合是特别合适的。这些以 1-30 重量%

加入所述聚酯中,其中优选的添加量为 2-20 重量% (基于所述薄膜的总重量)。在该实施方案中,特别优选所述薄膜含有 3-10 重量% (基于所述薄膜的总重量) 白色颜料。更多的白色颜料 / 不相容聚合物导致更好的光反射和改善的 UV 防护,但也由于该白色颜料 / 聚合物而导致更高的成本并从约 10 重量% 含量往上降低了耐中断性,且从 20 重量% 往上,导致薄膜的可制造性由于中断增多而受到损害。从 10 重量% 往上,特别是从 30 重量% 往上,薄膜的电性能也下降。

[0021] 引入的无机白色颜料的粒度 (d_{50}) 通常介于 0.05 和 5 μm 之间,优选介于 0.07 和 3.5 μm 之间,理想地介于 0.1 和 2.5 μm 之间,以获得良好的操作稳定性和良好的白度 (仅适用于无机白色颜料;有机颜料通常熔融)。优选白色颜料为硫酸钡和二氧化钛,其中特别优选二氧化钛。令人惊讶地是,与使用硫酸钡或氧化锌时相比,使用二氧化钛导致更好的介电强度和更高的耐局部放电性。单独使用碳酸钙仅在浓度非常高时才能获得充分的增白效果,且因此应与其他白色颜料组合。当使用硫酸钡时,通常必须使用超过 10 重量%,以获得良好的白度和 UV 稳定性。这导致了上文所述的缺点。此外,当 TiO_2 为无机涂覆且合适的话额外有机涂覆时,添加 TiO_2 是特别优选的。 TiO_2 的优选无机涂层或者添加剂在此为 SiO_2 , 优选 Al_2O_3 , 特别优选 SiO_2 与 Al_2O_3 的组合。 SiO_2 与 Al_2O_3 的份额优选 > 1 重量% (基于 TiO_2), 特别优选 > 3 重量%, 理想地 > 5 重量%。对本发明薄膜的 UV 稳定性而言,无机涂料组分的高含量是特别有利的,因为具有高环己烷二甲醇单体含量的聚合物 - 与 PET 相反 - 对氧和自由基的进攻要敏感得多。在 UV 照射下,这可通过 TiO_2 大大加速,且如果在最终应用场合发生 UV 曝露,则应通过适当选择涂覆的 TiO_2 类型而降低。无机涂层降低了可导致薄膜黄变和变脆的 TiO_2 的催化效应表面,而有机涂层对 TiO_2 在热塑性聚酯中的引入也存在正面影响。合适的 TiO_2 类型可商购获得。作为实例可提及 DuPont (美国) 的 R-105 和 Sachtleben (德国) 的 **Rodi®**。一方面, TiO_2 的添加导致薄膜增白 (如使用其他白色颜料那样), 且由于光反射的提高,导致当将该薄膜用于太阳能电池组件的背板中时电产率提高。另一方面,其改善了所述薄膜或者背板的耐 UV 性 (通过背反射 UV 光), 当将太阳能电池组件用于户外时,这是特别有利的。 TiO_2 的平均粒径 (d_{50}) 优选为 0.1-0.5 μm , 特别优选 0.15-0.3 μm 。 TiO_2 的添加量优选为 2-25 重量%, 尤其优选 3-12 重量%, 特别优选 4-8 重量% (基于所述薄膜的总重量)。当使用金红石晶型的 TiO_2 时,获得最佳的光反射和最佳的 UV 防护。

[0022] 除上述添加剂之外,所述薄膜可额外含有其他组分,如阻燃剂 (优选有机磷酸酯) 和 / 或 UV 稳定剂和热稳定剂。合适 UV 稳定剂的选择可参见 FR 2812299。特别优选起 UV 吸收剂作用的 UV 稳定剂,尤其是基于三嗪的,因为这些尤其具有足够的长期稳定性 (在太阳能电池组件中通常要求超过 20 年); 或者 HALS 类 (位阻胺光稳定剂) 产品,其额外保护具有高环己烷二甲醇份额的氧化敏感聚合物而自身通常不大量吸收 UV 光。已证明特别有利的是三嗪类与 HALS 的组合,其中也可使用选自其他产品类,如苯并三唑类或二苯甲酮类的 UV 吸收剂代替三嗪类。在优选实施方案中,添加介于 0.1 和 5 重量% (基于其所添加至的层的总重量) 之间的 UV 稳定剂,其中 UV 吸收剂和 HALS 的有效最小份额各自为 0.1 重量%, 使得这两种产品的组合在所述层中总是为至少 0.2 重量%。当处于强 UV 曝露下 (未防护地直接曝露于阳光下或间接曝露于阳光下数年) 时,在曝露最强烈的层中,UV 吸收剂 +HALS 的份额应至少为 1 重量%。

