

[51] Int. Cl⁶

C08I 7/06

C08F 2/46 C08F 2/48

C23C 14/02 H05H 1/00

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97180182.7

[43]公开日 1999年12月15日

[11]公开号 CN 1238792A

[22]申请日 97.10.31 [21]申请号 97180182.7

[30] 优先权

[32]96.10.31 [33]US[31]08/741,609

[86]国际申请 PCT/US97/19856 97.10.31

[87] 国际公布 WO98/18852 英 98.5.7

[85]进入国家阶段日期 99.5.28

[71] 申请人 德尔塔 V 技术公司

地址 美国亚利桑那

[72]发明人 D·G·邵 D·S·克林

E·P·道桑 M·兰格罗斯

[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

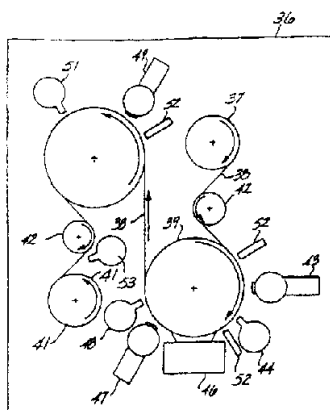
代理人 任宗华

权利要求书 5 页 说明书 18 页 附图页数 1 页

[54]发明名称 丙烯酸酯涂布方法

[57]摘要

通过闪蒸器(43、47、49)蒸发多官能丙烯酸酯单体和使丙烯酸酯以单体膜形式冷凝或在真空室(36)中用轴(37、41)使丙烯酸酯单体辊涂在塑料片材(38)上制备有高度不透氧阻隔性的材料如聚丙烯、聚酯或尼龙。通过紫外线或电子束辐射(44、48、51、53)使丙烯酸酯聚合。在所述第一层交联的丙烯酸酯上蒸气沉积(46)一层金属或氧化物不透氧阻隔材料。在所述金属层上施涂一层丙烯酸酯层。通过在紧邻沉积之前反应性等离子处理(52)表面增强丙烯酸酯层在塑料膜上的粘合力,等离子处理和涂布均在真空中进行,二者之间的时间少于三秒。使丙烯酸酯在其上冷凝的基材表面冷却至低于0℃的温度增强冷凝效率。垫鼓(39、40)和/或辊(42)可冷却至低于-15℃。



ISSN 1008-4274

专利文献出版社出版



权利要求书

6. 权利要求 1 的方法, 包括使片型基材的第一面与冷却转鼓接合和使所述转鼓旋转经过沉积站在所述基材的与所述第一面相反的第二

面上沉积所述丙烯酸酯单体，其中所述转鼓被冷却至低于 -15°C 的温度。

7. 在热塑性基材上形成粘附的丙烯酸酯层的方法，包括以下步骤：
在真空中使所述基材的表面改性以使表面张力为至少 36dynes/cm^2 ；

在所述改性步骤之后三秒之内，蒸发每个丙烯酸酯基的平均分子量在150至600范围内的丙烯酸酯单体，和

在所述基材仍保持在真空中的情况下使所述丙烯酸酯单体以单体膜形式冷凝在所述改性基材上；和

用电子辐射所述单体膜使所述丙烯酸酯单体聚合形成聚合的丙烯酸酯层。

8. 权利要求7的方法，其中所述改性步骤包括用反应性气体等离子体进行等离子处理。

9. 有低氧渗透率的阻隔片材的制备方法，包括以下步骤：

在真空中用反应性气体等离子体等离子处理聚乙烯、聚丙烯、聚酯或尼龙片型基材表面；

在紧邻等离子处理所述表面之后且仍在所述真空中时，蒸发每个丙烯酸酯基的平均分子量在150至600范围内的第一丙烯酸酯单体；

使所述第一丙烯酸酯单体以单体膜形式冷凝在所述等离子处理过的片材基材表面上；

使所述第一丙烯酸酯单体聚合形成交联的丙烯酸酯层；和

在所述片材仍在所述真空中的情况下，在与所述交联丙烯酸酯层相同的基材表面上沉积一层选自氧化硅、氧化铝和金属的不透氧阻隔材料产生涂布基材。

10. 权利要求9的方法，其中所述不透氧阻隔材料包括沉积在所述交联丙烯酸酯层上的金属，所述方法还包括以下附加步骤：

蒸发每个丙烯酸酯基的平均分子量在150至600范围内的第二丙烯酸酯单体；

使所述第二丙烯酸酯单体以单体膜形式冷凝在所述金属层上；和

使所述第二丙烯酸酯单体聚合形成第二交联的丙烯酸酯层，所有步骤均在所述片材仍在所述真空中的情况下进行。

11. 权利要求 9 的方法，其中所述不透氧阻隔材料包括沉积在所述交联丙烯酸酯层上的金属，所述方法还包括在沉积所述金属之前用反应性等离子体处理所述交联丙烯酸酯层表面的附加步骤。

12. 权利要求 9 的方法，其中所述基材包括片材，所述方法包括以下步骤：

使所述基材的第一面与冷却辊接合；

进行所述等离子处理步骤且紧邻其后，

使所述基材移动通过沉积站在所述第一面上蒸发和冷凝所述丙烯酸酯单体；和

使所述第一面上的所述第一丙烯酸酯单体交联。

13. 形成涂有丙烯酸酯层的片型基材的方法，包括以下步骤：

在沉积站之外使片型基材的前表面冷却至低于约 10℃ 的温度；

在所述基材的前表面温度仍低于环境温度的情况下移动所述冷却的片型基材进入所述沉积站；

在所述沉积站：

蒸发每个丙烯酸酯基的平均分子量在 150 至 600 范围内的丙烯酸酯单体，和

使所述丙烯酸酯单体以丙烯酸酯单体膜形式冷凝在所述冷却基材的前表面上；和

使所述丙烯酸酯单体膜聚合形成聚合的丙烯酸酯层。

14. 权利要求 13 的方法，其中所述片型基材的前表面被冷却至低于 0℃ 的温度。

15. 权利要求 13 的方法，包括以下步骤：

冷却一卷片型基材以使所述片型基材的表面冷却，

从卷轴放出所述片型基材，

使所述片型基材与冷却的转鼓接合，和

使所述冷却的转鼓旋转经过所述沉积站。

16. 权利要求 13 的方法，包括以下步骤：

使所述片型基材的第一面与冷却的辊接合；

之后使所述片型基材的另一面与冷却的转鼓接合；和

使所述冷却的转鼓旋转经过所述沉积站以在所述第一面上蒸发和冷凝丙烯酸酯单体。

17. 权利要求 13 的方法，还包括在所述基材的所述表面未加热至高于约 10℃ 的情况下在紧邻所述沉积站之前用反应性等离子体处理所述基材的所述表面的步骤。

18. 在片型基材上形成粘附的丙烯酸酯层的方法，包括以下步骤：

使所述片材的前面与冷却的辊接合使所述第一面冷却至低于约 10℃ 的温度；

在所述前面仍低于约 10℃ 的温度下移动所述片材经过沉积站使丙烯酸酯单体沉积在所述第一面上；和

使所述前面上的所述单体交联。

19. 权利要求 18 的方法，还包括以下步骤：使所述片材的另一面与冷却至低于 0℃ 的转鼓接合，和旋转所述转鼓经过所述沉积站使所述丙烯酸酯单体沉积在所述前面上。

