

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 5/28 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03819515.1

[45] 授权公告日 2008 年 6 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 100392439C

[22] 申请日 2003.8.15 [21] 申请号 03819515.1

[30] 优先权

[32] 2002.8.17 [33] US [31] 10/222,473

[86] 国际申请 PCT/US2003/025652 2003.8.15

[87] 国际公布 WO2004/017108 英 2004.2.26

[85] 进入国家阶段日期 2005.2.17

[73] 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 罗伯特·J·弗莱明

[56] 参考文献

US6207260B1 2001.3.27

CN1189220A 1998.7.29

US4639069A1 1987.1.27

CN2125585U 1992.12.23

US4855186A1 1989.8.8

审查员 魏会敏

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 郭国清 樊卫民

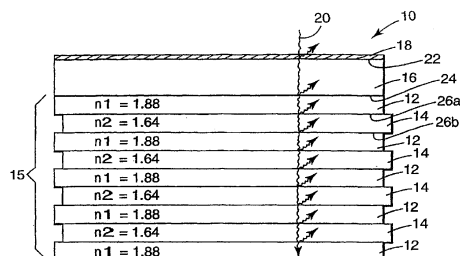
权利要求书 2 页 说明书 34 页 附图 9 页

[54] 发明名称

增强的热镜薄膜

[57] 摘要

本发明公开一种含有可透过可见光和反射红外的薄膜并具有改进的红外线反射性能的热镜薄膜，其包括双折射介电多层支撑体，支撑体可反射至少 50% 的相关波长区至少 100nm 带宽的光；和金属或金属合金层，其厚度要使得该薄膜可透过可见光且其反射带被宽化，及交联的聚合层。该薄膜可结合到或层压到玻璃中（特别是非平面的车辆安全玻璃），其减少了这样的可能性即，金属或金属合金层被破坏或扭曲。



1. 一种薄膜，包括双折射介电多层支撑体，其对红外区内的至少100nm 带宽光的平均反射率是至少 50%；金属或金属合金层，其厚度要使得所述薄膜可透过可见光，且使得所述薄膜的反射带比所述支撑体的反射带宽；以及交联的聚合层。

2. 如权利要求 1 所述的薄膜，其中所述金属或金属合金层位于所述支撑体和所述交联的聚合层之间。

3. 如权利要求 1 所述的薄膜，其中所述交联的聚合层位于所述支撑体和所述金属或金属合金层之间。

4. 如权利要求 1 所述的薄膜，其中位于薄膜内金属或者金属合金层和相邻层之间的分界面经结合增强处理，或者一个或多个相邻层包括结合增强助剂，由此增强中间层粘合。

5. 如权利要求 1 所述的薄膜，其中所述金属或金属合金层具有与其每个表面相邻的交联的聚合层。

6. 如权利要求 1 所述的薄膜，其中所述交联的聚合层包括丙烯酸酯聚合物。

7. 一种安全玻璃预层压材料，其包括至少一层机械能吸收材料，该机械能吸收材料与权利要求 1 中的薄膜结合。

8. 一种玻璃窗制品，其包括至少一层与权利要求 1 中的薄膜结合的玻璃窗材料。

9. 如权利要求 8 所述的制品，其中所述金属或金属合金层包括银，

所述交联的聚合层包括丙烯酸酯聚合物。

10. 如权利要求 8 或 9 所述的制品，其中所述玻璃窗材料包括非平面玻璃，所述制品是光学透明的并可反射红外光。

11. 如权利要求 10 所述的制品，该制品构成挡风玻璃。

12. 如权利要求 8 或 9 所述的制品，该制品构成建筑用玻璃窗。

增强的热镜薄膜

技术领域

本发明涉及双折射介电多层反射薄膜及由其制得的光学制品。

背景技术

玻璃窗材料有时包括一种或多种用以增强玻璃窗性能的功能性层。一种重要的功能性层可降低红外线辐射的透射。挡红外线的功能性层通常由部分透明的金属化或染色的聚合物薄膜结构组成，其可反射或吸收不需要的太阳辐射。这种功能性层的参考文献包括美国专利 4,590,118、4,639,069 和 4,799,745。

特别有用的挡红外线功能性层可由挡红外线 Fabry-Perot(法夫里-佩罗)四分之一波叠层形成。在这种叠层中，透明介电间隔层隔开两个或多种部分反射的薄金属或金属合金层。金属或金属合金层(为简单有时被称为"金属层")通常含有单质或合金的银、铜或金。介电层通常含有无机氧化物(通过有机溶液或使用溅射沉积得到)或有机聚合物(通过在溶剂溶液中溶解聚合物得到)。介电层光学厚度(定义为介电层物理厚度乘以其平面折射率)优选约为所需通带中心波长的 $1/4$ 。波长在通带内的光主要透过薄金属层。波长高于通带的光大部分被薄金属层反射或破坏性干涉而受阻。这种挡红外线的 Fabry-Perot 四分之一波叠层的参考文献包括美国专利 4,590,118、4,639,069 和 4,799,745。

挡红外线的功能性层也已从含有介电材料交替层的双折射非金属薄膜制得。双折射介电多层薄膜(其也被称作多层光学薄膜或"MOF")可用于反射或吸收所需量相关光谱区域中的光，同时透过足量可见光谱区域中的可见光，因而基本上透明。多层光学薄膜优选包括具有第一折射率的第一材料和具有第二折射率的第二材料的交替层，第二折

射率不同于第一折射率。多层光学薄膜可具有极大的 Brewster 角(在该角时 p 偏振光的反射为 0)或不存在。薄膜可制成多层面镜, 其对于 p 偏振光的反射率随入射角远离法线慢慢降低, 或与入射角远离法线无关, 或随入射角远离法线增大。多层光学薄膜对于任何入射方向可具有较高反射率(对于 s 和 p 偏振光)。这种多层光学薄膜的参考文献包括美国专利 5,699,188、5,882,774 和 6,049,419 及 PCT 公布申请 97/01778。

发明内容

人们已尝试在玻璃窗材料的透明金属化的薄膜中包括功能性层, 例如, 建筑用和车辆用的安全玻璃。然而, 这些尝试仅取得了有限的成功。非平面玻璃的形成非常困难。我们认为这些困难部分是由于一种或多种叠层的易碎性, 金属层易被腐蚀的倾向性, 或由在层压、高压灭菌和玻璃窗材料的后续利用过程中的拉伸、加热和冷却引起的金属层间距离的局部变化所引起的。我们认为当功能性层被放置于接近抗切割机械能-吸收层如聚乙烯基丁缩醛("PVB")时这些困难将会加剧。PVB 薄片通常含有大量的增塑剂和其他助剂。我们认为这些助剂能被移入挡红外线功能性层并且导致腐蚀、溶胀、法夫里-佩罗叠层的金属层间距离的局部变化、或可引起制造与性能问题的其他作用。