[0023] 特别在白色薄膜的实施方案中,在朝向光源的该层下面的层中添加稳定剂不会导致 UV 稳定性的显著改善。因此,在这类多层薄膜,特别是在白色的实施方案中,特别地在覆盖层中添加;覆盖层下面的层完全不合任何 UV 稳定剂,或者仅通过引入再生料而含有 UV 稳定剂,因而优选少于覆盖层中所含稳定剂的 60%,特别优选少于 30% (重量百分数)。选自 UV 吸收剂类的可用稳定剂的本发明实例为市售 **Tinuvin® 1577** (生产商 BASF, 前 Ciba SC, 瑞士; 2-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-5-(己)氧基苯酚)。对 HALS 类化合物而言,已证明分子量 > 500, 特别优选 > 900, 理想地 > 1300 的聚合物型稳定剂或者低聚物型稳定剂是特别有利的。此处可提及的实例为 N,N'-双(2,2,6,6-四甲基-4-哌啶基)-1,6-己二胺聚合物与吗啉-2,4,6-三氯-1,3,5-三嗪的甲基化反应产物 (CAS 号 193098-40-7), 其由美国 Cytec 以 **Cyasorb® ZV-3529** 市售, 且就本发明的目的而言, 其是特别优选的。在比较低分子量稳定剂的更低浓度下, 聚合物和低聚物型 HALS 导致有效的稳定化且使薄膜具有更好的电性能。

[0024] 当以所述量使用上述稳定剂时, 本发明薄膜在 UV-A 范围内的透明度为 < 20%, 优选 < 10%, 特别优选小于 5% (370nm)。

[0025] 此外, 已证明有利的是在薄膜中加入呈自由基清除剂形式的稳定剂, 因为这可改善长期热稳定性。有利的是, 本发明薄膜以基于该薄膜的重量为 50-15000ppm, 优选 100-5000ppm, 特别优选 300-1000ppm 的量含有这类自由基清除剂 (或者热稳定剂)。通常加入聚酯原料中的稳定剂任意选自主稳定剂, 如位阻酚或芳族仲胺, 或者次级稳定剂, 如硫醚、亚磷酸酯 (盐) 和亚膦酸酯 (盐) 以及二丁基二硫代氨基甲酸锌, 或主稳定剂和次级稳定剂的协同增效混合物。优选酚类稳定剂。所述酚类稳定剂尤其包括位阻酚、硫代双酚、亚烷基双酚、烷基酚、羟基苄基化合物、酰基氨基酚和羟基苄基丙酸酯 (相应的化合物例如描述于“Kunststoffadditive”, 第 2 版, **Gächter M üller**, 出版商: Carl Hanser-Verlag 以及“Plastics Additives Handbook”, 第 5 版, Dr. Hans Zweifel, 出版商: Carl Hanser-Verlag 中)。特别优选具有如下 CAS 号的稳定剂: 6683-19-8, 36443-68-2, 35074-77-2, 65140-91-2, 23128-74-7, 41484-35-9, 2082-79-3 以及瑞士, Basel, Ciba Specialities 的 **®Irganox 1222**, 其中在特别的方案中优选 **®Irganox 1010**、**®Irganox 1222**、**®Irganox 1330** 和 **®Irganox 1425** 型或其混合物。

[0026] 本发明薄膜通常按照原则上已知的挤出工艺生产且为单层或多层的。

[0027] 所述薄膜的厚度为 12-600 μm , 优选 25-350 μm , 特别优选 35-300 μm 。低于 12 μm , 则不能获得对预期应用, 尤其是太阳能电池组件而言合适的电绝缘性能, 且生产越来越困难。从 300 μm 往上, 拉伸强度显著降低, 当大于 600 μm 时, 拉伸强度对预期应用而言过低。

[0028] 优选通过母料将所述白色颜料和其他添加剂加入相应的层中。为了生产母料, 优选将颜料 / 添加剂和聚酯在多螺杆挤出机中混合, 通过孔板口模挤出并造粒 (= 挤出母料)。

[0029] 然而, 颜料或添加剂也可在聚酯的生产过程中直接加入, 以生产母料 - 或分批原料 (= 缩聚母料)。在该过程中, 在使用 DMT 法 (DMT = 以对苯二甲酸二甲酯作为起始单体) 的情况下, 通常在酯交换后, 或者在紧邻缩聚之前 (例如经由酯交换和缩聚反应器之间的进料管线) 以在环己烷二甲醇中的分散体形式加入颜料 / 添加剂。但是该添加也可在酯交换之前就已进行。在 TPA 法 (TPA = 以对苯二甲酸作为起始单体) 的情况下, 添加优选在缩

聚开始时进行。但随后添加也是可能的。对于该方法而言,已证明有利的是在添加之前,用 **PROGAF**[®] PGF57 (Hayward/Indiana, 美国) 过滤器对处于环己烷二甲醇中的分散体进行过滤。

[0030] 就工业性能,例如附聚体的形成而言,缩聚母料提供了优势。对短期调节,少量或可变的批料大小而言,挤出母料与缩聚母料相比在灵活性方面具有优势。

[0031] 直接在薄膜的生产过程中将颗粒或添加剂计量加至挤出机中也是可能的。但这经常带来如下缺点:与其他两种方法相比均一性变差,且可能出现附聚体,这可能会对薄膜的性能产生负面影响。

[0032] 在生产本发明薄膜的方法中,有利地以如下方式进行:将相应聚合物熔体(合适的话可含有颜料/添加剂)挤出通过扁平口模,将如此获得的薄膜为了固化在一个或多个辊(冷却辊)上引离并骤冷为基本上无定形的预膜,随后将该薄膜重新加热并双轴拉伸(取向),使所述双轴拉伸薄膜热定形。已证明有利的是整个挤出过程中的温度不超过 295°C,优选不超过 285°C,理想地不超过 280°C,因为否则的话将在薄膜中形成明显的凝胶。这尤其导致生产工艺中断并使电性能变劣。

