

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B29C 47/88 (2006.01)

B29C 43/24 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680052198.1

[43] 公开日 2008年12月31日

[11] 公开号 CN 101336158A

[22] 申请日 2006.11.30

[21] 申请号 200680052198.1

[30] 优先权

[32] 2005.12.2 [33] US [31] 11/293,687

[86] 国际申请 PCT/US2006/045843 2006.11.30

[87] 国际公布 WO2007/064793 英 2007.6.7

[85] 进入国家阶段日期 2008.8.1

[71] 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 金雅东

玛丽亚·D·J·德范艾金德霍文

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 吴培善 封新琴

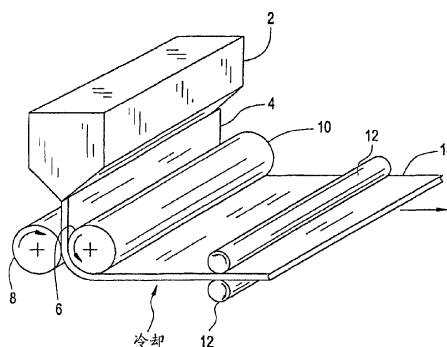
权利要求书2页 说明书9页 附图1页

[54] 发明名称

用于图形应用的热塑性膜及其制备方法

[57] 摘要

一种实施方式中，一种制膜方法，包括：将热塑性材料加热到高于该热塑性材料的玻璃化转变温度；使加热的热塑性材料通过塑模并传递到抛光压延辊和弹性压延辊上；和使该加热的热塑性材料在所述抛光压延辊和弹性压延辊之间通过，由此形成膜。该弹性压延辊的平均辊表面粗糙度为约 $0.5\ \mu\text{m}$ ~ 约 $0.9\ \mu\text{m}$ 。两压延辊之间的轧点压力为约 100kPa ~ 约 2000kPa 。该膜的平均膜表面粗糙度为约 $0.5\ \mu\text{m}$ ~ 约 $0.9\ \mu\text{m}$ ，光泽小于或等于约 10，平均应力小于或等于约 60nm ，且应力扩散小于或等于约 50。



1、一种制膜方法，包括：

将热塑性材料加热到高于该热塑性材料的玻璃化转变温度；

使加热的热塑性材料通过塑模并传递到抛光压延辊和弹性压延辊上，其中该弹性压延辊的平均辊表面粗糙度为约 $0.5\mu\text{m}$ ~约 $0.9\mu\text{m}$ ；和

使该加热的热塑性材料在所述抛光压延辊和弹性压延辊之间通过，由此形成膜，其中两压延辊之间的轧点压力为约 200kPa ~约 1500kPa ，且其中该弹性压延辊和抛光压延辊的辊温至少为玻璃化转变温度减去约 125°C ；

其中，该膜厚度为约 $100\mu\text{m}$ ~约 $1000\mu\text{m}$ ，平均膜表面粗糙度为约 $0.5\mu\text{m}$ ~约 $0.9\mu\text{m}$ ，光泽小于或等于约8，平均应力小于或等于约 60nm ，且应力扩散小于或等于约50。

2、权利要求1的方法，其中该辊温为约 25°C ~约 70°C 。

3、权利要求1的方法，其中该轧点压力为 500kPa ~约 1000kPa 。

4、权利要求1的方法，其中该膜厚度为约 $200\mu\text{m}$ ~约 $800\mu\text{m}$ 。

5、权利要求1的方法，其中该膜表面粗糙度为约 $0.5\mu\text{m}$ ~约 $0.7\mu\text{m}$ 。

6、权利要求1的方法，其中该光泽小于或等于约5。

7、权利要求1的方法，其中该平均应力为约 30nm ~约 50nm 。

8、权利要求1的方法，其中该应力扩散小于或等于约 20nm 。

9、权利要求1的方法，其中该塑模为与辊隙垂直定向的缝模。

10、权利要求1的方法，其中该膜厚度为约 $100\mu\text{m}$ ~约 $600\mu\text{m}$ ，平均膜表面粗糙度为约 $0.5\mu\text{m}$ ~约 $0.75\mu\text{m}$ ，光泽小于或等于约4，平均应力小于或等于约 50nm ，且应力扩散小于或等于约 20nm 。