20. 在基材上形成粘附的丙烯酸酯层的方法，包括以下步骤：

蒸发包括至少一种分子量在 150 至 400 范围内的丙烯酸酯和分子量高于 600 的丙烯酸酯的丙烯酸酯单体共混物；

使所述丙烯酸酯单体共混物以单体膜形式冷凝在所述基材的一表面上；和

使所述单体膜中的丙烯酸酯单体聚合形成聚合的丙烯酸酯层。

21. 权利要求 21 的方法，其中所述丙烯酸酯单体共混物的平均分子量在约 250 至 500 的范围内，至少包括大部分多官能丙烯酸酯分子用于交联。

22. 权利要求 21 的方法，包括至少使所述基材的表面冷却至高于所述冷凝单体共混物的冻点但低于冷凝效率明显下降的温度。

23. 在基材上形成粘附的丙烯酸酯层的方法，包括以下步骤：

蒸发丙烯酸酯单体的共混物，所述共混物包括选自三亚丙基二醇二丙烯酸酯、丙烯酸 β -羧乙酯、磷酸的丙烯酸酯、磷酸的甲基丙烯酸酯、酸式丙烯酸酯的二聚物、三聚物、和四聚物、及酸式甲基丙烯酸酯和丙烯酸的二聚物、三聚物和四聚物的物料的共混物；

使所述丙烯酸酯单体共混物以单体膜形式冷凝在所述基材的表面上；

使所述丙烯酸酯单体共混物聚合形成聚合的丙烯酸酯层；和

在所述冷凝步骤之前，至少使所述基材的表面冷却至高于所述冷凝单体共混物的冻点但低于冷凝效率明显下降的温度。

24. 形成涂有阻隔膜的基材的方法，包括以下步骤：

在片型基材上形成交联的丙烯酸酯层；

在真空中在所述交联丙烯酸酯层上施涂一层不透氧阻隔材料；和

在所述不透氧材料与任何固体表面接触之前在所述不透氧阻隔材料层上施涂保护层。

25. 权利要求 24 的方法，其中所述施涂保护层的步骤选自以下步骤：

蒸发至少有一部分多官能丙烯酸酯单体的丙烯酸酯单体，使所述丙烯酸酯单体以单体膜形式冷凝在所述阻隔材料上，和使所述单体膜中的丙烯酸酯聚合形成交联的丙烯酸酯层；

通过在所述阻隔材料上辊涂液态塑料并使所述液体固化涂布所述阻隔材料；和

在所述阻隔材料上层压保护片材。

说明书

丙烯酸酯涂布方法

发明背景

本发明涉及形成涂有防止气体如氧气和水蒸汽渗透的阻隔体的交联丙烯酸酯层的基材的技术。例如，金属的附加阻隔层进一步限制渗透。表面准备是本发明的重要特征。

US 4 842 893 公开了用固化的多官能丙烯酸酯膜和积附铝涂布未阐明的基材。指出该薄膜涂层可适用于食品包装或作为金属或其它基材的保护涂层。其它专利如 US 4 499 520、4 584 628、4 618 911、4 682 565、5 018 048、5 032 138 和 5 125 461 中用 US 4 842 893 中所述技术制备单片电容。

许多产品包括许多食品封装在塑料薄膜袋等中。这些薄膜理想地阻碍氧气、水蒸汽和有味气体渗透。例如，这对于使食品与环境气体隔离以及食品储存时保持其香味可能是重要的。

这种阻隔片通常由昂贵的塑料制成，因为低成本的膜对氧气或水的渗透性太高而不能获得较长的储存时间。成本降低的阻隔膜是非常理想的。

US 5 021 298 描述了用除聚偏二氯乙烯之外的任何光滑塑料层涂布聚烯烃片材，然后该塑料真空金属化以使金属形成阻隔膜。该塑料本身不必是阻隔材料。然而，希望增强这种板对环境气体的防渗性，还希望提供金属的防腐等。

发明概述

本发明提供一种氧渗透率低的片材，包括涂有交联丙烯酸酯层和金属层的聚合物片型基材。所述丙烯酸酯层是每个丙烯酸酯基的平均分子量在 150 至 600 范围内的丙烯酸酯单体或低聚物的交联聚合产物。优选在所述金属层之上还有另一交联丙烯酸酯层。使介电片材的表面进行增加其表面能的改性（优选通过反应性等离子处理）增加粘合力，

和通过电子束或紫外线辐射使膜固化或聚合。使基材骤冷增加积附效应。

优选在片型基材的一面上蒸发丙烯酸酯单体或低分子量低聚物并使所述单体或低聚物凝结形成单体或低聚物膜形式的丙烯酸酯层。然后使所述丙烯酸酯单体聚合形成丙烯酸酯层。

附图简述

结合附图参考以下详述将更好地理解本发明的这些和其它特征及优点，其中：

图 1 为用于形成这种电容器片材的涂布装置的示意图；

图 2 为冷凝效率与温度的关系图；和

图 3 说明有低氧渗透率的涂布聚丙烯的横截面。

发明详述

阻隔片以各种具体实施方案形成，但有效地包括基材如热塑性聚合物、交联的丙烯酸酯聚合物和附加的阻隔膜如通过真空金属化涂布的连续铝涂层。所述金属化层涂有另一层交联丙烯酸酯也是希望的。所有涂层均在真空中以连续法涂布，所述基材不从真空中取出。

各种具体实施方案的丙烯酸酯层优选以汽化的丙烯酸酯单体或低聚物形式沉积。用紫外线或电子束辐射所述单体膜使丙烯酸酯聚合形成单片层。辐射聚合是常用实施方法，所需电子通量或波长及所需紫外线的总通量是公知的。

单体的蒸发优选用 US 4 722 515、4 696 719、4 842 893、4 954 371 和 5 097 800 中所述的闪蒸设备。这些专利也描述了通过辐射聚合丙烯酸酯。在该闪蒸设备中，将液态丙烯酸酯单体以 1 至 50 微米的液滴注入加热室。该室的高温使液滴气化产生单体蒸气。单体蒸气充满一般为圆筒形的室，该室有一纵向割缝形成喷嘴，单体蒸气通过喷嘴流动。该喷嘴后面的室典型地为直径约 10 厘米、长度与基材的宽度相对应的圆筒，单体在其上冷凝。在举例说明的方法中，该室的壁可保持在约 200 至 320℃ 的温度下。