[0033] 当原料在双螺杆挤出机中熔融并挤出时,获得就水解稳定性和电性能而言最佳的性能。当使用单螺杆挤出机时,在挤出之前应将原料干燥。这特别有利地在 110-155°C 的温度下进行 20 分钟至 1.5 小时。更长的时间和更高的温度导致引入的聚合物热降解。

[0034] 双轴拉伸通常顺序进行。由此,拉伸优选首先在纵向(即加工方向=MD),随后在横向(即垂直于加工方向,TD)上进行。这导致分子链的取向。在纵向上的拉伸可使用两个根据所需的拉伸比以不同速率运转的辊进行。对于横向拉伸而言,通常使用相应的拉幅机。

[0035] 进行拉伸时的温度可在较宽范围内变化,且取决于所需的薄膜性能。纵向和横向拉伸通常在 $T_g+5^\circ\text{C}$ 至 $T_g+50^\circ\text{C}$ (T_g = 在所用(共)聚酯中具有最高 T_g 的聚合物的玻璃化转变温度)下进行。已证明对生产率有利的是将温度调节至 $T_g+5^\circ\text{C}$ 至 $T_g+20^\circ\text{C}$ 。薄膜拉伸的温度越接近于玻璃化转变温度,工艺中可观察到的可能导致中断的边缘脆性就越低。纵向拉伸比通常为 2.0 : 1-6.0 : 1,优选 2.7 : 1-4.5 : 1。横向拉伸比通常为 2.0 : 1-5.0 : 1,优选 3.1 : 1-4.6 : 1,如果需要的话,第二次纵向和横向拉伸的拉伸比为 1.1 : 1-5.0 : 1。

[0036] 合适的话,纵向拉伸可与横向拉伸同时进行(同时拉伸)。

[0037] 在随后的热定形过程中,将薄膜在 170-255°C,优选 210-250°C,理想地在 220-240°C 的温度下保持约 0.1-10 秒。(薄膜)实际经历的温度大多比在热定形框中调节的空气温度低 1-3°C。在热定形工艺中调节的温度(=空气或环境温度)无法在完成的薄膜上直接测量。但如 US-A-6,737,226 第 6 栏所述,当测定实际经历的热定形温度并加上 1-3°C 时,其可使用完成的薄膜测定。结果显示在该工艺中调节的热定形温度谱。

[0038] 紧随热定形之后或者在热定形开始时,合适的话,将薄膜在横向上松弛 0.5-15%,优选 2-8%,且合适的话也在纵向上松弛,然后冷却并以常规方式卷起。

[0039] 为了获得所需的良好电绝缘性能,已证明有利的是面积拉伸比(MD 乘以 TD)大于 5,或者更好地大于 7,特别优选大于 8。在优选实施方案中,面积拉伸比小于 17。已证明就薄膜的操作稳定性而言,大于 20 的面积拉伸比是不利的,且从 24 的拉伸比往上,难以获得

经济上感兴趣的片膜幅的运行长度。

[0040] 所述面积拉伸比获得在薄膜的每个方向上优选均具有大于 $1500\text{N}/\text{mm}^2$ ，特别优选在薄膜的每个方向上均大于 $2000\text{N}/\text{mm}^2$ ，理想地在薄膜的每个方向上均大于 $2300\text{N}/\text{mm}^2$ 的弹性模量，且具有优选在薄膜的任意方向上均不大于 $5000\text{N}/\text{mm}^2$ 的弹性模量，理想地在薄膜的任意方向上均不大于 $4000\text{N}/\text{mm}^2$ 的弹性模量的薄膜。

[0041] F5 值（5%伸长率下的张力）优选为在薄膜的每个方向上均大于 $40\text{N}/\text{mm}^2$ ，特别优选在薄膜的方向上均大于 $50\text{N}/\text{mm}^2$ ，理想地在薄膜的每个方向上均大于 $60\text{N}/\text{mm}^2$ ；优选所述薄膜在该薄膜的任意方向上的 5%伸长率下的张力均不大于 $140\text{N}/\text{mm}^2$ 。

[0042] 撕裂强度在薄膜的每个方向上均优选大于 $65\text{N}/\text{mm}^2$ ，特别优选在薄膜的每个方向上均大于 $75\text{N}/\text{mm}^2$ ，理想地在薄膜的每个方向上均大于 $85\text{N}/\text{mm}^2$ ，且优选在薄膜的任意方向上均不大于 $290\text{N}/\text{mm}^2$ ，特别优选在薄膜的任意方向上均不 $> 220\text{N}/\text{mm}^2$ ，理想地在薄膜的任意方向均不 $> 190\text{N}/\text{mm}^2$ 。