我们已发现通过以在双折射介电多层支撑体顶上形成薄金属层和交联的聚合层的顺序, 且可选择地在其上形成一个或多个额外的薄金属层或交联的聚合层, 我们能获得改良的功能性薄膜。我们还发现通过调整薄金属层和相邻层之间的界面来增强中间层粘合可取得进一步的改进。

本申请公开制备薄膜的方法, 该方法包括:

- a)提供可透过可见光的双折射介电多层支撑体, 其反射相关波长区中至少 100nm 带宽的光至少为 50%, 及
- b)以任一顺序在支撑体顶上形成:
 - i)可透过可见光的金属或金属合金层, 及

ii)交联的聚合层,

从而金属或金属合金层的厚度使得该薄膜可透过可见光, 且其反射带相对于该支撑体反射带被宽化。换句话说, 得到的薄膜的反射带比支撑体本身的反射带宽。

本申请还公开了制备玻璃窗制品的方法, 该方法包括组装玻璃窗材料层和薄膜, 该薄膜包括反射相关波长区至少 100nm 带宽的光至少为 50%的双折射介电多层支撑体, 厚度使得该薄膜可透过可见光且其反射带(相对于该支撑体本身的反射带)被宽化的金属或金属合金层, 及交联的聚合层, 及将该玻璃窗材料与该薄膜粘合成单一制品。

本申请还公开了制备叠层制品的方法, 该方法包括:

a)组装:

i)第一层玻璃窗材料,

ii)第一机械能-吸收层,

iii)可透过可见光并可反射红外光的薄膜层, 该薄膜层包括反射相关波长区至少 100nm 带宽的光至少为 50%的双折射介电多层支撑体, 厚度使得该薄膜层可透过可见光且其反射带(相对于该支撑体本身的反射带)被宽化的金属或金属合金层, 及交联的聚合层,

iv)第二机械能-吸收层, 及

v)第二层玻璃窗材料,

b)从层间除去残余空气, 及

c)加热和施加压力以将各层粘合成单一制品。

本申请还公开了薄膜, 其包括反射相关波长区至少 100nm 带宽的光至少为 50%的双折射介电多层支撑体, 厚度使得该薄膜可透过可见光且其反射带被宽化的金属或金属合金层, 及交联的聚合层。

本申请还公开了玻璃窗制品, 其包括与可透过可见光并可反射红外光的薄膜连接的至少一层玻璃窗材料, 该薄膜包括反射相关波长区

至少 100nm 带宽的光至少为 50%的双折射介电多层支撑体，厚度使得该薄膜可透过可见光且其反射带(相对于该支撑体本身的反射带)被宽化的金属或金属合金层，及交联的聚合层。

本申请还公开了安全玻璃预制薄片，其包括与可透过可见光并可反射红外光的薄膜连接的至少一层机械能-吸收材料，该薄膜包括反射相关波长区至少 100nm 带宽的光至少为 50%的双折射介电多层支撑体，厚度使得该薄膜可透过可见光且其反射带(相对于该支撑体本身的反射带)被宽化的金属或金属合金层，及交联的聚合层。

本申请还公开具有玻璃窗材料包括可见光透射和红外反射薄膜的挡风玻璃、后窗、侧窗或者天窗的车辆，，这些玻璃材料包括该薄膜包括反射相关波长区至少 100nm 带宽的光至少为 50%的双折射介电多层支撑体，厚度使得该薄膜可透过可见光且其反射带(相对于该支撑体本身的反射带)被宽化的金属或金属合金层，及交联的聚合层。

以上的概述是为方便读者理解而提供的。因为本发明的保护范围由权利要求限定，所以这些概述不可被所附的权利要求取代或与其混淆，并可做出修改。

附图说明

图 1 是形成界面的两个聚合层叠层的示意性立体图；

图 2A、图 2B、图 2C、图 2D 和图 2E 是本发明薄膜的示意性横截面图；

图 3 是本发明包括粘合剂底层的薄膜的示意性横截面图；

图 4 和图 5 是本发明的预制薄片的示意性横截面图；

图 6 是本发明挡风玻璃的示意性横截面图；

图 7 是图 6 的挡风玻璃的立体图；

图 8 是实施本发明方法的装置示意图；

图 9 是本发明建筑用玻璃窗材料的示意性横截面图；

图 10 表明包括双折射介电多层支撑体和金属层的实施例 1 薄膜的透射率和反射率；及

图 11 表明不包括金属层的图 10 的双折射介电多层支撑体的透射率和反射率。

在附图中相同的标号代表相同的元件。附图中的元件不是按比例制图的。

具体实施方式

使用关于方向的词语如“在顶上”、“在其上”、“最高的”等来确定各层在本发明的薄膜或制品中的位置，我们指的是一层或多层相对于水平支撑体层的相对位置。而不是指薄膜或制品在其制备过程中或之后的任何特定方向。

“交联的”聚合物是指一种聚合物，其中聚合物链通过共价化学键连接在一起，通常是通过交联分子或基团来形成网状聚合物。交联的聚合物一般具有不溶性特征，但是在有适当的溶剂存在下可溶胀。术语“聚合物”包括均聚物和共聚物，以及在可混溶的混合物中例如通过挤压或起反应(包括例如酯交换作用)而形成的均聚物或共聚物。术语“共聚物”和“共聚酯”包括随机和嵌段共聚物。

“可伸展的”金属或金属合金层是指一种层，当与可透过可见光薄膜组合时可在平面方向被拉伸至少 3%，而没有造成电连续性的损失及在金属或金属合金层表面中没有造成可见光中断，这些结果通过目视在约 0.25 米的距离观察。

“可透过可见光”的支撑体、层、薄膜或制品是指支撑体、层、薄膜或制品在光谱的可见光部分中沿法线轴测量的透射 T_{vis} 至少约为 20%。“可反射红外线”的支撑体、层、薄膜或制品是指支撑体、层、薄膜或制品反射在 700nm~2000nm 的波长区至少 100nm 带宽的光至少约为 50%。“光”是指太阳辐射。

“反射带”是指基本上被所讨论的薄膜或制品反射的光的波长范围。如果薄膜或其他制品包括多层支撑体及与该支撑体明显不同的额外层，当被整个薄膜或制品基本上反射的光的波长范围比被(1)多层支撑体本身及(2)额外层本身基本上反射的光的波长范围更大时，那么薄膜或其他制品的反射带被认为“变宽”。