图 1 中示意性地示出适用于在基材上涂布丙烯酸酯和金属层的装

置。所有涂布设备均位于常规的真空室 36 中。一卷聚丙烯、聚酯或尼龙片材安装在出卷轴 37 上。形成基材的片材 38 绕第一转鼓 39 和第二转鼓 40 缠绕，而供至卷取轴 41。适当使用惰轮 42 引导片材由出卷轴至转鼓再至卷取轴。

闪蒸器 43 安装在第一涂布站邻近转鼓处。闪蒸器使丙烯酸酯单体层或膜沉积在绕该转鼓移动的基片上。涂有丙烯酸酯单体后，基片进入辐射站，在辐射站丙烯酸酯被源 44 如电子枪或紫外辐射源辐射。辐射或电子轰击该膜诱导丙烯酸酯单体聚合。

然后片材进入金属化站 46，在此通过真空金属化施加金属涂层用作电极。然后片材通过另一闪蒸器 47，在此另一层丙烯酸酯单体沉积在金属上形成保护层。来自邻近该鼓的紫外或电子束源 48 的辐射使该层单体固化。取决于丙烯酸酯层是在金属层之上还是在金属层之下，可使用蒸发器 43 或 47 之一。显然，如果金属层位于丙烯酸酯层之间，则两个蒸发器及其各自的辐射源均被使用。

然后片材通入第二转鼓 40，经过另一闪蒸器 49 沉积另一层丙烯酸酯单体。来自邻近第二转鼓的紫外或电子束源 51 的辐射使该层单体固化。这两个转鼓这样布置以使与第一转鼓相邻的第一蒸发器将丙烯酸酯施于片材的一面而与第二转鼓相邻的蒸发器 49 将丙烯酸酯层施于片材的另一面。两面均涂有丙烯酸酯层且至少一面涂有金属层的片材缠绕在卷取轴 41 上。该卷片材从真空系统中取出使用。

当片材要用作阻隔膜时，可仅在片材的一面沉积而可省去第二转鼓。

用于制备介电层的丙烯酸酯树脂的例子是平均分子量在 150 至 600 范围内的单体或低聚物。优选该单体的平均分子量在 250 至 500 范围内。较高分子量的氟化丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯可与这些低分子量原料等同，也用于形成沉积的丙烯酸酯层。例如，分子量为约 2000 的氟化丙烯酸酯与分子量约 300 的未氟化丙烯酸酯同样蒸发和冷凝。氟化丙烯酸酯分子量的可接受范围为约 400 至 3000。氟化的丙烯酸酯包括一丙烯酸酯、二丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯。氟化丙烯酸酯是快速固化

的。甲基丙烯酸酯一般固化太慢而不理想，而氟化丙烯酸酯快速固化。氟化丙烯酸酯也可适用。

分子量是分子中所有原子的原子量之和。原子量是以 ^{12}C 同位素的原子量 12 为基准的相对原子量。原子量单位可为例如克/克分子或磅/磅分子。不管单位是什么，数值是相同的。因此分子量的单位很少提及。本文中所用分子量单位为克/克分子。

丙烯酸酯的分子量范围也可通过在预聚物雾化进入气化室之前预热而扩大。这降低了粘度而使蒸发加速。粘度降低从雾化器产生更小的液滴而使蒸发加速。这还可能使在环境温度下为固体的聚合物蒸发。可预热各单体或单体的共混物。例如，共混物可有大量分子量为约 300 的单体和少量分子量在约 800 至 1000 范围内的另一种单体。这种单体共混物可通过在雾化进入气化室之前预热而顺利地蒸发。

丙烯酸酯层的厚度足以平滑下面基材表面的粗糙度是理想的。例如，聚丙烯可有约 1/2 至 1 微米的表面粗糙度。约 2 微米厚的丙烯酸酯层足以平滑该表面以避免不易接受真空金属化的陡坡。

单体聚合时，膜可能收缩。过度收缩可导致该层在基材上的粘合力较差。该层在基材上的粘合力也与层厚有关。在不损失粘合力的情况下薄层可比厚层容忍更大的收缩。在丙烯酸酯层所用薄层中由于非常薄可容忍高达约 15 至 20% 的收缩率。然而，对于可靠的涂层粘合力，优选收缩低于 10%。

为获得低收缩率，应有相对低的交联密度。交联密度高的原料如己二醇 dacryolith (HDDA) 和三羟甲基丙烷 dacryolith (TMPTA) 粘合力比低交联密度的组合物差。定义交联密度和收缩率的一种方式考虑分子的大小和每分子的丙烯酸酯基数。

优选地，所述丙烯酸酯单体的平均分子量与丙烯酸酯基之比在 150 至 600 的范围内。换言之，如果所述丙烯酸酯是一单丙烯酸酯，则分子量在 150 至 600 的范围内。（实际上由于其它原因优选一单丙烯酸酯的分子量大于 250。）另一方面，如果使用二丙烯酸酯，则分子量可在 300 至约 1200 的范围内，如果使用三丙烯酸酯或其它低聚物，则

分子量可更高。

也可使用不同官能度和分子量的丙烯酸酯的共混物。在此情况下，平均分子量与丙烯酸酯基之比应在 150 至 600 的范围内。该数值范围使丙烯酸酯层固化时收缩率足够低而获得良好的粘合力。如果分子量与丙烯酸酯基之比太高，则可能过度收缩和粘合力较差。该比的一些例子如下：

三羟甲基丙烷二丙烯酸酯	98
乙二醇二丙烯酸酯	113
丙烯酸 β -羧乙酯	144
三亚丙基二醇二丙烯酸酯	150
聚乙二醇二丙烯酸酯	151
三亚丙基二醇甲基醚一丙	260
烯酸酯	

三亚丙基二醇二丙烯酸酯与三亚丙基二醇甲基醚一丙烯酸酯的 50/50 共混物的平均比值为 205。可将较高分子量的物料与丙烯酸 β -羧乙酯（BCEA）共混提供适合的平均分子量物料。

所用丙烯酸酯可以是多元醇丙烯酸酯、酸式丙烯酸酯、氨基丙烯酸酯和醚丙烯酸酯。适用的丙烯酸酯不仅分子量在合适的范围内，而且还有不阻碍粘合的“化学性”。一般地，极性强的丙烯酸酯与金属层的粘合比极性弱的单体好。长的烃链可能阻碍与金属的粘合但可能利于沉积于非极性表面。例如，丙烯酸月桂酯有长链，假定对准离开基材的方向而阻碍与沉积金属层的粘合。