11、权利要求10的方法，其中该平均辊表面粗糙度为约 $0.6\mu\text{m}$ ~约 $0.7\mu\text{m}$ ，且其中该光泽为约2~约3.75，平均应力为约25~约 35nm ，且应力扩散小于或等于约 15nm 。

12、权利要求1的方法，其中该热塑性材料包括聚碳酸酯。

13、由权利要求1的方法制得的膜。

14、由权利要求13的膜的热成型形成的制品。

15、由权利要求10的方法制得的膜。

16、一种制膜方法，包括：

加热热塑性材料，其中该热塑性材料包括聚碳酸酯；

使加热的热塑性材料通过塑模并传递到抛光压延辊和弹性压延辊上，其中该弹性压延辊的平均辊表面粗糙度为约 $0.5\mu\text{m}$ ~约 $0.9\mu\text{m}$ ；和

使该加热的热塑性材料在所述抛光压延辊和弹性压延辊之间通过，由此形成膜，其中两压延辊之间的轧点压力为约 500kPa ~约 1000kPa ，且其中该弹性压延辊和抛光压延辊辊温为约 20°C ~约 50°C ；

其中，该膜的平均膜表面粗糙度为约 $0.5\mu\text{m}$ ~约 $0.9\mu\text{m}$ ，光泽小于或等于约8，平均应力小于或等于约60nm，且应力扩散小于或等于约30。

用于图形应用的热塑性膜及其制备方法

发明背景

热塑性材料，特别是聚碳酸酯，可以用作需要优异尺寸稳定性、良好印刷性和热成型性的图形应用(graphical application)中的膜。特定最终用途应用支配特定性能的膜。例如，在汽车覆盖层或仪表组中，通常使用聚碳酸酯膜(其也可以称作板、层、箔等)，例如，用于提供精确的和一些情形中三维尺寸模塑件，具有可以从背后照亮的多色图案。要求良好耐刮性或耐磨性同时保持优异图案的其它应用，可以包括高性能标记或地板图形应用。

实现具有无缺陷图案和美学的尺寸稳定模塑件需要精确控制膜性能。特别是对于热成型期间的最小变形，期望的是低应力水平和应力扩散。另外，在结构化(textured)表面中具有可控的低粗糙度和低光泽的抛光/结构化聚碳酸酯膜难以平衡，同时也保持低迟滞水平。

发明概述

本文中公开了制备抛光/结构化膜的方法，和由此制得的膜。一种实施方式中，一种制膜方法，包括：将热塑性材料加热到高于该热塑性材料的玻璃化转变温度；使加热的热塑性材料通过塑模(die)并传递到抛光压延辊和弹性压延辊上；和使该加热的热塑性材料在所述抛光压延辊和弹性压延辊之间通过，由此形成膜。该弹性压延辊的平均辊表面粗糙度为约 $0.5\mu\text{m}$ ~ 约 $0.9\mu\text{m}$ 。两压延辊之间的轧点压力(nip pressure)为约 100kPa ~ 约 $2\,000\text{kPa}$ 。该膜的平均膜表面粗糙度为约 $0.5\mu\text{m}$ ~ 约 $0.9\mu\text{m}$ ，光泽小于或等于约 10，平均应力小于或等于约 60nm ，且应力扩散(stress spread)小于或等于约 50。

从下面详细的描述、附图、和所附权利要求来看，将领会和理解上述和其它特征。

附图说明

现在参考示例性的附图，

该图为连续挤出体系的一种实施方式的示意图，阐述了将热塑性材料

熔体向下挤到位于水平面中的两个压延辊之间的辊隙或间隙中。

详细描述

本文中公开了热塑性膜，更特别地能够应用于多种应用的抛光/结构化热塑性膜，包括图形应用(例如，控制板或仪表覆盖层等等)、汽车应用(例如汽车仪表组等等)、多层结构中、热成型制品等等。应当指出的是，这些图形膜可以是单层(例如特征在于无涂层的整体或单块膜)或多层结构。