“非平面”表面或制品(例如玻璃或其他玻璃窗材料)是指该表面或制品有连续的、间断的、单方向的或空间曲率。表面或制品的“空间曲率”是指表面或制品从单一点向两个不同的不在同一直线上的方向弯曲。

所用“没有明显的裂缝或折缝”是指被层压成制品的薄膜，其中在约 1 米、优选约 0.5 米的距离目视观察时，在薄膜或可见光金属或金属合金层表面未出现可见光的中断。“没有明显的皱纹”是指被层压成制品的薄膜，其中在约 1 米、优选约 0.5 米的距离目视观察时，未出现由光滑薄膜表面收缩引起的突起或皱纹。“光学清晰”是指层压的制品在约 1 米、优选约 0.5 米的距离目视观察时，未出现视觉明显的扭曲、模糊或裂缝。

参照图 1，其是两层 MOF 支撑体 4 的立体图。通常，支撑体包括几十或几百或几千个这种层。层 6 在 x-和 y-轴方向的平面折射率为 n_{1x} 和 n_{1y} ，在 z-轴方向的折射率为 n_{1z} 。层 8 在 x-和 y-轴方向的平面折射率为 n_{2x} 和 n_{2y} ，在 z-轴方向的折射率为 n_{2z} 。当入射光线 7 穿过层 6 时被折射，在界面 7 被反射，当其再次穿过层 6 时又被折射，且作为反射光线 9 从层 6 发出。多层支撑体的反射特征(当考虑其本身时)由支撑体内层的平面折射率决定。特别地，反射率取决于 x、y 和 z 方向的各层材料的折射率关系。MOF 支撑体优选是使用至少一种单轴双折射材料制得，其中两个折射率(通常沿着 x 和 y 轴，或 n_x 和 n_y)基本相同，而与第三折射率(通常沿着 z 轴，或 n_z)不同。

在图 2A 中,表明薄膜 10 的横截面示意图。层 12 被拉伸且与相邻的层 14 的折射率 n_2 相比具有较高的折射率。层 12 和 14 堆叠形成 MOF 支撑体 15。交联的聚合层 16 处于支撑体 15 的顶上。金属或金属合金层 18(如上所述可简称为“金属层”)处于层 16 的顶上。入射光线如光线 20 在金属层 18 的第一表面、层 18 和 16 间的界面 22、层 16 和相邻层 12 间的界面 24 及在相邻层 12 和 14 间的界面如 26a、26b 等上被部分反射。层 18 足够薄使得层 18 和薄膜 10 总体上可透过可见光。层 18 足够厚使得薄膜 10 的反射带总体上变宽。从而在这种薄膜中,金属层 18 与 MOF 支撑体 15 结合以提供与仅含有金属层或仅含有 MOF 支撑体的薄膜相比具有变宽反射带(例如对红外线辐射)的薄膜。交联的聚合层 16 与金属层 18 紧密接触,且被认为当薄膜 10 被拉伸或拉紧时可抑制金属层 18 的破裂、起皱或分离。在薄膜 10 中使用交联的聚合层使薄膜 10 更容易定向,而不会破坏相邻的金属层或改变这种金属层叠层的间距。

在图 2B 中,表明另一个薄膜 28 的横截面示意图。薄膜 28 与薄膜 10 相似,但金属层 18 处于支撑体 15 和交联的聚合层 29 之间。层 18 足够薄使得层 18 和薄膜 28 总体上可透过可见光。层 18 足够厚使得薄膜 28 的反射带总体上变宽。交联的聚合层 29 与金属层 18 紧密接触,且被认为当薄膜 28 被拉伸或拉紧时可抑制金属层 18 的破裂、起皱或分离。层 29 也作为金属层 18 的保护层。

在图 2C 中,表明第三种薄膜 30 的横截面示意图。薄膜 30 相似于薄膜 10 和 28,但金属层 18 包括与其两个表面分别邻近的交联的聚合层 32、34。交联的聚合层 32、34 都与金属层 18 紧密接触,且当薄膜 30 被拉伸或拉紧时可特别有效地防止金属层 18 的破裂、起皱或分离。

在图 2D 中,表明第四种薄膜 40 的横截面示意图。在薄膜 40 中,交联的聚合层 42 处于金属层 18 的顶上且作为金属层 18 和第二金属层

44 间的间隔层。交联的聚合保护层 46 在第二金属层 44 的顶上。层 18、42、44 一起形成了法夫里-佩罗干涉叠层 48。在叠层 48 中的金属层 18、44 足够薄使得层 18、44 和薄膜 40 总体上可透过可见光。层 18、44 和交联的聚合间隔层 42 足够厚使得薄膜 40 的反射带总体上变宽。

在图 2E 中, 表明第五种薄膜 50 的横截面示意图。薄膜 50 与薄膜 30 相似, 但第二种交联的聚合层 52 处于第二金属层 44 的顶上且作为第二金属层 44 和第三金属层 54 间的间隔层。交联的聚合保护层 56 处于第三金属层 54 的顶上。层 18、44、54 足够薄使得层 18、44、54 和薄膜 50 总体上可透过可见光。层 18、44、54 和交联的聚合间隔层 42、52 足够厚使得薄膜 50 的反射带总体上变宽。

在图 3 中, 表明粘合剂底面的薄膜 60 的横截面示意图。薄膜 60 相似于图 2D 中的薄膜 40, 但在支撑体 15 的最下表面包括粘合剂层 62。粘合剂可使薄膜 60 安置于各种表面上, 包括非平面表面和有空间曲率的表面。

图 4 表明预层压材料 140。预层压材料 140 包括由 PVB 制成且与薄膜 130 的保护层 122 连接的机械能-吸收层 134。薄膜 130 包括由两种聚酯的交替层(图 4 未示)制成的 MOF 支撑体 112。法夫里-佩罗干涉叠层 114 处于支撑体 112 的上部。堆 114 包括由银制成的第一薄层 116、由交联的丙烯酸酯聚合物制成的交联的聚合间隔层 118 及由银制成的第二薄金属层 120。交联的聚合基涂层 132 处于叠层 114 和支撑体 112 之间。可选的由交联的丙烯酸酯聚合物制成的保护层 122 处于叠层 114 的上部。

图 5 表明另一种预层压材料 150。预层压材料 150 包括与薄膜 140 的 MOF 支撑体 112 连接的第二机械能-吸收层 134。这提供了比图 4 中所示的预层压材料更持久的预层压材料。