闪蒸用的典型单体包括适量的二丙烯酸酯和/或三丙烯酸酯以促进交联。可使用丙烯酸酯的共混物以获得要求的蒸发和冷凝特性和粘合力，控制聚合期间沉积膜的收缩率。

适用的单体是可在低于单体的热分解温度且低于在该蒸发温度下聚合在少于几秒内发生的温度下在真空室内闪蒸的那些单体。单体在闪蒸装置中的平均时间典型地少于 1 秒。要避免热分解或聚合使蒸发装置的污垢最少。所选择的单体还应在暴露于紫外线或电子束辐射时

易交联。

单体组合物可包括单丙烯酸酯和二丙烯酸酯的混合物。三丙烯酸酯有反应的倾向且在升温下可聚合。一般而言，分子量较高的物料收缩率降低。

一般希望至少大部分气化的丙烯酸酯单体是用于交联的多官能丙烯酸酯。优选地，丙烯酸酯包括至少 70% 多官能丙烯酸酯如二丙烯酸酯或三丙烯酸酯。优选地，丙烯酸酯单体的平均分子量在 250 至 500 的范围内。如果分子量低于约 250，则单体易蒸发，但在基材不冷却的情况下不能定量地凝结在基材上。如果分子量高于约 500，则增加了单体蒸发的难度而需要较高的蒸发温度。如上所述，某些有较高分子量的氯化甲基丙烯酸酯与较低分子量的未氯化丙烯酸酯相当。

优选地，丙烯酸酯单体在 25℃ 下的蒸气压在 1 至 20 微米汞柱的范围内。如果蒸气压低于约 1 微米，则使足量的物料蒸发以合理的涂布速度在片型基材上形成涂层可能需要异常高的温度。高温可能导致单体热分解或早期固化。如果蒸气压高于约 20 微米汞柱，则单体在基材上凝结形成膜的效率可能太低而无法实施涂布操作。直至基材表面被冷却至低于单体的冻点不能获得足够的效率，在此情况下物料不能适当地聚合。

有至少五种单丙烯酸酯、十种二丙烯酸酯、十至十五种三丙烯酸酯和两或三种四丙烯酸酯可包括在该组合物中。最优选该丙烯酸酯包括分子量为 226 的己二醇二丙烯酸酯 (HDDA) 和/或分子量为约 300 的三亚丙基二醇二丙烯酸酯 (TRPGDA)。可使用其它丙烯酸酯，有时组合使用，单丙烯酸酯类如丙烯酸月桂酯 (M. W. 240) 或由 Radcure of Atlanta, Georgia 生产的环氧丙烯酸酯 RDX80095；二丙烯酸酯类如二甘醇二丙烯酸酯 (M. W. 214)、新戊基二醇二丙烯酸酯 (M. W. 212)、丙氧基化新戊基二醇二丙烯酸酯 (M. W. 328) 和聚乙二醇二丙烯酸酯、四甘醇二丙烯酸酯 (M. W. 302)、和双酚 A 环氧二丙烯酸酯；和三丙烯酸酯类如三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 (M. W. 296)、乙氧基化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 (M. W. 428)、丙基化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯

(M. W. 470) 和季戊四醇三丙烯酸酯 (M. W. 298)。单甲基丙烯酸酯类和二甲基丙烯酸酯类如三甘醇二甲基丙烯酸酯 (M. W. 286) 和 1, 6-己二醇二甲基丙烯酸酯 (M. W. 254) 可能也适用, 但可能固化太慢而不适用于高速涂布操作。

已知使用含有高分子量组分的丙烯酸酯可增强片材与丙烯酸酯涂层之间的粘合力。实际上, 通常将分子量非常高的低聚物与低分子量单体混合。低聚物的分子量通常高于 1000, 常高达 10 000 或者甚至更高。用单体作为稀释剂以降低涂料的粘性, 增加丙烯酸酯基的数量以提高固化速度、硬度和所得涂层的耐溶剂性。

一般认为使高分子量的丙烯酸酯蒸发是不切实际的, 因为它们的蒸气压非常低且粘度很高。蒸发的丙烯酸酯涂料限于低分子量单体, 一般分子量低于约 400 且粘度较低。一般粘度低于 50 厘沱。例如, Henkel 4770 (为胺丙烯酸酯) 有足够高的分子量, 其在 25℃ 下的粘度为约 1000 厘沱。该物料在蒸发之前在蒸发器中固化。粘度超过 200 厘沱的丙烯酸β-羧乙酯 (BCEA) 也在蒸发器中固化。

然而, 已发现通过混合非常低和非常高粘度的物料, 可获得闪蒸、冷凝和固化。例如, 70%Henkel 4770 和 30%二甘醇二丙烯酸酯的混合物粘度为约 12 厘沱, 可成功地蒸发、冷凝和固化。70%三亚丙基二醇二丙烯酸酯 (TRPGDA) 和 30%丙烯酸β-羧乙酯 (BCEA) 的混合物粘度为约 15 厘沱, 可容易地蒸发、冷凝和固化。低粘度的组分降低共混物的粘度, 改善在蒸发器中的雾化, 有助于高粘度丙烯酸酯的闪蒸。

实质上在高和低分子量丙烯酸酯的分子量 (因而粘度) 之间权衡。一般地, 低分子量组分的较低分子量和粘度、较高分子量组分的较高分子量和粘度可用于满意的蒸发和冷凝。在闪蒸器中良好雾化的理由很简单。这实质上是基于共混物粘度的物理效应。成功地蒸发的原因尚不清楚, 假定低分子量丙烯酸酯实质上稀释了高分子量物料, 低分子量物料的高能蒸发有效地冲走较高分子量的物料。

使用高和低分子量丙烯酸酯的共混物时, 优选共混物的重均分子量在 250 至 600 的范围内, 优选最高约 500。这确保共混物在蒸发器内

在合理的温度下良好地气化。

低分子量丙烯酸酯的一些例子是己二醇二丙烯酸酯、二甘醇二丙烯酸酯、丙烷二丙烯酸酯、丁二醇二丙烯酸酯、三亚丙基二醇二丙烯酸酯、新戊基二醇二丙烯酸酯、丙烯酸苯氧基乙酯、丙烯酸异冰片酯和丙烯酸月桂酯。高分子量丙烯酸酯的一些例子是双酚 A 二丙烯酸酯、BCEA、Radcure 7100 (购自 Radcure, Atlanta Georgia 的胺丙烯酸酯)、Radcure 169、Radcure 170、丙烯酸酯化和甲基丙烯酸酯化磷酸、Henkel 4770 (购自 Henkel Corporation, Ambler, Pennsylvania 的胺丙烯酸酯) 和甘油丙氧基三丙烯酸酯。