本文中公开了制备该抛光/结构化膜的方法。一种实施方式中，该挤出方法可以包括：将热塑性聚碳酸酯树脂喂入挤出机中；将树脂在挤出机中加热到高于该树脂玻璃化转变温度的熔融温度，由此制得热塑性聚碳酸酯树脂的熔体；将该熔融树脂朝下通过具有狭缝(slot)型(任选地，可以使该狭缝垂直于压延辊之间的间隙(辊隙)定向)的挤出喷嘴口挤出；使熔融树脂朝下通入两个压延辊之间的间隙，至少一个压延辊具有高抛光表面，且其中将压延辊保持在低于玻璃化转变温度的辊温；和在该热塑性聚碳酸酯向前通过该间隙时使该热塑性聚碳酸酯树脂膜冷却到低于其玻璃化转变温度。

一种实施方式中，该图形膜可以由热塑性材料(例如聚碳酸酯树脂如 Lexan®树脂，可从 General Electric Company, Schenectady, N.Y.商购获得)形成。可以用于制备该基础膜的可能的聚碳酸酯树脂包括，芳族聚碳酸酯，聚碳酸酯共聚物等等，以及包含前述的至少一种的共聚物，包含前述的至少一种的反应产物，和包含前述的至少一种的组合；如聚酯碳酸酯共聚物。芳族聚碳酸酯树脂的实例(特别是芳族均聚碳酸酯树脂)描述于 Ariga 等的 US 4 351 920 中。这些聚碳酸酯树脂可以通过芳族二羟基化合物与光气的反应获得。其它可能的聚碳酸酯树脂可以通过芳族二羟基化合物与碳酸酯前体如碳酸二芳酯的反应获得。示例性芳族二羟基化合物为 2,2-双(4-羟基苯基)丙烷(即，双酚 A)。聚酯碳酸酯共聚物可以通过二羟基苯酚、碳酸酯前体和二羧酸如对苯二甲酸和/或间苯二甲酸的反应获得。任选地，一定量的二元醇也可以用作反应物。

该膜可以任选地包括抗静电材料，用量足以赋予该膜抗静电性能。例如，可以将包括磺酸磷的抗静电材料加到包括聚碳酸酯的基础膜中。实施方式中，抗静电材料描述于 Henricus 等的 US 6 194 497 中。更特别地，该

磺酸磷可以为氟化磺酸磷，其包括含有机磺酸根阴离子和有机磷阳离子的氟碳化合物。这种有机磺酸根阴离子的实例包括、但并非限定于，全氟甲烷磺酸根、全氟丁烷磺酸根、全氟己烷磺酸根、全氟庚烷磺酸根、和全氟辛烷磺酸根。磷阳离子的实例包括、但并非限定于，脂肪族磷(如四甲基磷、四乙基磷、四丁基磷、三乙基甲基磷、三丁基甲基磷、三丁基乙基磷、三辛基甲基磷、三甲基丁基磷、三甲基辛基磷、三甲基月桂基磷、三甲基硬脂基磷、三乙基辛基磷等等)、和芳族磷(如四苯基磷、三苯基甲基磷、三苯基苄基磷、三丁基苄基磷等等)。更特别地，该氟化磺酸磷可以是通过至少一种任意的这些有机磺酸根阴离子与磷阳离子的组合获得的。

另外，甚至更特别地，本文中采用的磺酸磷可以是具有以下通式的氟化磺酸磷：



其中，F为氟；n为整数1~12；S为硫；R₁、R₂、和R₃可以各自包括1~8个碳原子的脂肪族烃基或者6~12个碳原子的芳族烃基；和R₄为1~18个碳原子的烃基。

包含通式所示氟化磺酸磷作为其基本组分的抗静电组合物，可以以多种不同方式使用，用于在给聚碳酸酯提供这种抗静电特性方面利用它们的抗静电和相容特性与耐热性。该氟碳磺酸磷盐为低熔点半固体材料，且由此，它们可以作为熔融液体来处理。一些实施方式中在室温下(即约15℃~约25℃的温度)为固体结晶材料且容易称重、处理、和加到聚碳酸酯中。