图 6 表明了层压的安全挡风玻璃 160 的横截面示意图。挡风玻璃 160 包括连续弯曲的表面,其曲率半径在接近挡风玻璃 160 的中心区域处(在图 6 中仅用虚线表示)相对较大,但在接近急剧弯曲端区域 161 时减至相对较小值,这些都在未授权的 U.S.申请序列号 10/222,466 中有描述,题目为“POLYMER-METAL INFRARED INTERFERENCE FILTER”。如图 6 所示,压送辊 166、168 被用于脱气和在两片玻璃 32a 和 32b 之间固定预层压材料 150。

图 7 表明了图 6 所示的挡风玻璃 160 的立体图。弯曲区域 161、162、163 和 164 都具有空间曲率。如果预层压材料 150 在形成挡风玻璃 160 的脱气/层压和高压灭菌步骤中有某种程度的收缩,那么将更易得到无皱的挡风玻璃 160。

公开的薄膜包括多层光学薄膜支撑体。各种 MOF 支撑体均可使用。制备适合的 MOF 支撑体的优选方法包括双轴取向(沿着两个轴拉伸)适合的多层聚合薄膜。如果相邻层有不同的压力诱导的双折射,那么多层光学薄膜的双轴取向将引起与双轴都平行的相邻层的折射率间的差别,从而导致两个偏振面的光反射。单轴双折射材料具有正或负的单轴双折射。当在 z 方向(n_z)的折射率比平面折射率(n_x 和 n_y)的折射率大时,将产生正的单轴双折射。当在 z 方向(n_z)的折射率比平面折射率(n_x 和 n_y)的折射率小时,将产生负的单轴双折射。

如果选择的 n_z 满足 $n_x=n_y=n_z$,且多层光学薄膜是轴取向的,则这种层间的界面将没有 p-偏振光的 Brewster 角,且对所有的入射角都有恒定的反射率。在两个相互垂直的平面轴中取向的多层光学薄膜能反射特别高百分比的入射光,这取决于以下因素:如层数, f-比值(在双组分多层光学薄膜中光学厚度的比,见美国专利 6,049,419)和折射率,且该多层光学薄膜是高效的面镜。

MOF 支撑体中层的厚度也影响多层光学薄膜的反射特征。这里讨

论的 MOF 层的所有物理厚度均在取向或其他处理后测量。相邻的层对(其中一个高折射率,另一个低折射率)的总光学厚度优选是被反射光波长的 $1/2$ 。为了在双组分体系中获得最大的反射率,尽管由于其他原因所选择层对中的光学厚度具有其他比值,但 MOF 支撑体的各层光学厚度优选是被反射光波长的 $1/4$ 。例如,通过选择 MOF 层厚度以反射近红外光,且将反射波段边缘定位在红外线区域内,使得甚至入射角为掠射角时反射带也不能迁移进可见光谱区域,这样红外线 MOF 支撑体在可见光谱区域内、甚至在较高入射角时是透明的。

优选的 MOF 支撑体可高效反射任何入射方向的在相关波长至少 100nm 带宽的 s 和 p 偏振光,且平均反射率至少为 50%,优选是 70%,且更优选是 90%。相关波长区可根据应用在较大范围内变化。在优选的实施方案里,相关波长区在红外线区域内(约 700nm~2000nm),且薄膜用来反射该区域内至少 100nm 带宽的波段里的入射线。优选地,这种 IR 反射的 MOF 支撑体在 550nm 处的可见光透射至少约为 70%。

在优选的 IR 反射的 MOF 支撑体实施方案中,MOF 支撑体是双组分窄带多层光学薄膜,由于在可见光谱区域中的较高级反射,该薄膜被用来从在高于约 1200nm 的 IR 区域中出现的第一级反射带消除可见光。在零度观察角被 MOF 支撑体阻断(即不被传输的)光的带宽约为 700~1200nm。为进一步减小非法线角的可见光,短波长波段边缘通常从长波长可见光波段边缘偏移约 100~150nm 而进入 IR 中,使得反射带在最大有用角时不能迁移至可见光谱区域中。这提供了窄带 IR 反射的 MOF 支撑体,其在法线角时反射约 850nm~1200nm 处的光。对于四分之一波长厚的叠层而言,这种双层 MOF 支撑体的光学厚度优选为 425~600nm(需要被反射的光波长的 $1/2$),从而反射近红外光。更优选地,对于四分之一波长厚的叠层而言,这种 IR 反射的 MOF 支撑体各自的光学厚度为 212~300nm(需要被反射的光波长的 $1/4$),从而反射近红外线光。

在另一个 MOF 支撑体实施方案中，双层 MOF 支撑体有变化的相对厚度，被称为层厚度梯度，其被选择以得到在加宽的反射带中所需的反射带宽。例如，厚度梯度层可以是线性的，其双层的厚度以恒定速率随 MOF 支撑体的厚度增加，使得每一对双层比原来双层的厚度增加一定百分比。层的厚度也可从 MOF 支撑体的一个主要表面到另一个主要表面减小、增加、再减少，或可具有例如美国专利 6,157,490 中所述的交替层厚度分布，从而用来增强一个或两个波段边缘的锐度。

在另一个 MOF 支撑体实施方案中，MOF 支撑体能包括延长波段边缘的双组分 IR 反射的薄膜结构，包括如美国专利 5,360,659 中所述的六层交替重复单元。这种结构抑制了在约 380~700nm 间的可见光波段所不希望的第二、第三和第四级反射，以及在约 700~2000nm 间的红外线波长区的光。高于第四级的反射通常在不可见的紫外光谱区域，或是强度非常低而难以反射。这种 MOP 支撑体包括第一层(A)和第二层(B)的聚合材料交替层，其中六层交替重复单元相对光学厚度约为 778A. 111B. 111A. 778B. 111A. 111B。在重复单元中仅使用六层可更高效地利用材料，相对容易制造。在这种实施方案中，还引入了如前所述的随 MOF 支撑体的厚度变化的重复单元厚度梯度。

在另一个 MOF 支撑体实施方案中，双组分 MOF 支撑体利用交替层的第一部分(其具有如前所述的六层交替重复单元，可反射波长约 1200-2000nm 的红外线光)和交替层的第二部分(其具有 AB 重复单元和基本上相等的光学厚度，可反射波长约 700-1200nm 的红外线光)。这种组合交替层被称为混合设计，且能加宽穿过红外线波长区的光。这种混合设计可以按如美国专利 5,360,659 的描述来提供，但有更广泛的应用，适用于任何所述的薄膜。可调整交替层两部分的层厚度以使其处于红外线光谱的反射带，从而使随角度的任何可察觉的颜色变化最小化。