[0043] 符合所述机械性能值是非常可取的，从而能在下游生产工艺中很好地处理所述薄膜（切割、卷起、层压、堆叠等）。高机械强度防止后续工艺中的应变和褶皱。采用所述上限值，在生产工艺中开始产生薄膜的局部过拉伸（过度膨胀）的风险，这导致过拉伸区域中的拉伸强度较低和极其不稳定的性能。除了拉伸比，机械强度也受到 IPA 含量的显著影响。当 IPA 含量上升时，强度通常降低，当 IPA 含量高于 $40\text{mol}\%$ 时，难以获得所述优选值（拉伸比必然急剧增大，这导致工艺的多次中断）。当 IPA 低于 $20\text{mol}\%$ ，特别是低于 $10\text{mol}\%$ 时，如果要获得所需值，则在生产工艺中薄膜的局部过拉伸（过度膨胀）风险增大。

[0044] 所述拉伸比进一步导致具有足够断裂伸长率的薄膜，其对生产和应用过程中的机械应力（例如风载荷）柔韧，足以用于太阳能电池组件的背面绝缘中。在所述薄膜的每个方向上的断裂伸长率均应大于 20%，优选在薄膜的每个方向上均大于 45%，理想地大于 75%。为了获得这些断裂伸长率值，已证明有利的是面积拉伸比小于 24，更好地小于 17。如果 IPA 含量增大，则断裂伸长率也增大。

[0045] 在优选实施方案中，本发明薄膜的收缩率在 150°C 下（15 分钟）在薄膜的两个方向上均小于 3%，特别优选在薄膜的两个方向上均小于 2.5%，理想地小于 1.9%。横向上的收缩率优选 $< 1.0\%$ ，特别优选 $< 0.75\%$ ，理想地 $< 0.1\%$ 。所述薄膜的收缩率优选在任意方向均不 $< -1.0\%$ （相当于 1.0% 的伸长率），特别优选在薄膜的任意方向上均不 $< -0.75\%$ ，理想地在薄膜的任意方向上均不 $< -0.5\%$ 。这可通过将热定形中的（环境 = 空气）温度调节在高于 210°C ，优选高于 220°C ，特别优选高于 228°C 实现。优选在横向上松弛超过 3%，优选该松弛的至少 30% 在低于 200°C 的温度下进行。低收缩率尤其对背面绝缘中的应用或者对在太阳能电池组件的背面层压板中的应用是重要的，因为层压工艺中的温度较高，这导致在较高收缩率值下薄膜的损耗较高，且可额外导致波纹和褶皱。如果收缩率值很高，特别是在横向上，则薄膜必须以过大的尺寸层压至太阳能电池组件上。然后在层压过程中，薄膜收缩且必须切割随后仍可能存在的任何过大的尺寸。显著的负收缩（伸长）导致在所述组件上产生波纹和褶皱，并因此导致大量成品组件被挑出。

[0046] 本发明薄膜的两个最重要的电性能是击穿电压（= BDV）和局部放电电压（= PDV）。特别重要的尤其是 BDV。

[0047] 本发明薄膜的 BDV（50Hz， 21°C ，50 相对湿度，在空气中测定）为至少 $40\text{V}/\mu\text{m}$ ，优选

至少 $100\text{V}/\mu\text{m}$, 理想地为至少 $190\text{V}/\mu\text{m}$ 。

[0048] 局部放电电压 PDV 遵循下述方程：

[0049] $\text{PDV}[\text{V}] = x[\text{V}/\mu\text{m}] \cdot \text{薄膜的厚度}[\mu\text{m}] + y[\text{V}]$

[0050] 本发明薄膜优选具有 $> 0.75[\text{V}/\mu\text{m}]$ 的 x 值和 $> 100[\text{V}]$ 的 y 值, 特别优选 $x > 1[\text{V}/\mu\text{m}]$ 且 $y > 200[\text{V}]$, 非常特别优选 $x > 1.5[\text{V}/\mu\text{m}]$ 且 $y > 300[\text{V}]$ 。

[0051] 当以 $\text{mol}\%$ 计的所述聚酯的二醇和二羧酸组分处于本发明范围之内时, 获得这些电性能。当机械性能处于优选范围, 甚至更好地处于特别优选的范围时, 尤其是当弹性模量和撕裂强度不超过所述优选上限值时, 尤其能确保获得所述电性能。对获得所需电性能而言, 此外已证明有利的是调节热定形温度不低于 210°C 且不超过 250°C 。

[0052] 基于聚酯的聚合物电绝缘材料的耐久性受到环境条件如热和相对湿度的显著影响。在特定湿度和温度标准下老化后, 聚酯的失效标准可为所用薄膜逐渐变得易碎和变脆且因此水可侵入, 这对电性能具有负面影响, 或者甚至可能损害所需的电绝缘效果。在其中电绝缘薄膜额外对总层压板的机械强度做出贡献的应用场合中, 在老化后该品质也会丧失。

[0053] 就聚酯而言, 失效原因在许多情况下为聚酯链的水解断裂, 其中从特定的最小链长起, 薄膜的脆性如此之大以至于其不再抗机械应变如伸长或弯曲。

[0054] 作为链长的度量, 以及由此也作为水解降解性 (或者耐水解性) 的度量, 测定依赖于老化时间的标准粘度 (SV) (其相对于 $\eta_{\text{相对}}$, 参见下文)。为此, 将薄膜试样在高压釜中, 在 110°C 和 100% 相对湿度下处理, 定期检测 SV 值。