特别优选的高分子量物料包括 BCEA, 其为酸性, 固化时收缩率仅约 4%。另一种适用的物料是磷酸的丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯。也可使用酸性丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯的二聚物、三聚物和四聚物。例如, Henkel 4770 是极性的, 有助于增加固化速度和粘合力。一般地, 用较高分子量的组分增加柔软性, 降低收缩率或提供一些特殊的化学特性如对酸或苛性碱的耐性。

已发现单体膜沉积于其上的基材的温度可对冷凝的效率有很大影响。温度的影响取决于具体的单体。图 2 中示出效率与温度关系的示例。在低表面温度如接近 0℃ 下, 效率基本上为 100%, 所有单体均冷凝。在稍高的温度如 20℃ 下, 实际上即使有也很少单体冷凝在基材上。可见在某些温度范围内, 冷凝效率对于相对少的温度变化相当敏感。因此, 为有效冷凝, 基材表面应冷却至低于 0℃。当片材的冷却在冷却垫鼓上进行时, 转鼓表面的温度要低得多。可以确定当表面足够冷时, 即使直接测量片材的温度很难。如果表面高于约 0℃, 则冷凝效率差。

对于更高的分子量, 低挥发性单体或低聚物, 表面的临界冷却温度可能高于 0℃。对于这种物料, 表面温度应低于 10℃。

由于冷凝效率相当陡地变化, 且由于闪蒸和辐射趋于使基材温度升高, 所以希望使该基材卷冷却直至被放在涂布装置中的出卷轴上。因此, 该卷片材可储存在低温冷藏箱中。还希望使转鼓冷却, 例如用冷

却水和乙二醇溶液冷却，以使基材保持在低温下。对于最低温度，可能需要硅酮液。

当被涂布的片材光滑且薄（一般低于 12 微米）时，用分子量至少 250 的单体、冷却至 -15 至 -35°C 范围内的温度的加衬转鼓可获得良好的冷凝效率。这在以约 80 至 330 米/分钟的速度涂布聚丙烯或聚酯片材时已观察到。使用较厚的片材时，冷凝效率可能明显降低。例如，厚度约 20 微米的聚丙烯片材用转鼓温度低于约 -9°C 的转鼓以可比速度涂布时冷凝效率低于 70%。这些试验是在不预冷却出卷轴上的基材的情况下进行的。看来当基材以高速度经过冷却的涂布鼓时没有足够的时间使冷却达到片型基材。因此，当片材暴露于丙烯酸酯蒸气中时片材的暴露表面不冷。

图 2 包括一系列数据点，表明作为基材温度的函数测量的己二醇二丙烯酸酯单体的冷凝效率。HDDA 是分子量约 212 的相对挥发性单体。挥发性较低的单体如分子量约 300 的三亚丙基二醇二丙烯酸酯有较高的冷凝效率。然而，该物料也需要某种程度的冷却。

单体的分子量不应增加太多，因为随着分子量增加蒸气压迅速下降。要蒸发分子量非常高的单体如高于约 600 的，蒸发器温度需增至高达 350°C 。这样极端的蒸发器温度可使单体分子降解。优选丙烯酸酯单体的分子量保持在低于约 600。

还必须避免基材的过量冷却。例如，涂布鼓温度低于约 0°C 时 HDDA 冷冻在基材上。冷冻的单体不能聚合。因此，冷却温度必须保持基材表面高于单体的冻点但低于冷凝效率显著降低的温度。对于工业上可接受的沉积，冷凝效率应超过 90%。因冷凝效率低所致物料损失比收集杂散在真空室、泵和其它设备中的冷凝物的意义小。优选冷凝效率近 99%。

除预冷该卷基材之外，还可在前面所述蒸发器的前表面冷却该片材。例如，可冷却出卷轴和第一转鼓之间的惰轮 42，在基材到达第一转鼓之前冷却基材的前表面。为使基材片材的前面达到足够低的温度有效冷凝，与该前表面接触的惰轮应被冷却至低于 0°C ，优选低于

-15℃。

还希望在沉积金属后使片材离开主沉积转鼓，使片材的前表面经过冷却轮使镀金的表面冷却。铝在表面上的真空沉积加热了片材，发现沉积后的附加冷却提高了沉积效率而涂层得到改善。该技术可能不适用于涂布阻隔片，因为未保护的金属涂层与轮接触可能导致用显微镜足以看见的表面损害而降低阻隔性能。优选地，在涂布过的片材表面与任何固体表面接触之前用交联的丙烯酸酯涂布该金属化表面。

例如，也可通过冷却的惰轮冷却基材的前表面，然后在冷却的前表面上沉积金属。该初冷却可足以使上层的丙烯酸酯层能成功地沉积在该预冷却的基材上。

还能注意到在涂布丙烯酸酯单体的基材表面相对较粗糙的情况下，通过转鼓预冷可能不适合，而可能需要预冷该卷基材片材。例如，在 9 微米厚的半透明聚丙烯片材上进行沉积，沉积效率相对较低。该片材的表面粗糙度为约 1/2 至 1 微米。片材上沉积丙烯酸酯后的转鼓被冷却至约 0 至 4℃ 的温度。由于粗片材不能与冷却转鼓进行良好的热接触，所以冷凝效率低于约 70%。这可与可比厚度和涂布速度的光滑片材比较，光滑片材的沉积效率为约 99%。在将该卷片材放入真空装置中之前预冷也恢复高效冷凝。

对于除制备用于绕组电容器的片材之外的应用，预冷要在其上沉积丙烯酸酯的片材可能是重要的。例如，有时希望用丙烯酸酯涂布纸，纸的粗表面使其不能通过转鼓上的加衬表面冷却。同样，要涂布的片材相对较厚以致没有充足的时间冷却片材的整个厚度时，预冷可能是重要的。

意外地，当所述技术试验用于在聚丙烯基材上形成丙烯酸酯层时，该丙烯酸酯单体甚至用电子枪强辐射也不能固化。发现丙烯酸酯单体在聚丙烯基材上冷凝成膜但不能聚合。电子枪的电流提高到五倍且电子束电压从约 10kV 加倍至约 20kV。涂布速度从约 150 米/分钟降至低于 40 米/分钟，仍不能固化。已知有足够的电流和足够的能量完全渗入丙烯酸酯层，但该涂层不固化。