在另一个 MOF 支撑体实施方案中，MOF 支撑体可包括多于两个

的光学可区分的聚合物。第三种或随后的聚合物例如被用作 MOF 支撑体中第一种聚合物和第二种聚合物间的粘合-促进层，作为光学应用的叠层的额外组分，作为光学叠层间的保护边界层，作为表层，作为功能性涂层，或作为任何其他目的的应用。同样，第三种或随后的聚合物的组合物也不受限制。含有多于两个可区分聚合物的 IR 反射 MOF 支撑体的例子包括 U.S.再公布号为 Re 34,605 中所述的那些。Re 34,605 公开了一种薄膜，其包括三种不同的基本上透明的聚合材料(A、B 和 C)并具有重复单元 ABCB。各层的光学厚度约为 90nm~450nm，且每种聚合材料有不同折射率， n_i 。也可引入随这种 MOF 支撑体的厚度变化的层厚度梯度，层厚度优选随 MOF 支撑体的厚度单调递增。优选地，对于三组分体系而言，第一种聚合材料(A)与第二种聚合材料(B)的折射率差至少约为 0.03，第二种聚合材料(B)与第三种聚合材料(C)的折射率差至少约为 0.03，且第二种聚合材料(B)的折射率介于第一种(A)和第三种(C)聚合材料折射率的中间。可通过利用共聚物或聚合物的混溶混合物来合成任何或所有的聚合材料以具有所需的折射率。

另一个 MOF 支撑体实施方案公开于美国专利 6,207,260 中。该专利的光学薄膜和其他光学主体对至少一个在光谱第一区域中的电磁辐射偏振表现出第一级反射带，而抑制第一反射带的至少第二级、优选至少第三级谐波。第一级谐波反射百分比随入射角变化基本上保持恒定或增强。这可由以重复序列 ABC 形式排列的聚合材料 A、B 和 C 来形成 MOF 支撑体的至少一部分而实现，其中 A 沿着相互垂直轴 x、y、和 z 的折射率分别是 n_x^A 、 n_y^A 和 n_z^A ，B 沿着轴 x、y、和 z 的折射率分别是 n_x^B 、 n_y^B 和 n_z^B ，C 沿着轴 x、y、和 z 的折射率分别是 n_x^C 、 n_y^C 和 n_z^C ，其中轴 z 与薄膜或光学主体的平面垂直，其中 $n_x^A > n_x^B > n_x^C$ 或 $n_y^A > n_y^B > n_y^C$ ，及其中 $n_z^C \geq n_z^B \geq n_z^A$ 。优选地，差值 $n_z^A - n_z^B$ 和 $n_z^B - n_z^C$ 中的至少一个小于或等于约-0.05。通过设计具有这些限制的 MOF 支撑体，第二级、第三级和第四级反射的至少某些组合可被抑制，而不会明显降低随入射角反射的第一谐波，特别是当第一级反射带在红外线光谱区中时。

在另一个 MOF 支撑体实施方案中，如上所述的任何一种 MOF 支撑体可混合有“空隙填充剂”组分，当反射带被选择处于远离可见光谱区域时，其可增强 MOF 支撑体的光学功效，从而使随角度可察觉的颜色变化最小化。这种组分在法线角处发挥作用，从而吸收或反射可见光光谱的边缘和 IR 反射带的短波长波段边缘之间的 IR 辐射。这种 MOF 支撑体在美国专利 6,049,419 号中有更详细的描述。

叠层中各层的所选材料也决定 MOF 支撑体的反射特征。可以使用许多不同材料，且对于给定应用而言材料的准确选择取决于沿着特定轴的不同光学层之间的折射率所需的匹配和不匹配，也取决于制成的薄膜的所需物理性能。简而言之，接下来的讨论将集中于含有仅由两种材料(被称为第一种聚合物和第二种聚合物)制成的双层 MOF 支撑体。为说明起见，第一种聚合物被认为具有较大绝对值的应力光学系数。从而第一种聚合物在拉伸时将能产生较大的双折射。取决于应用，双折射可以产生于 MOF 支撑体平面上的两个垂直方向之间，产生于一个或多个平面方向和垂直于 MOF 支撑体薄膜平面的方向之间，或其组合。第一种聚合物在拉伸后应该保持双折射，使得制成的 MOF 支撑体具有所需光学性能。

为形成反射的或面镜 MOF 支撑体，折射率标准应在薄膜平面中的任何方向相等。通常任何给定层的折射率在垂直平面方向应相等或相近。然而，优选的是第一种聚合物的平面折射率与第二种聚合物的平面折射率的差别尽可能大。如果取向前，第一种聚合物的折射率高于第二种聚合物，那么第一种聚合物的平面折射率优选在延伸方向增加，且 z-轴折射率优选减小以配合第二种聚合物。相似地，如果取向前，第一种聚合物的折射率低于第二种聚合物，那么第一种聚合物的平面折射率优选在伸展方向减小，且 Z-轴指数优选增加以配合第二种聚合物。第二种聚合物优选在拉伸时产生少量或不产生双折射，或产生反向双折射(正-负或负-正)，使得其平面折射率与第一种聚合物的平面折

射率在制成的 MOF 支撑体中的差别尽可能大。如果 MOF 支撑体也具有某种程度的偏振性能，那么这些标准可以与上述列出的偏振薄膜的标准适当地结合。

对于大多数应用而言，优选第一种和第二种 MOF 支撑体聚合物在相关的带宽中都没有可观察到的吸收带。因而，带宽内的所有入射光将被反射或传输。然而，对于某些应用而言，第一种和第二种聚合物其中之一或二者都全部或部分地吸收具体波长是有用的。

MOF 支撑体也可含有可选择的非光学层，以下详细描述。优选地，MOF 支撑体的光学层(例如，第一种和第二种聚合物层)和 MOF 支撑体可选择的非光学层均由聚合物制成。聚合物能用共聚单体形成。优选地，使用这种共聚单体基本上不应削弱拉伸后 MOF 支撑体层的应变光学系数或双折射的保持。在实践中，这将使共聚单体含量具有使用上限，其准确值将随着所用共聚单体的选择而变化。然而如果共聚单体的加入使其他性能改良，则某些光学性能的损失也是可接受的。

聚酯是优选的用于制备 MOF 支撑体的第一种聚合物，且一般包括通过羧酸酯单体和二元醇单体反应而产生的羧酸酯和二元醇亚单元。每个羧酸酯单体包括两个或多个羧酸或酯功能团，每个二元醇单体包括两个或多个羟基功能团。羧酸酯单体可是相同的，或可以是两种或多种不同类型的分子。对于二元醇单体也是如此。术语“聚酯”还包括二元醇单体和碳酸酯反应生成的聚碳酸酯。