[0055] 在优选实施方案中, 在开始测定之前 SV 值为高于 750, 特别优选高于 800, 理想地高于 850。高链长在开始时是有利的, 因为在相同的所用聚合物降解速率下, 其延长了耐久性。应避免对应于 < 600 的 SV 值的链长, 因为采用该链长仅能获得非常短的耐久性。也应避免高于 1200 的 SV 值的过高链长, 因为这会在挤出过程中导致问题, 这可能会对加工能力以及由此的经济可用性产生负面影响。

[0056] 作为降解速率的度量, 将 SV 值对在高压釜中的时间作图并确定最佳拟合直线的斜率。高压釜处理条件在测量方法章节中解释。在测量方法章节中所述的条件下, 优选实施方案具有 $> -3\text{SV-E}/\text{h}$ ($\text{SV-E} = \text{SV}$ 单位) 的斜率, 特别优选的实施方案具有 $> -2\text{SV-E}/\text{h}$ 的斜率, 理想地斜率为 $> -1\text{SV-E}/\text{h}$ 。在任何情况下都应避免 $< -4\text{SV-E}/\text{h}$ 的斜率, 因为材料性能下降得太快。大于或等于 0 的斜率也是困难的, 因为随后材料在最终应用时发生变化, 而这与目前标准 (以 PET 作为中间层的薄膜) 大为不同且因此可能导致难以获得层压体稳定性。

[0057] 当以 $\text{mol}\%$ 计的所述聚酯的二醇和二羧酸组分处于本发明范围中时, 获得本发明的良好低 SV 下降速率, 其中特别地, 超出 IPA 和 EG 的所述上限值是不利的。此外, 与上述内容无关, 当根据所述工艺参数生产该薄膜时, SV 下降速率受到正面影响。

[0058] 含有本发明聚合物体系的薄膜非常适用于电绝缘应用场合, 尤其是当其曝露于延长的使用期限 (数年) 和较高的温度 ($> 60^\circ\text{C}$) 以及湿度 (相对湿度大于 10%) 时, 因为其在很长时间内以及在湿热条件下保持其良好的电性能。这类应用场合例如车内的带状电缆、座椅加热的电缆、电动机绝缘以及最重要的太阳能电池组件的背面绝缘。由此, 所述薄膜可单独使用和作为与其他薄膜, 例如 EVA 薄膜或 PE 薄膜的层压体使用。

[0059] 典型的层压体如图 1-5 所示。

[0060] 图 1 所示的是具有实施例 1 的厚度为 50 μm 的本发明薄膜 (1)、厚度为 12 μm 的 SiO_x 蒸镀聚酯薄膜 (2) (其可例如以 **X-Barrier**[®] 薄膜获自 Mitsubishi Plastics) 以及厚度为 100 μm 的另一白色聚酯薄膜 (3) (其可例如以 **Hostaphan**[®] WDW/WUV 薄膜或 **Hostaphan**[®] WO/UVO 薄膜获自 Mitsubishi Polyester Film GmbH) 的层压体。各单层薄膜由粘合剂层 (4) 保持在一起。在白色薄膜 (3) 的自由覆盖层上施加额外的粘合剂层 (5) 以提供与太阳能电池的包封介质 (通常为 EVA) 的粘合。

[0061] 图 2 所示的是图 1 的层压体,但不具有粘合剂层 (5);此外,白色薄膜 (3) 被实施例 2 的本发明白色薄膜 (6) 所代替。

[0062] 图 3 所示的是一个实施方案,其中仅将具有施加的粘合剂层 (5) 且厚度为 275 μm 的实施例 3 的本发明薄膜 (7) 用作太阳能电池的背面绝缘。

[0063] 图 4 所示的是实施例 4 的本发明薄膜的层结构,其具有基层 (7)、覆盖层 (8) 和覆盖层 (9)。两个覆盖层 (8) 和 (9) 相同且各自具有 10 μm 的厚度,所述基层具有 255 μm 的厚度。

[0064] 图 5 所示的是具有实施例 1 的厚度为 50 μm 的本发明薄膜 (1)、厚度为 150 μm 的聚酯薄膜 (10) (其可例如以 **Hostaphan**[®] RN 100 薄膜获自 Mitsubishi Polyester Film GmbH, Wiesbaden 德国) 以及厚度为 150 μm 的另一白色聚乙烯或聚酯薄膜 (11) 的层压体。各单层薄膜由粘合剂层 (4) 保持在一起。

[0065] 本发明所用的聚酯薄膜以及所述层压体中所含的其他薄膜使用合适的粘合剂粘接,其中将所述粘合剂由溶液以及作为热熔体施加至本发明所用薄膜上或各个其他薄膜上。然后将所述薄膜在两个辊之间粘接成层压体。合适的粘合剂必须根据相应于薄膜的类型加以选择。已证明合适的为基于聚酯、丙烯酸酯和其他工业上标准的粘合剂体系的粘合剂。优选使用基于聚氨酯的粘合剂。由此特别优选双组分粘合剂体系。这些由具有可与多官能醇连接的异氰酸酯端基的聚氨酯预聚物组成。所述异氰酸酯端基由此可为芳族性质的,例如二苯甲烷二异氰酸酯 (MDI) 或甲苯二异氰酸酯 (TDI);或为脂族性质的,例如六亚甲基二异氰酸酯 (HDI) 或异佛尔酮二异氰酸酯 (IPDI)。将上述组分与过量异氰酸酯基团一起与其他组分如稳定剂、颜料等以及有机溶剂混合,从而获得所需性能,例如粘合性、粘合剂表面的干燥度、固含量和颜色匹配性。所述粘合剂混合物可室温固化或者在升高的温度下固化。可对载体层的表面和/或相对侧的表面进行物理预处理以获得理想的粘合剂粘接。合适方法为电晕预处理以及火焰处理和等离子体预处理。优选使用其中发生部分氧化的电晕处理,这导致材料表面的极性提高。