假定未处理的聚丙烯片材表面在固化工序期间带有负电荷，可能排斥电子束进入。聚丙烯是出色的绝缘体。聚丙烯的极好绝缘性利于表面电荷的形成。

已发现一旦片材的表面导电率增加，丙烯酸酯单体既可固化在聚丙烯基材上。这可能与表面张力相关联。未处理的聚丙烯片材表面张力为约 25 至 32 dynes/cm²。电晕处理后聚丙烯的表面张力为约 29 至 33 dynes/cm²。已表明涂布在表面张力为约 34 至 35 dynes/cm² 的聚丙烯片材上的丙烯酸酯不能用电子束固化。然而，还表明表面张力为约 36 至 40 dynes/cm² 的聚丙烯片材容易涂布和固化。已试验将表面处理至张力高达 56 dynes/cm²，丙烯酸酯单体膜可容易地通过电子轰击固化。

表面处理对聚酯和其它非导电性表面是有益的，但作用不如聚丙烯大。

可在上述任何涂布步骤之前通过预处理改变聚丙烯片材的表面导电率，或者在相同的涂布操作工艺中在线施加表面处理。不在线处理基片的最常用技术是在空气或氮气中使其暴露于电晕放电。这激活基材表面，也激活氧气和氮气与活化的表面反应。这些化学基团掺入表面之上，改变表面的导电率和表面张力。

在研究处理片材表面的各种技术期间，发现在真空室内进行表面处理对所有表面都很重要，不仅是原料片材表面。预先在空气中处理可能产生益处，但其随时间而衰退。此外，如上所述，聚丙烯的电晕处理根本不能使表面能升至可获得丙烯酸酯电子束固化的点。

因此，发现在紧邻涂布之前用反应性等离子体处理要涂布的表面是理想的。常规的等离子枪 52 位于真空室中各闪蒸器 43 和 49 上游用于在单体沉积之前连续活化片材的表面。最重要的是在第一次施加丙烯酸酯涂层之前等离子处理未涂布的片材表面。另一等离子枪 52 设置在紧邻真空金属化站 46 之前。使用常规的等离子发生器。

在举例说明的实施方案中，等离子发生器在约 500 至 1000 伏的电压下以约 50 KHz 的频率操作。功率约 500 至 3000 瓦。例如对于以 30

至 90 米/分钟的速度移动的 50cm 宽的片材，约 500 瓦似乎是适当的。

还已发现重要的是用反应性气体操作等离子发生器。已证明氩气和氮气对粘合力实质上没有影响。氧气、氮气、氧化氮 (NO)、氧化亚氮 (NO₂) 及混合物如纯净的空气是适用于等离子体的反应性气体。

已发现在表面不经反应性等离子处理的情况下，沉积物料的粘合力较差。沉积膜的厚度和丙烯酸酯的化学性质是从属于表面准备的因素。此外，未涂布的片材表面不经反应性等离子处理的情况下，表面上沉积的丙烯酸酯根本不能用电子束固化。

假定等离子体中的反应性物质 (离子和电子) 使基材聚合物中的碳-碳键和碳-氢键断裂。反应性离子可与断裂的键结合，或者这些键可能保持断开而为与丙烯酸酯单体或低聚物反应提供活性位。此外，来自其原始工艺和在加入真空室之前暴露于空气中，基材表面可能含有冷凝的污染物如水和有机分子。已知某些有机分子特别是硅烷和一些工业溶剂高度地吸附在表面上而影响表面的化学性质，在某些工艺设施中绝对禁止存在这些化学物质。试验证明丙烯酸酯涂料施于含剥离层如蜡或硅酮物料的表面时基材表面上发生化学变化。用反应性等离子体处理该表面，丙烯酸酯沉积于处理后的表面上并通过电子束辐射交联。已发现剥离涂层不再有效且该涂层不能从基材上去除。

重要的是迅速地用丙烯酸酯单体或低聚物涂布通过反应性等离子处理产生的活化表面。产生的高反应性表面可与体系中将抑制粘合的水或其它物质结合。在少于 3 秒之内涂布是重要的，反应性等离子处理和涂布之间的时间典型为 1/2 秒至低达 1/10 秒。

反应性等离子处理和涂布均发生在真空中也是重要的，以防止与抑制粘合的水或其它类分子接触。常用的真空为约 10^{-2} 至 10^{-4} 托尔，压力低于 10^{-2} 是重要的。

假定在沉积过程中蒸发的丙烯酸酯单体可有时间分布在真空室内。在片材到达蒸发站之前或在固化站和金属化站之间该单体可冷凝在冷却的片材上。在真空室内的活化环境中，一些单体可部分地反应而在基材和沉积的涂层之间形成插入层降低粘合力。例如，当整个丙

烯酸酯层立即固化时丙烯酸酯最有效地固化。因此，重要的是在进一步沉积之前除去部分固化的冷凝丙烯酸酯层。等离子处理可实现此去除而适用于金属化之前或之后。

丙烯酸酯单体沉积在片材上是有迹象的。该单体有特征气味，而交联的丙烯酸酯不存在该气味。可对从真空室排出的各表面检测该气味。例如，可用丙烯酸酯层涂布一张纸，固化，然后金属化。可对该纸张的前后两面检测丙烯酸酯的气味。

使蒸发器与真空室的其余部分隔开可使用于去除沉积的丙烯酸酯单体的相继等离子处理最小化。例如，可用液氮冷却的紧配合隔板冷凝来自蒸发器的杂散单体，提供紧密或曲折的路径使不冷凝单体的传递最小。可将分开的真空系统施于一些区域用于除去丙烯酸酯蒸气使之不冷凝在不希望的部位。

然而，在第一次涂布之前的初始等离子处理仍是至关重要的。商购的塑料片材表面似乎有污染影响粘合力，在沉积金属或丙烯酸酯之前除去该污染是理想的。该表面污染可能来自生产片材中所用的加工助剂、片材的未聚合组分或在其原始生产之后沉积在片材上的物质。

有趣的是在放入真空室之前一面被预金属化的片材在该金属上面似乎有一层膜影响丙烯酸酯的粘合。假定未金属化的该片材反面上的干扰物质在卷中时部分地转移至该金属化面。在沉积丙烯酸酯单体之前等离子处理该金属层明显增强粘合力。

意外的发现是在紧邻金属化之前用反应性等离子体处理基材或丙烯酸酯表面明显改善金属涂层。铝在交联丙烯酸酯上的粘合力可能很差。反应性等离子处理产生良好的粘合力。此外，沉积铝时，例如，反应性等离子处理后铝涂层的光密度比未用等离子处理的相同涂层增加约 20%。通过简单地开关等离子发生器可见此结果，可看见光密度事实上瞬间改变。此外，在紧邻真空金属化之前用反应性等离子体处理表面时，铝膜的导电率增加约 15 至 20%。这些效果在不增加单位面积上沉积铝量的情况下发生。