用于在 MOF 支撑体中形成聚酯层的羧酸酯亚单元的优选羧酸酯单体包括例如 2,6-萘二酸及其离聚物；对苯二酸；间苯二酸；邻苯二酸；壬二酸；己二酸；癸二酸；降冰片二酸；双环辛烷二酸；1,6-环己烷二酸及其离聚物；叔丁基间苯二酸，偏苯三酸，磺酸化的间苯二酸钠；2,2'-联苯二酸及其离聚物；及这些酸的低烷基酯，如甲酯或乙酯。上文中术语“低级烷基”是指 $C_1 \sim C_{10}$ 直链或支链烷基。

用于形成聚酯层的二元醇亚单元的优选二元醇单体包括乙二醇；丙二醇；1,4-丁二醇及其离聚物；1,6-己二醇；新戊二醇；聚乙二醇；二乙二醇；三环癸二醇；1,4-环己烷二甲醇及其离聚物；降莰烷二醇；双环辛二醇；三羟甲基丙烷；季戊四醇；1,4-苯二甲醇及其离聚物；双酚 A；1,8-二羟基联苯及其离聚物；及 1,3-双(2-羟基乙氧基)苯。

聚萘二酸乙二醇酯("PEN")在用于制备 MOF 支撑体时是特别有用的聚酯，且经常被选作第一种聚合物。PEN 可例如通过使萘二酸与乙二醇反应来制得。聚 2,6-萘二酸乙二醇酯是特别优选的 PEN。PEN 具有较大的正应力光学系数，在拉伸后有效地保持双折射性，且在可见光范围内很少吸收或不吸收。PEN 在各向同性状态也有较大折射率。当偏振平面与拉伸方向平行时，对于 550nm 波长的偏振入射光而言，其折射率从约 1.64 增至约 1.9。增强的分子取向加强了 PEN 的双折射。分子取向可通过拉伸 MOF 支撑体达到较大的拉伸比，并保持其他拉伸条件固定而增强。适于作为第一种聚合物的其他半结晶萘二酸聚酯包括例如聚 2,6-萘二酸丁二醇酯("PBN")，聚对苯二甲酸乙二醇酯("PET")及其共聚物。在制得 MOF 支撑体时非聚酯聚合物也是有用的。例如，聚醚酰亚胺可与聚酯如 PEN 或 PEN 共聚物("coPEN")一起使用来制备多层反射面镜。也可使用其他聚酯/非聚酯混合物，如 PET 和聚乙烯(例如聚(乙烯-共-辛烯)或"PE-PO"，可从 Dow-Dupont Elastomers 以商品名 ENGAGE™ 8200 得到)。其他适合的第一种聚合物公开于例如美国专利 6,268,961，PCT 公布申请 WO 99/36248 和 WO 99/36262 及美国专利 6,498,683 中。另一种优选的第一种聚合物是 coPEN，其包括衍生于 90 mol% 萘二酸二甲酯和 10 mol%对苯二甲酸二甲酯的羧酸酯亚单元及衍生于 100 mol%乙二醇亚单元的二元醇亚单元，其固有粘度("IV")为 0.48 dL/g。折射率约为 1.63。这种聚合物被称为“低熔融 PEN(90/10)”。另一个优选的第一种聚合物是 IV 为 0.74 dL/g 的 PET，可从 Eastman Chemical Company 得到。

如上所述,优选选择 MOF 支撑体中的第二种聚合物,使得第二种聚合物在制成的 MOF 支撑体中至少一个方向上的折射率与第一种聚合物的同一方向的折射率有显著不同。因为聚合材料通常是分散的,即其折射率随波长而变化,因此必须根据相关的特定光谱带宽来考虑这些条件。从前面的讨论中可以理解到,第二种聚合物的选择不仅取决于本发明薄膜的应用,还取决于对第一种聚合物、MOF 支撑体和薄膜处理条件的选择。第二光学层可由多种第二种聚合物制得,第二种聚合物的玻璃化转变温度与第一种聚合物相容,其折射率相似于第一种聚合物的各相同性折射率。适合的第二种聚合物例子包括由单体如乙烯基萘、苯乙烯、马来酸酐、丙烯酸酯、和甲基丙烯酸酯制得的乙烯基聚合物和共聚物。这种聚合物的其他例子包括聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯如聚(甲基丙烯酸甲酯) ("PMMA")、全规或间规聚苯乙烯。其他适合的第二种聚合物包括缩聚物如聚砜、聚酰胺、聚氨酯、聚氨基酸和聚酰亚胺。MOF 支撑体中的第二光学层也可由聚合物如聚酯和聚碳酸酯形成。

优选的 MOF 支撑体第二种聚合物包括 PMMA 的均聚物,如可从 Ineos Acrylics, Inc.以商品名 CP71 和 CP80 得到的那些,及玻璃化转变温度低于 PMMA 的聚甲基丙烯酸乙酯("PEMA")。其他优选的第二种聚合物包括 PMMA 的共聚物("coPMMA"),例如,由 75 wt%甲基丙烯酸甲酯("MMA")单体和 25 wt%丙烯酸乙酯("EA")单体制成的 coPMMA,可从 Ineos Acrylics, Inc.以商品名 PBERSPEX™ CP63 得到;由 MMA 共聚单体单元和甲基丙烯酸正丁酯("nBMA")共聚单体单元制成的 coPMMA;及 PMMA 和聚(偏氟乙烯) ("PVDF")的混合物,如可从 Solvay Polymers, Inc.以商品名 SOLEF™ 1008 得到。其他优选的第二种聚合物包括聚烯烃共聚物,如前面提到的 PE-PO ENGAGE™ 8200;聚(丙烯-共-乙烯) ("PPPE"),可从 Fina Oil and Chemical Co.以商品名 Z9470 得到;及无规立构聚丙烯("aPP")和全同立构聚丙烯("iPP")的共聚物,可从 Huntsman Chemical Corp.以商品名 REXFLEX™ W 111 得到。第二光学层也可由功能化的聚烯烃制得,例如线性低密度聚乙烯-g-马来酸酐

("LLDPE-g-MA"), 可从 E. I. duPont de Nemours & Co., Inc. 以商品名 BYNEL™ 4105 得到; 由共聚酯醚弹性体("COPE")制得, 可从 Eastman Chemical Company 以商品名 ECDEL™ 得到; 由间规聚苯乙烯("sPS")制得; 由基于对苯二甲酸的共聚物或混合物("coPET")制得; 由使用第二个二元醇例如环己烷二甲醇("PETG")的 PET 共聚物制得; 及由氟聚合物制得, 从 3M Company 以商品名 THV™ 得到。