[0066] 然后,以此方式生产的本发明薄膜的层压体或单层必须在太阳能电池组件的生产过程中与太阳能电池的包埋材料粘合。工业实践中最常用的包埋材料为乙烯-乙酸乙烯酯 (EVA),除此之外,也可使用其他材料如聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)、聚乙烯醇缩丁醛 (PVB) 以及许多其他材料。

[0067] 为了与包埋材料粘合,原则上可使用与用于层压体层粘合的相同异氰酸酯粘合剂。如果本发明薄膜构成朝向所述电池的包埋介质 (如上所述,通常为 EVA) 的外层,则通常完全不需要粘合剂,因为令人惊讶地,本发明薄膜已对常用包埋材料 (尤其是对 EVA 和 PVB)

具有良好的粘合性。如上所述的物理预处理额外提高了粘合性。与包埋介质的粘合性也可通过施加涂层而提高。此处,又证明在所述薄膜的生产工艺过程中,在纵向拉伸之后且在横向拉伸之前采用在线涂布技术是特别经济的,因为不需采用额外的工艺步骤。

[0068] 该涂层应具有优异的对湿度和升高的温度的长期耐受性以适于用作太阳能电池组件中的背面覆盖物。其应具有良好的机械耐受性以安全耐受在所述薄膜的生产过程中、在所述薄膜的卷起和拆卷过程中以及在所述太阳能电池组件的生产过程中出现的应力和应变。

[0069] 在优选实施方案中,将由聚氨酯和交联剂组成的涂料施加至本发明薄膜上作为粘合剂,例如如 WO 2010/094443 所述。

[0070] 当将聚乙烯 (PE) 薄膜或聚丙烯 (PP) 薄膜用作层压体组件时,通常不需粘合剂。此时,如上所述的物理预处理也是有利的。

[0071] 将本发明薄膜,或者包含该薄膜的层压体在太阳能电池组件的生产过程中施加至包埋介质上,并按已知程序与其一起进行压制。

[0072] 在下述示例性的实施方案中,各性能测量根据所给标准或者方法进行。

具体实施方式

[0073] 测量方法

[0074] 标准粘度 (SV)

[0075] 标准粘度 SV-基于 DIN 53726-通过在乌伯娄德粘度计中,在 25°C 下测量处于二氯乙酸 (DCE) 中的 1 重量%溶液的相对粘度 η_{rel} 而测量。无量纲的 SV 值如下所述由相对粘度 η_{rel} 确定:

$$[0076] \quad SV = (\eta_{rel} - 1) \cdot 1000$$

[0077] 为此,将薄膜或者聚合物原料溶于 DCE 中,并在测量之前通过离心分离合适的话存在的颗粒。通过灰分测定确定颗粒的含量并通过相应的过量称入量校正。这意味着称入量 = (根据指导称入的量) / ((100 - 以%表示的颗粒含量) / 100)。

[0078] 收缩率

[0079] 用边长为 10cm 的正方形薄膜试样测定热收缩率。以使得一边平行于加工方向且一边垂直于加工方向的方式切割试样。精确测量试样 (对每个加工方向 TD 和 MD 测定边长 L_0 , L_{0TD} 和 L_{0MD}), 在具有循环空气的干燥箱中在所指示的收缩温度 (此处为 150°C) 下回火 15 分钟。取出试样并在室温下精确测量 (边长 L_{TD} 和 L_{MD})。由如下方程获得收缩率:

$$[0080] \quad \text{收缩率 [\%] MD} = 100 \cdot (L_{0MD} - L_{MD}) / L_{0MD}$$

$$[0081] \quad \text{收缩率 [\%] TD} = 100 \cdot (L_{0TD} - L_{TD}) / L_{0TD}$$

[0082] 在 370nm 下测量透明度

[0083] 透明度的测量采用获自 Perkin Elmer 的 Lambda 3UV/Vis 分光计进行。

[0084] 测量击穿电压 / 介电强度 (BDV)

[0085] 击穿电压根据 DIN 53481-3 (考虑 DIN 40634 对特殊的薄膜的指导) 测量。所述测量在 50Hz 的正弦交变电压下于 21°C 和 50% 相对湿度下,在空气中经由球 / 板 (电极直径 49.5mm) 进行。

[0086] 测量局部放电电压 (PDV)

[0087] 根据 IEC 60664-1 测量 PDV。

[0088] 测量平均粒径 d_{50}

[0089] 平均粒径 d_{50} 的测定在 Master Sizer (Malvern Instruments, 英国) 上根据标准方法 (其他测量仪器例如为利用相同的测量原理的 Horiba LA 500 (Horiba Ltd., 日本) 或 Helos (Sympatec GmbH, 德国)), 使用激光进行。为此, 将试样置于含有水的比色皿中, 然后将该比色皿置于测量仪器中。测量程序是自动的且也包括算术确定 d_{50} 值。由此, 通过由粒度分布的 (相对) 累积曲线定义确定 d_{50} 值: 50% 纵坐标值与所述累积曲线的交点在 x 轴上提供了所需的 d_{50} 值。