在金属化之前用反应性等离子体处理表面明显增加密度和导电率

时，有非常有益的结果。在膜质量无任何下降的情况下，用等离子处理比不用等离子处理时涂布装置的操作可快高达 20%。

等离子处理与在空气中电晕处理明显不同。等离子处理的效果可在已经电晕处理的聚丙烯上观察到。等离子处理比镀金提前仅非常短的间隔且在同样真空中是重要的。如果表面被等离子处理，除去真空然后金属化，则消耗等离子处理的一些效益。

也可通过机械法代替上述蒸发技术用可辐射固化的丙烯酸酯涂布基材。在此情况下，用相对较粘的液态低聚物作为涂料。可通过常用的挤出贴面、辊涂、凹槽辊涂、刮板等涂布。用于该涂布的物料的分子量在约 1000 至 50 000 的范围内，与涂布技术、涂层厚度和所要涂布速度相适应。已发现与低分子量单体相比，用较高分子量的低聚物涂布时不必专门地脱气。低聚物的粘度高得多，对可能干扰真空处理的气体和高蒸气压分子的溶解能力显然较低。此外，与单体相比粘度较高的低聚物释放任何溶解物可能微不足道。

重要的是在辊涂等之前迅速在真空中用反应性等离子体处理塑料片表面，正如通过蒸发和冷凝沉积丙烯酸酯时它是重要的一样。试图用电子束固化涂层时这是重要的。它对于确保与下面基材的粘合也是重要的。因此，通过辊涂等用可辐射固化的丙烯酸酯涂布片材的方法如下：

将一卷片材放入用泵抽吸至低压的真空室中。当丙烯酸酯通过紫外辐射固化时，稍低于 100 微米 (10^{-1} 托尔) 的真空可能足够。对于电子束固化和金属的蒸发涂布优选较高的真空，约 10^{-4} 托尔。片材从卷轴放出，使要涂布的表面通过等离子处理站，在此暴露于反应性等离子体中。然后该片材迅速通过涂布装置，在此液态低聚物薄膜施于被处理过的表面。然后该片材通过电子束固化站，在此用电子束辐射低聚物膜使低聚物交联。然后片材进入真空金属化站涂布铝等膜，有或没有附加的等离子处理。最后，涂布另一丙烯酸酯膜，交联以保护金属化膜。在该金属化涂层接触可能使膜产生缺陷的任何固体表面如另一辊之前涂布第二丙烯酸酯膜。第二涂层可通过辊涂施涂，因为金属

化膜与湿辊接触似乎不导致缺陷降低膜的阻隔性。

用交联的丙烯酸酯和/或金属涂布塑料片明显增强用于包装的片材的阻隔性。当片材用于包装食品、香烟或许多其它物品时，存在丙烯酸酯的气味是不能接受的。该气味均可通过在片材从真空中取出之前使片材上残余的所有丙烯酸酯单体固化消除。

电子枪 53 安装在真空室中最后惰轮 42 和卷取轴 41 之间。来自该枪的电子轰击使片材被卷起之前表面上残余的任何丙烯酸酯单体聚合。可用紫外辐射代替。安排电子枪在卷取轴上的片材和从所述惰轮向前的片材之间的会集区辐射片材。在该会集区辐射，可用单一电子枪辐射片材的两面。当真空系统保持清洁并防止杂散的丙烯酸酯冷凝在片材上时，最后的固化步骤可能不重要。

如前所述，闪蒸器的喷嘴典型地包括沿蒸发器室纵向延伸的缝隙。在举例说明的蒸发器中，喷嘴缝的宽度可在 0.75 至 1mm 的范围内。单体冷凝在上面的基材表面可距喷嘴约 2 至 4mm 移动经过喷嘴。基材经过喷嘴的典型移动速度为约 100 至 500 米/分钟。

已发现有蒸发并交联的丙烯酸酯表面薄涂层的聚丙烯、聚酯或尼龙片材有非常低的氧渗透率。对于低成本的食品包装材料很需要，例如，包装的氧渗透率低适用于食品保鲜。金属化塑料片材适用于此目的。用于包装食品的典型片材包括金属化的尼龙或聚酯片材。用购自 Modern Controls, Minneapolis, Minnesota 的 Mocon Oxtran System 测量，金属化尼龙的氧渗透率为约 $0.05 \text{ ml}/100 \text{ in}^2/\text{hr}$ ($\text{ml}/645\text{cm}^2/\text{hr}$)。金属化聚酯的典型氧渗透率为约 0.08。另一方面，金属化聚丙烯的氧渗透率为约 2.5，通常不适用于氧渗透率低较重要的包装。

据信金属化聚丙烯的氧渗透率高是因聚丙烯片材固有的表面粗糙度所致。尼龙和聚酯片材相当光滑，可容易地施涂均匀厚度的金属涂层作为良好的不透氧阻隔层。典型地，聚丙烯有表面粗糙度可为约 1/2 至 1 微米，在某些片材中更高。约 2 微米厚的丙烯酸酯层足以平滑该表面使表面能接受足够连续而有低氧渗透率的阻隔涂层。

没有任何涂层的聚丙烯片材的氧渗透率可为约 100。然而，如果铝层 65 施涂于聚丙烯片材基材 64 表面，则氧渗透率降至约 2.5。意外地，当聚丙烯上形成仅约 1 微米厚的丙烯酸酯层 63 然后覆盖一层金属 65 时，氧渗透率降至约 0.05，该值低于金属化聚酯。假定沉积于聚丙烯表面的液态丙烯酸酯单体膜有光滑的高温表面，当该丙烯酸酯聚合时表面仍光滑。则金属化层可形成良好的不透氧阻隔层。通常优选铝涂层作为阻隔膜。

可在聚乙烯、聚丙烯、聚酯或尼龙基材或其它片材（包括纸）上形成透明的阻隔膜。首先，在基材上沉积一层丙烯酸酯单体，并交联。然后用一层 SiO_x 或氧化铝涂布该丙烯酸酯层，二者均有良好的耐氧渗透性。丙烯酸酯层的耐高温性允许在显著更高的温度下将氧化硅或氧化铝沉积在热塑性基材上。用于沉积这些材料的典型技术可包括在氧气等离子体气氛中溅镀铝或硅使氧化物沉积，或等离子体增强的化学蒸气沉积。对于这些方法，在沉积透明的氧化物之前可能不需要单独的等离子表面处理。

在该金属或氧化物阻隔层上形成另一聚合的丙烯酸酯层 66 时出现更意外的事情。通过有丙烯酸酯层、金属层和丙烯酸酯层的聚丙烯阻隔材料的渗透率降至约 0.002，这明显比金属化尼龙的氧渗透率更好。第二丙烯酸酯层保护该金属化层，确保金属的不透氧阻隔性得到保持。多层如有丙烯酸酯层、金属层、丙烯酸酯层、金属层和丙烯酸酯层的热塑性基材不透氧阻隔性进一步增强。此外，施涂多涂层时，层中的任何小孔或其它局部缺陷可能与下层中类似的小孔或缺陷错位。因而，有效地消除氧气通过小孔的渗透。