虽然抗静电材料可以在该过程中任意时候加到聚碳酸酯中，但是期望将其在聚合物生产时加入聚碳酸酯中。例如，可以将聚碳酸酯和抗静电材料通过，例如，挤出等进行处理。

该基础膜可以包括大于或等于80wt%的聚碳酸酯，且更特别地为大于或等于约90wt%的聚碳酸酯，其中重量百分比是基于该基础膜的总重。例如，实施方式中，该基础膜包括约93wt%~约99.6wt%的聚碳酸酯；和约0.4wt%~约7wt%的抗静电材料，且更特别地，约0.4wt%~约2wt%的抗静电材料。

虽然这些图形膜的厚度可以依据期望的应用而变化，但是它们可以包括对于预期用途来说足够的厚度。例如，这些膜可以包括约25微米~约1000微米的厚度，或者，更特别地，约175微米~约750微米。

该图形膜也具有低应力迟滞水平和低应力扩散。低应力迟滞膜可以在数学上定义为同时包括低应力迟滞平均值和/或低应力扩散的膜。这些量可以由应力迟滞分布图(即, 应力迟滞随沿膜宽度的位置的变化)的分析来计算。该应力水平可以表示为应力分布的平均值, 应力扩散可以定义为该平均值与横跨膜宽度测量的最低或最高迟滞值之间的差。对于本文中所述的图形膜, 该膜上的应力水平可以为横跨膜宽度小于或等于 60 纳米, 更特别地为横跨膜宽度小于或等于 40 纳米。该应力迟滞扩散可以为横跨膜宽度小于或等于 30 纳米, 仍更特别地为横跨膜宽度小于或等于 15 纳米。应力迟滞可以采用, 例如, SCA 1500 系统(可从 Strainoptic, Inc., North Wales, PA 商购获得)依据 ASTM D4093 测量。

该图形膜可以包括含有结构化表面的第一表面, 例如消光面(matte surface), 和含有抛光表面的第二表面。例如, 抛光表面可以包括小于 0.3 微米的平均表面粗糙度(Ra); 消光(例如精细消光、中等消光、粗糙消光等)面可以包括 0.3 微米~2.2 微米的平均表面粗糙度(Ra); 和丝绒表面可以包括大于 2.2 微米的平均表面粗糙度(Ra)。该粗糙度为膜平均粗糙度的量度。其可以通过将表面高度和平均高度之间的差的绝对值积分并除以一维表面分布的测量长度、或二维表面分布的测量面积来测量。表面粗糙度可以, 例如, 采用 Serfcorder SE4000K(可从 Kosada Laboratory Ltd., Tokyo, Japan 商购获得)测量, 其中依据 ASME B46.1-1995 测量表面粗糙度。

实施方式中, 制备图形膜包括, 将热塑性树脂(例如聚碳酸酯树脂)喂入挤出机; 使该热塑性树脂熔融到大于或等于该热塑性树脂的玻璃化转变温度(Tg)的温度, 同时其前进通过该挤出机; 将获得的熔融树脂通过塑模挤出到两个压延辊之间的辊隙或间隙中; 和将获得的膜冷却到低于其玻璃化转变温度。可以将获得的膜卷起来和储存用于随后加工(例如, 涂覆和浇铸, 压花等)。替换地, 可以将该基础膜直接喂入涂覆和浇铸区、压花区等。

实施方式中, 将用于制备图形膜的熔融热塑性树脂传递通过两个压延辊, 使得获得的膜具有低应力迟滞水平和变化, 包括小于或等于 60 纳米的应力水平, 小于或等于 50 纳米/英寸(nm/in)的应力迟滞扩散, 约 0.5 微米~约 0.9 微米的平均粗糙度 Ra, 和小于 5.0 的光泽。光泽与表面在一些方向上相对于其它方向上反射更多光线的的能力相关。在一定角度从样品上反射出明亮光线, 且通过光检测器测量反射束的亮度或辉度。通过将该样品中的

镜面反射率与标准物中的镜面反射率比较, 获得测量的光泽等级。可以参照 ASTM D523-60 中测量结构化表面上的光泽, 通过将抛光表面涂黑并通过使用 BYK Gardner 光泽计在结构化侧(可从 BYK-Gardner GmbH, Geretsried, Germany 商购获得)获得光泽测量。应当指出, 本文中公开的膜的结构化侧的光泽值是采用黑色漆在 60 度下测量的。