[0090] 测量所述薄膜的机械性能

[0091] 机械性能的测量根据 DIN EN ISO 527-1 至 3 进行。

[0092] 高压釜处理

[0093] 将薄膜 (10×2cm) 以附于金属丝上的方式悬挂于高压釜 (Adolf Wolf SANOKlav 型号: ST-MCS-204) 中, 向高压釜中充入 2L 水。在密闭高压釜后, 将其加热。在 100℃ 下, 经由排气阀用蒸汽置换空气。在约 5 分钟后, 关闭该阀, 温度由此升高至 110℃ 且压力升至 1.2-1.5 巴。在定形时间 (至少 12 小时) 之后, 该高压釜自动关闭, 在打开排气阀后, 取出薄膜。使用所述薄膜测定 SV 值。

[0094] 实施例

[0095] 方法: 将原料混合并在具有脱气功能的 Japan Steel Works 的双螺杆挤出机中挤出。挤出机区域和熔体线中的温度最高为 275℃。物料通过量为 2000kg/小时。熔体通过扁平口模 (温度为 275℃) 挤出至冷却辊 (30℃) 上, 随后在 105℃ 下纵向拉伸 3.2 倍, 然后在 110℃ 下横向拉伸 3.2 倍。

[0096] 然后将该薄膜在 222℃ 下热定形, 其中在最后区域中调节横向松弛 2%。在两个后续定形区域中, 调节 190℃ 和 150℃, 并在此时再松弛 3%。在热定形中的总停留时间为 15 秒。

[0097] R1 = 聚对苯二甲酸 / 间苯二甲酸环己烷二甲醇酯, 型号: Durastar DS2000 (生产商 Eastman, USA), SV = 980, IPA 含量约 26mol%, TA 含量约 74mol%

[0098] R2 = 聚对苯二甲酸 / 间苯二甲酸环己烷二甲醇酯, 型号 Eastar A150 (生产商 Eastman, USA), SV = 1100, IPA 含量约 17mol%, TA 含量约 83mol%

[0099] R3 = 由 DuPont (美国) 提供的具有 20 重量% TiO₂ TiPure R-105 的原料 R1, 在具有脱气功能的 Japan Steel Works 的双螺杆挤出机中配混, SV = 880

[0100] R4 = 由 DuPont (美国) 提供的具有 20 重量% TiO₂ TiPure R-105 的原料 R2, 在具有脱气功能的 Japan Steel Works 的双螺杆挤出机中配混, SV = 980

[0101] R5 = 具有 10 重量% Tinuvin 1577 (生产商 BASF, 前 Ciba SC, 瑞士) 的原料 R1, 在具有脱气功能的 Japan Steel Works 的双螺杆挤出机中配混, SV = 870

[0102] R6 = 具有 10% Cyasorb-ZV-3529 (生产商 Cytec, 美国) 的原料 R1, 在具有脱气功能的 Japan Steel Works 的双螺杆挤出机中配混, SV = 870

[0103] R7 = PETG 型 Eastar 6763 (生产商 Eastman, 美国), SV = 1045, TA 含量 100mol%, 乙二醇含量约 69mol%, 环己烷二甲醇含量约 31mol% 各层的原料组成以及所得薄膜的性能如表 1 所示。

[0104] 表 1

[0105]

性能		实施例				对比 实施例
		1	2	3	4	1
原料(对实施例 1-3 中的单层和实施例 4 中基层层)	R1	75 重量%	75 重量%		100 重量%	
	R2			75 重量%		
	R3	25 重量%	25 重量%			
	R4			25 重量%		
	R7					100 重量%
原料(实施例 4 中的 共挤出层 A/A')	R1				80 重量%	
	R5				10 重量%	
	R6				10 重量%	
总厚度	μm	50	100	275	275	50
紧临生产后的薄膜 的 SV 值	-	896	906	980	911	919
在高压釜中 144 小时 后的水解速率	SV/h	-0.70	-0.74	-0.83	-0.84	-4.1
收缩率, 纵向	%	1.5	1.7	1.7	1.8	
收缩率, 横向	%	0.0	0.1	-0.1	0.0	
弹性模量, 纵向	N/mm^2	2700	2600	2800	2500	
弹性模量, 横向	N/mm^2	2700	2600	2900	2500	
5%伸长率下的强度, 纵向	N/mm^2	77	73	80	70	
5%伸长率下的强度, 横向	N/mm^2	76	72	78	69	
撕裂强度, 纵向	N/mm^2	107	110	115	103	
撕裂强度, 横向	N/mm^2	108	109	115	106	
断裂伸长率, 纵向	%	99	102	70	95	
断裂伸长率, 横向	%	100	101	73	93	
击穿电压/介电强度 (BDV)	$\text{V}/\mu\text{m}$	251	215	195	193	
局部放电电压 (PDV)	V	376	453	904	1002	