已发现防止金属化膜的机械损坏对于保持低氧渗透率是重要的。施于该金属膜上的交联丙烯酸酯面涂层提供了保护。如果基材的金属化面与真空系统中的辊接触，检查表明大量用显微镜可见的面积有金属膜破坏。这些小孔是通过膜渗漏的主要原因。另一方面，施涂交联的丙烯酸酯面涂层保护金属可在不特别小心地避免与固体表面接触的情况下处理该片材。

也可在金属化膜与任何固体表面接触之前通过用湿辊涂等保护该金属化膜。通过电子束辐射使辊涂施涂的低聚物交联。另一技术是在金属化膜上层压另一片材。在典型的层压工艺中保护性塑料薄片涂有粘合剂，使之与金属接触。或者，可用热熔技术，其中例如聚乙烯薄片有熔融的表面，在表面固化前使之与金属膜接触，以使该薄片与金属粘合。

优选的有低氧渗透率的片材在塑料片材基材上有聚合的丙烯酸酯层、阻隔材料层如 SiO_2 、 Al_2O_3 、或金属和另一层聚合的丙烯酸酯层。这些丙烯酸酯层引人注目地降低渗透率，阻隔材料之上的丙烯酸酯层防止阻隔材料受到机械损坏和腐蚀，而且提供适用于印刷的表面。

据信氧渗透率的显著改善可归功于在聚丙烯表面上形成单液体膜然后使多官能丙烯酸酯交联。通过蒸气相冷凝施涂该层确保基材平滑且均匀涂布，从而形成极好的表面以接受金属化。固化丙烯酸酯时交联产生固有氧渗透率低的材料。据信施加原位聚合的第二层丙烯酸酯单体矫正了下层的任何缺陷，提供了附加厚度的固有氧渗透率低的材料。

据信聚合的丙烯酸酯层因各种其它原因是有益的。作为热固性材料，它比热塑性基材更耐高温。在涂布工艺中，片材经升温处理如金属化、等离子处理等。沉积透明的阻隔涂料时可能遇到特别高的温度。在这些条件下各种挥发性物质如水蒸汽或增塑剂可能从热塑性表面放出。这些可能对涂料的性能如粘合力、成核和生长有不利影响，从而降低阻隔性。固化的丙烯酸酯涂层将没有此排放，可密封表面而抑制热塑性基材排放出这些物质。

由于真空处理，丙烯酸酯层基本上无挥发性物质。单体中包含的任何挥发性物质与单体一起蒸发。由于在常用的沉积温度下只有单体冷凝在基材上，挥发性物质不冷凝而消失在真空泵中。实际上，加工期间单体被真空蒸馏。用低聚物形成该丙烯酸酯层典型地避免存在与低聚物亲和力低的潜在挥发性物质。

涂有聚合的丙烯酸酯层和金属化层（优选涂有另一层聚合的丙烯酸

酯层)的聚丙烯片材不仅有比现有材料低的氧渗透率,而且成本较低。这种材料作为低氧渗透率的包装片材有广泛应用。

在施涂透明的不透氧阻隔层的应用中或在一些用金属化层的应用中,丙烯酸酯层因干涉图而表现出淡色外观。包装者发现这样的外观不理想。在此情况下厚度约 1.2 至 1.5 微米的丙烯酸酯层可避免该干涉色。

对于低氧渗透率的热塑性片材的涂布的许多修改和改变对于本领域技术人员是显而易见的。例如,可适当地改变涂布操作的次序和涂布基材。

已针对片型基材的涂布进行描述。也可能希望涂布三维的物品如化妆器或药品的容器。同样的原理也可适用于这些物品。例如,已发现在一卷片材放入真空室之前使之冷却以使单体定量地冷凝在该冷却的表面上是理想的。容器架在放入真空室之前也可被冷却并迅速处理以增强冷凝。在紧邻第一层丙烯酸酯层沉积之前用反应性等离子处理也可增加对该表面的粘合力。

因此,应理解与具体描述不同在以下权利要求书的范围内可实施本发明。

说明书附图

图 1

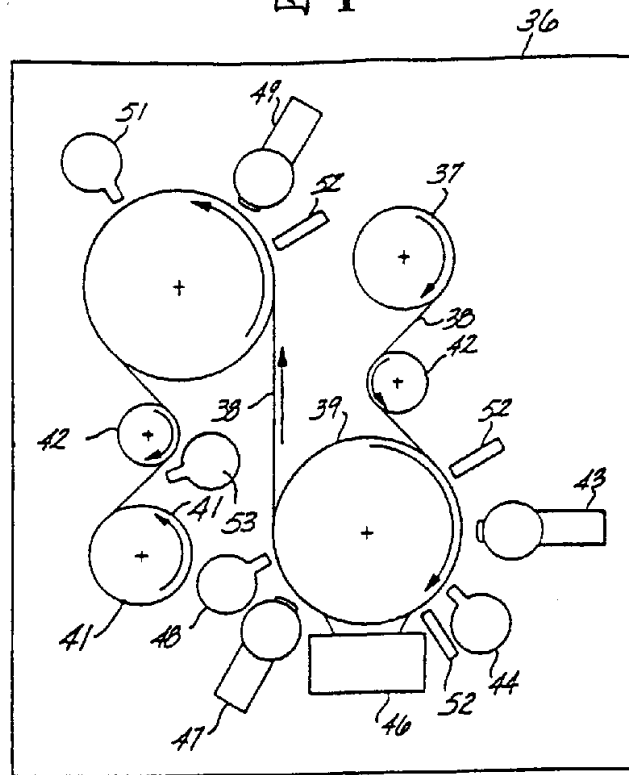


图 2

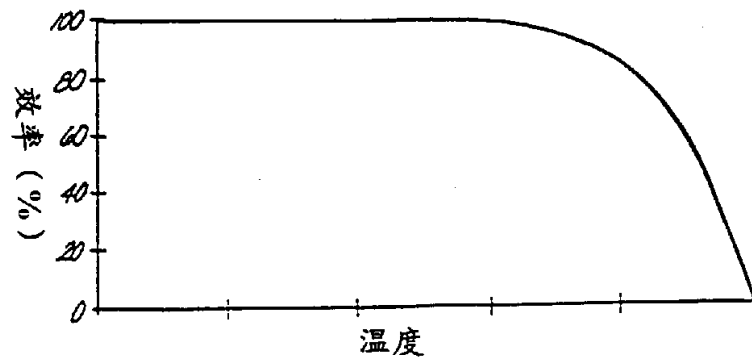


图 3