一个压延辊可以包括具有适用于图形膜的硬度的材料。例如, 该辊可以包括弹性体材料(例如, EPDM(乙烯丙烯二烯单体)基橡胶)。应当指出的是, 各种实施方式中, 该辊可以是完全由弹性体材料制成的。替换地, 可以将弹性体材料置于辊的外表面上, 即处于与膜物理接触的辊表面。例如, 制备图形膜时, 可以利用结构化橡胶压延辊来结构化膜的第一表面, 如前所讨论的(例如, 该表面为消光面), 且特征在于 0.4 ~ 0.8 微米的表面粗糙度 Ra。

第二表面可以具有抛光表面, 其可以采用含有抛光表面的压延辊获得, 例如金属或镀金属的辊。可能的金属包括铬、铁、镍、铝、铜等等, 以及包含至少一种前述金属的合金, 和包含至少一种前述金属的混合物, 例如钢材(如不锈钢)、铁质合金等等。

附图阐述了示例性挤出体系。熔融热塑性树脂 4 挤出通过缝模 2, 通过压延辊 8 和 10 形成的辊隙或间隙 6, 冷却, 并随后通过牵引辊 12。可以将冷却的膜卷起(储存)用于随后加工, 或者直接喂入用于进一步加工(例如, 涂覆和浇铸区, 压花区, 模塑区, 热成型区等等)的区域(设备)。例如, 轧点压力为约 5 巴(500 千帕斯卡(kPa)) ~ 约 15 巴(1500kPa)和橡胶辊温为约 25°C ~ 约 70°C(从与橡胶辊中热交换流体热联通的热电偶中测量)下, 可以制得厚度为约 100 微米 ~ 约 1000 微米左右的膜, 其 Ra 为约 0.5 微米 ~ 约 0.9 微米(或者, 更特别地, 约 0.5 微米 ~ 约 0.7 微米), 光泽小于或等于约 8(或者, 更特别地小于或等于约 5), 平均应力小于或等于约 60nm(或者, 更特别地, 平均应力为约 30nm ~ 约 50nm), 应力扩散小于或等于约 20(或者, 更特别地, 小于或等于约 15nm)。

对于本发明方法, 轧点压力(P_{nip})可以为约 2 巴(200kPa) ~ 约 15 巴(1500kPa), 或者, 更特别地, 约 5 巴(500kPa) ~ 约 10 巴(1000kPa)。从与橡胶辊中热交换流体热联通的热电偶中测量的橡胶辊温(T_{Π}), 可以至少为该热塑性树脂的玻璃化转变温度减去约 125°C。例如, 橡胶辊温可以为约 25°C

~ 约 70°C。采用该方法可以制得厚度高达约 1000 微米左右的膜，或者，更特别地，规格(gage)为约 100 微米 ~ 约 1000 微米，或者，甚至更特别地为约 200 微米 ~ 约 800 微米。产生的表面粗糙度随线速度、辊温、和其它因素变化。但是，可以获得约 0.5 微米 ~ 约 0.9 微米的表面粗糙度(或者，更特别地，约 0.5 微米 ~ 约 0.7 微米)，其光泽小于或等于约 8(或者，更特别地，小于或等于约 5)，平均应力小于或等于约 60nm(或者，更特别地，平均应力为约 30nm ~ 约 50nm)，应力扩散小于或等于约 50(或者，更特别地，小于或等于约 20nm)。

下列实施例仅在于进一步阐述本发明膜和制备这些膜的方法且并非在于对其范围进行限定。

实施例

通过将聚碳酸酯树脂加热到高于其玻璃化转变温度(T_g 为约 150°C)的温度以形成熔体，制得聚碳酸酯膜。在牵引挤出线路上制备该膜，特征在于两个压延辊之间的间隙，其位于基本上与向下挤出的树脂水平的平面中。将熔体向下从与压延辊垂直的缝模中挤出，同时保持在低于玻璃化转变温度的温度下。熔体当其在辊之间通过时冷却到低于树脂 T_g 。获得的膜具有表 I 中给出的性能。表 I 中还显示了获得的膜性能、熔体温度、橡胶辊粗糙度、和主要的工艺条件。出于实施例目的，表 I 中还显示了具有不同规格的膜。