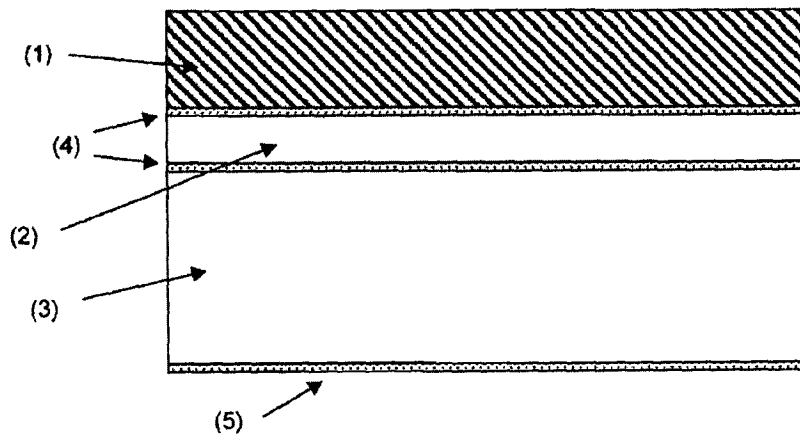


图 1

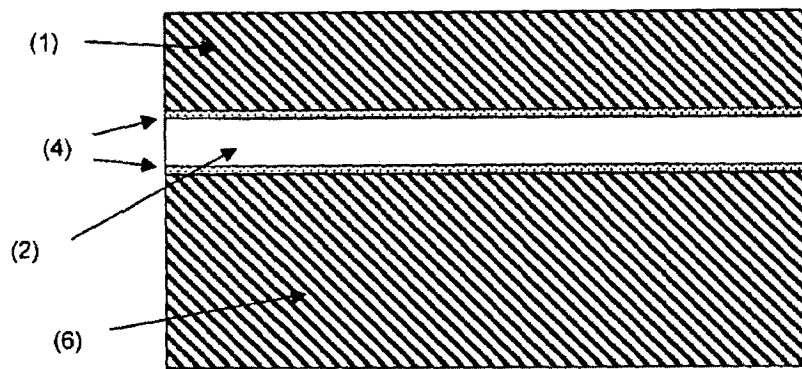


图 2

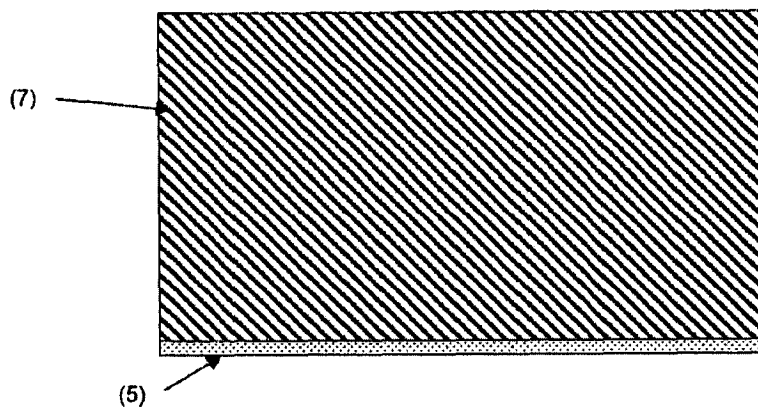


图 3

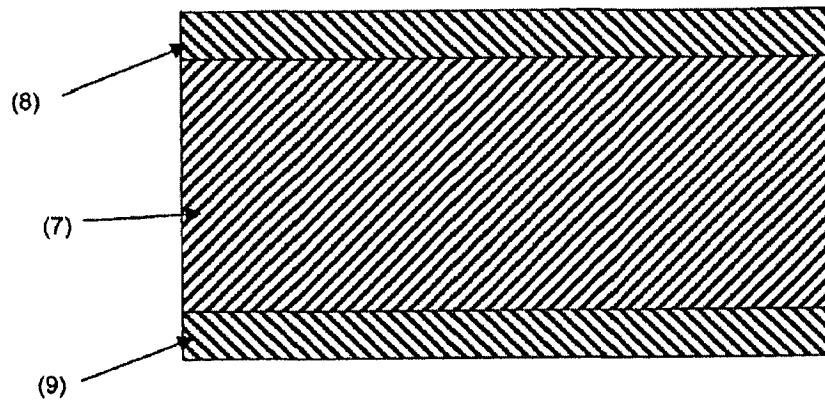


图 4

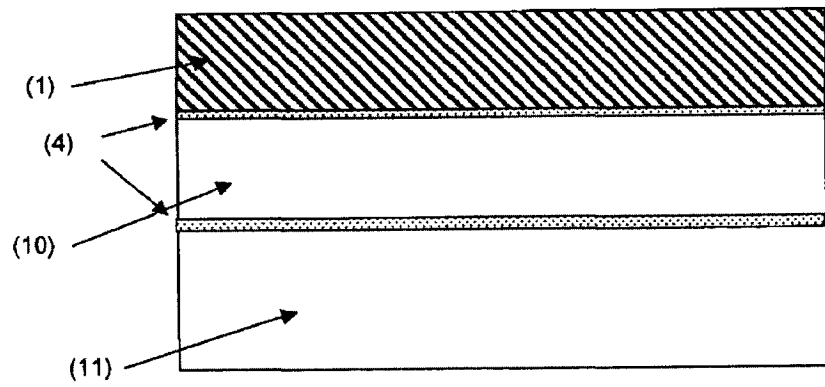


图 5