在 IR 反射的 MOF 支撑体薄膜中光学层的第一种/第二种聚合物的特别优选组合包括 PEN/PMMA、PET/PMMA 或 PET/coPMMA、PEN/coPE, PET/COPE、PEN/sPS、PET/sPS、PEN/coPET、PEN/PETG 和 PEN/THV。这些组合中的几个对入射光的角度保持恒定的反射(即没有 Brewster 角)。例如, 在特定波长时双轴取向的 PEN 的平面折射率可以为 1.76, 而平面 z-轴折射率可降至 1.49。当 PMMA 在多层结构中被用作第二种聚合物时, 在同样波长时其折射率在所有三个方向都可以为 1.495。另一个例子是 PET/COPE 系统, 其中类似的平面和 z-轴折射率可以为 1.66 和 1.51, 而 COPE 的各向同性折射率可以为 1.52。

MOF 支撑体可选择地包括一种或多种非光学层, 例如一种或多种非光学表层或一种或多种非光学内层, 如在光学层外壳之间的保护边界层("PBL")。非光学层可用于使 MOF 支撑体具有进一步的强度或坚硬度, 或在处理中或处理后保护 MOF 支撑体免受损害或破坏。对于某些应用而言, 优选包括一种或多种消耗性保护表层, 其中可控制表层和 MOF 支撑体间的界面粘合, 使得在使用前表层能从 MOF 支撑体或制成的薄膜内侧剥离。还可选择非光学层材料而具有或改进本发明的 MOF 支撑体或薄膜的各种性能, 例如抗撕裂、击穿强度、韧性、耐风化性和耐溶剂性。通常, 放置一种或多种非光学层, 使得被本发明的 MOF 支撑体或薄膜传输、偏振或反射的光的至少一部分也可穿过这些层(换句话说, 即这些非光学层可置于光路中, 光可穿过本发明的 MOF 支撑体或薄膜或被其反射)。非光学层优选基本不会影响本发明的 MOF 支撑体或薄膜在相关波长区的反射性能。非光学层的性能如结晶和收

缩特征及 MOF 支撑体光学层的性能也需要考虑, 以提供当层压成严重弯曲基底时不会发生裂缝或起皱的薄膜。

这种 MOF 支撑体中的非光学层可选自于多种适当的材料。选择非光学层材料时需要考虑的因素包括伸长/断裂百分比、杨氏模量、抗撕裂强度、对内层的粘合、在相关电磁带宽中透射/吸收百分比、光学清晰或模糊度、作为频率函数的折射率、纹理、粗糙度、融化热稳定性、分子量分布、融化流变性、共挤压性、可混合性、在光学层和非光学层的材料间的内扩散速率、粘弹性反应、在拉伸条件下松弛和结晶性能、在使用温度下的热稳定性、耐风化性、与涂层粘附的能力及对各种气体和溶剂的渗透性。当然, 如前所述, 重要的是所选的非光学层材料对 MOF 支撑体的光学性能没有影响。非光学层可由各种聚合物构成, 如聚酯, 包括在 MOF 支撑体的第一和第二光学层中所用的任何聚合物。在某些实施方案中, 非光学层所选的材料与第二光学层所选的材料相似或相同。例如, 表层使用 coPEN、coPET 或其他共聚物材料可以降低 MOF 支撑体的“断裂”(由于应变诱导的结晶性及大多数聚合物分子在取向中的排列, 从而使 MOF 支撑体部分断裂)。含有 coPEN 的非光学层通常当在用于取向第一光学层时取向极小, 从而具有较小的应变诱导结晶性。

优选地, MOF 支撑体中选用的第一光学层、第二光学层和可选择的非光学层的聚合物有相似的流变学性能(例如, 融化粘性), 使得它们在没有流动干扰下能被共挤压。优选地, MOF 支撑体中的第二光学层、表层和可选择的非光学层的玻璃化转变温度("Tg")与第一光学层的玻璃化转变温度相比低于或不高于约 40°C。更优选地, 第二光学层、表层和可选择的非光学层的 Tg 低于第一光学层的 Tg。当长度取向("LO")辊被用于取向 MOF 支撑体时, 不可能使用所需的低 Tg 表层材料, 因为低 Tg 材料会粘住辊。如果使用 LO 辊, 则这种局限就不是问题。对于某些应用而言, 优选的表层材料包括 PMMA 和聚碳酸酯, 这是由于这些材料的耐久性及它们保护 MOF 支撑体免受 UV 辐射的原

因。

表层也能在其制备过程中共挤压在 MOF 支撑体的一个或两个主表面上,以防止 MOF 支撑体光学层受到沿进料壁及模具壁的高剪切环境。此外,具有所需化学或物理性能的表层可通过在制备过程中将一种或多种适合的添加剂(例如 UV 稳定剂)混合进构成表层的聚合物,将所得表层共挤压在 MOF 支撑体层的一个或两个侧面而获得。需要时,附加层可在 MOF 支撑体制备过程中共挤压在表层外侧;其可以在单独的涂覆操作中涂覆于 MOF 支撑体上;或可以作为单独薄膜、箔、或坚硬或半坚硬的增强基层层压于 MOF 支撑体上。

MOF 支撑体中的表层和其他可选择的非光学层可厚于、薄于或等于 MOF 支撑体的光学层的厚度。表层和可选择的非光学层的厚度一般至少为 MOF 支撑体的各光学层中至少一个的厚度的 4 倍、通常至少为 10 倍、可以至少为 100 倍。非光学层的厚度可以变化,使得 MOF 支撑体具有特定的厚度。MOF 支撑体的整体物理厚度取决于所需应用。优选 MOF 支撑体厚度约为 0.01~1mm。

制备特别优选的 MOF 支撑体的方法细节公开于上述 PCT 公布申请 WO 99/36248 和 WO 01/96104 中。

本发明的薄膜还包括在 MOF 支撑体上部的金属或金属层和交联的聚合层。这些层能以任意次序出现,即金属或金属合金层处于 MOF 支撑体和交联的聚合层之间,或交联的聚合层处于 MOF 支撑体和金属或金属合金层间。优选地,多于一个金属或金属合金层存在于公开的薄膜中。如上所述,为简单起见,这些金属或金属合金层被称作金属层。最优选地,公开的薄膜包括至少两个被交联的聚合间隔层分隔的金属层,其中金属层和交联的聚合间隔层形成挡红外线的法夫里-佩罗光学干涉叠层。需要时薄膜中要存在一个以上的这种叠层。通过在前述叠层顶上放置额外的交联的聚合层和金属层可方便地制得额外叠