实施 例	辊 R _a (μm)	线速度 (m/min)	P _{nip}	T _{rr} ($^{\circ}\text{C}$)	规格 (μm)	膜 R _a (μm)	光泽	平均 应力 (nm)	应力 扩散 (nm)
1	0.32	18	10	30	125	0.34	10.5 8	32.00	28.00
2	0.32	22	6	30	125	0.36	8.42	22.34	7.00
3	0.95	40	6	30	500	0.90	3.00	71.7	46
4	0.95	53	14	35	500	1.01	2.37	97.8	54
5	0.63	14.4	6	30	125	0.59	3.66	28	9.8
6	0.69	6.8	10	30	125	0.68	2.62	33	10
7	0.63	4.1	6	30	375	0.68	1.7	42.74	17.5
8	0.63	9.5	10	30	375	0.58	3.9	46.85	11.83
9	0.63	3.6	6	30	500	0.68	2.2	31	12
10	0.63	5.4	6	60	500	0.58	4.7	50	12

表 I 中实施例 1 和 2 证实了利用低粗糙度橡胶辊的作用，由此获得的膜粗糙度和迟滞水平相当低(例如，分别小于 0.4 微米、和小于 35nm。)，但是光泽水平高于 8。这两个实施例中还可以看出两个压延辊之间辊隙处的压力的影响，其中较低轧点压力导致应力迟滞水平和扩散降低。相反地，表 I 中实施例 3 和 4 显示了具有调节到粗糙度 0.95 微米的橡胶辊的作用。此时，采用该辊制得的膜的粗糙度大于 0.8 微米(例如，分别为 0.9 和 1.01 微米)，以及显著更高的应力迟滞水平和扩散。这些实施例中显示了轧点压力的类似作用，较低轧点压力导致较低的应力迟滞水平和扩散值。

实施例 5 到 10 显示了调节橡胶辊到实施例 1 和 2 与实施例 3 和 4 之间的中间粗糙度的作用。这些实施例中显示，对于各种规格、线速度、和轧

点压力，膜光泽、粗糙度、和应力迟滞水平与扩散可以保持低于一定水平。光泽低于 8，或者，更特别地，小于或等于约 7，或者，甚至更特别地，小于或等于 5，且仍更特别地，小于或等于 4(对于实施例 5~9)。类似地，膜粗糙度控制到为约 0.5 微米~约 0.7 微米。迟滞水平和扩散分别小于或等于约 50nm 和小于 20nm，或者，更特别地分别小于或等于约 48nm 和小于 18nm(对于实施例 5~9)。

这些实施例进一步支持了可以稍微地改变其它加工条件，同时保持在期望范围内的膜性能。对于图形膜应用，对于所有规格，可以获得小于或等于 8、或者、更特别地、小于或等于 5 的光泽水平。这点对于图形显示来说是特别有用的，其中低粗糙度容许更好地控制印刷质量。平均粗糙度可以为约 0.5 微米~约 0.9 微米，或者，更特别地，约 0.5 微米~约 0.7 微米。

例如，这些实施例显示，可以制得膜厚为约 100 微米~约 600 微米、平均膜表面粗糙度为约 0.5 微米~约 0.75 微米、光泽小于或等于约 4、平均应力小于或等于约 50nm、且应力扩散小于或等于约 20 的膜。另外，可以采用平均辊表面粗糙度为约 0.6 微米~约 0.7 微米的弹性辊制备膜，其中该膜的光泽为约 2~约 3.75，平均应力为约 25~约 35nm，且应力扩散小于或等于约 15。

也期望能够在随后过程中保持尺寸稳定性。例如，在热成型或模内装潢中，将图形膜暴露于高温和/或压力以将其成型成适用于最终用途的三维形状。如果膜中应力相当大，在完成的制品中可能形成不期望的变形(例如在形状和/或图案方面)。由此，小于 50nm、或者更特别地小于 40nm 的应力迟滞水平，产生最佳性能，同时具有其它图形膜性能。除了应力迟滞水平(其从图形的数学点(mathematical point of view)来表示横跨膜宽度的应力平均值)之外，应力扩散也可以影响最终产物；保持平坦的应力分布图将确保横跨该膜宽度的相等性能。图形膜可以具有小于或等于 20nm、或者更特别地小于或等于约 15nm 的应力迟滞扩散。

制造图形膜同时将尺寸稳定和成型性能等性能与优异图案和美学要求组合，通常导致折衷方案。获得的膜可能显示可接受的应力迟滞水平和扩散，和可接受的粗糙度，但是光泽可能过高。其它情形中，可能能够制得具有可接受的光泽但不可接受的粗糙度和/或迟滞水平和/或扩散的膜。但是，上述图形膜使得能够获得低水平的光泽、粗糙度和应力迟滞水平和扩

散。例如，橡胶辊粗糙度以及加工条件可以导致这样的图形膜，具有这样的性能范围。

本文中公开的范围是包含在内的和可组合的(例如，“高达约 25wt%、或者更特别地为约 5wt% ~ 约 20wt%”的范围是包括该范围“约 5wt% ~ 约 20wt%”的端点和全部中间值等。)。另外，术语“第一”、“第二”等在本文中并非表示任意顺序、量、或重要性，而是用于区分一种元件与另一种，且术语“一个(a)”和“an(一个)”在本文中并非表示量的限制，而是表示存在至少一个所提及的项目。与量组合使用的修饰词“约”是包括所述值且具有上下文所示的含义(例如，包括与特定量的测量相关的误差度)。本文中使用的后缀“(s)”旨在同时包括单数和复数的其修饰的术语，由此包括一个或多个该术语(例如，填料包括一种或多种填料)。

虽然本发明已参照其几种实施方式进行了描述，但是本领域技术人员将理解，可以进行多种改变和可以用等价物来替换其单元，而并不背离本发明的范围。另外，可以进行多种改进以使特定情形或材料适于本发明的教导，而不背离其基本范围。由此，意味着本发明并非限定于作为预期用于实施该发明的最佳方式而公开的特定实施方式，但是本发明将包括落入所附权利要求书的范围之内内的所有实施方式。

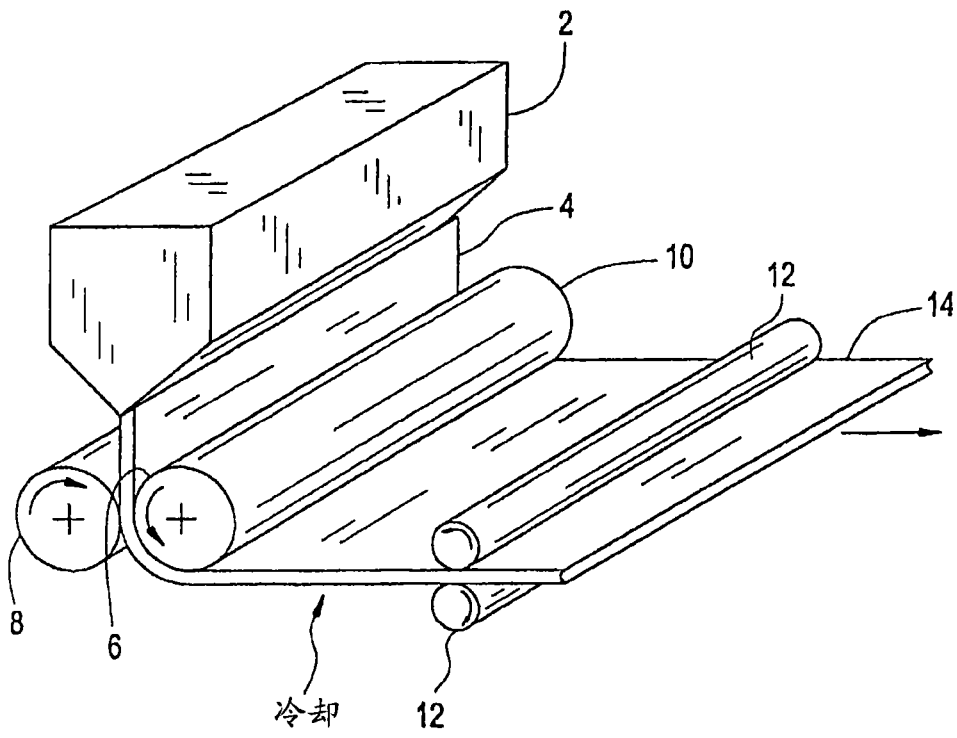


图 1