层。

薄膜中的第一、第二和任何额外的金属层彼此相同或不同。优选的金属包括单质银、金、铜、镍、铬和不锈钢，银是特别优选的。也可以使用含有这些金属彼此间或与其他金属混合的合金或分散体。金属层不需有相同厚度。优选地，金属层应足够厚以保持连续，及足够薄以确保薄膜和含有薄膜的制品具有所需程度的可见光透射。优选地，金属层的物理厚度(与光学厚度相对)约为 3~50nm，更优选约为 4~15nm。优选使用薄膜金属处理领域中使用的方法涂覆第一和任何额外的金属层，如喷溅(例如阴极或平面磁电管喷溅)、蒸发(例如电阻或电子束蒸发)、化学气相沉积、电镀等。

除了其光学作用外，金属层可用作例如天线、电磁防护，用于薄膜加热，例如除水汽、除雾、除霜或除冰。薄膜加热应用需要显著的电流-输送能力。优选地，在这种薄膜加热应用中，两个或多个金属化的薄膜层使用电线并联地电连接在一起，例如美国专利 3,529,074、4,782,216、4,786,783、5,324,374 和 5,332,888 中所示的。这种由交联的聚合间隔层分隔的多个电流-传输金属层的组合提供了当弯曲、折曲和拉伸时耐分层或耐断裂的叠层，其细节如在未授权的 U.S.申请序列号 10/222,449(题目为 "FLEXIBLE ELECTRICALLY CONDUCTIVE INFRARED INTERFERENCE FILTER")及未授权的 U.S.申请序列号 10/222,465(题目为 "DURABLE TRANSPARENT EMI SHIELDING FILM")中所述。金属层中非常小的擦伤或破裂可导致薄膜电流-输送的过早失效。这种失效通常是由于热斑的形成，特别是当擦伤或断裂与穿过金属层的电流方向垂直时。优选地，在对薄膜施加高于 0.15 W/cm^2 的能量之后，各层保持导电性。

通过适当地预处理支撑体，优选可增强第一金属层的光滑性和连续性及其与支撑体的粘合性。优选的预处理方案包括在反应性或非反应性的气体存在下放电(例如等离子体，辉光放电，电晕放电，介电屏

障放电或大气压力放电)预处理支撑体;化学预处理;火焰预处理;或应用成核层(如在美国专利 3,601,471 和 3,682,528 中所述的氧化物和合金)。这些预处理有助于确保支撑体的表面对于随后涂覆的金属层是可接受的。等离子体预处理是特别优选的。其他特别优选的预处理方案包括用无机或有机基础涂层(前面已讨论过的如图 4 中的层 132)涂覆支撑体,然后可选择地使用等离子体或上述其他预处理中的一种进行预处理。有机基础涂层、特别是交联的聚合基础涂层是特别优选的。因此,在优选的实施方案中,交联的聚合层处于 MOF 支撑体和金属层之间。

交联的聚合层可以各种方法涂覆到 MOF 支撑体上(或涂覆到支撑体上的第一金属层上)。最优选地,通过快速蒸发和气相沉积辐射-可交联的单体(例如丙烯酸酯单体),然后原位交联(例如使用电子束装置,UV 光源,放电装置或其他适合的装置)来制备交联的聚合层,这些公开于美国专利 4,696,719、4,722,515、4,842,893、4,954,371、5,018,048、5,032,461、5,097,800、5,125,138、5,440,446、5,547,908、6,045,864、6,231,939 和 6,214,422;公开于公布的 PCT 申请 WO 00/26973;公开于 D. G. Shaw 和 M. G. Langlois 的"A New Vapor Deposition Process for Coating Paper and Polymer Webs", 6th International Vacuum Coating Conference (1992);公开于 D. G. Shaw 和 M. G. Langlois 的"A New High Speed Process for Vapor Depositing Acrylate Thin Films: An Update", Society of Vacuum Coaters 36th Annual Technical Conference Proceedings (1993);公开于 D. G. Shaw 和 M. G. Langlois 的"USE of Vapor Deposited Acrylate Coatings to Improve the Barrier Properties of Metallized Film", Society of Vacuum Coaters 37th Annual Technical Conference Proceedings (1994);公开于 D. G. Shaw、M. Roehrig、M. G. Langlois 和 C. Sheehan 的"Use of Evaporated Acrylate Coatings to Smooth the Surface of Polyester and Polypropylene Film Substrate", RadTech (1996);公开于 J. Affinito、P. Martin、M. Gross、C. Coronado 和 E. Greenwell 的"Vacuum deposited polymer/metal multilayer for optical

application", Thin Solid Films 270, 43-48 (L 995); 公开于 J. D. Affinito、M.E. Gross、C.A. Coronado、G.L. Graff、E.N. Greenwell 和 P. M. Martin 的 "Polymer-Oxide Transparent Barrier Layers", Society of Vacuum Coaters 39th Annual Technical Conference Proceedings (1996)。需要时, 可以使用常规预聚物涂覆方法如辊涂(例如照相凹版式辊涂)或喷涂(例如静电喷涂)来涂覆交联的聚合层, 然后使用例如 UV 辐射进行交联。交联的聚合层的所需化学组成和厚度部分地取决于 MOF 支撑体的性能。例如, 对于 MOF 支撑体而言, 交联的聚合层优选由丙烯酸酯单体形成, 并且通常其厚度仅为几 nm 至约 2 微米。

交联的聚合层可由各种有机材料制成。优选地, 在涂覆后间隔层原位交联。最优选地, 通过快速蒸发, 气相沉积和交联上述单体来形成交联的聚合层。可挥发的(甲基)丙烯酸酯单体优选用于这种方法中, 其中可挥发的丙烯酸酯单体是特别优选的。优选的(甲基)丙烯酸酯其数均分子量约为 150~600, 更优选约为 200~400。其他优选的(甲基)丙烯酸酯中分子量与丙烯酸酯官能团数量/分子的比值约为 150~600 g/mole/(甲基)丙烯酸酯基团, 更优选约为 200~400 g/mole/(甲基)丙烯酸酯基团。氟化的(甲基)丙烯酸酯可以较高分子量或比值使用, 例如分子量约为 400~3000 或约 400~3000 g/mole/(甲基)丙烯酸酯基团。通过冷却支撑体可提高涂覆效率。特别优选的单体包括多功能(甲基)丙烯酸酯, 可单独使用或与其他多功能或单功能性(甲基)丙烯酸酯混合使用, 如二丙烯酸己二醇酯, 丙烯酸乙氧基乙酯, 丙烯酸苯氧基乙酯, (单)丙烯酸氰基乙酯, 丙烯酸异冰片酯, 甲基丙烯酸异冰片酯, 丙烯酸十八烷基酯, 丙烯酸异癸基酯, 丙烯酸月桂基酯, 丙烯酸 β 羧乙酯, 丙烯酸四氢糠基酯, 丙烯酸二腈酯, 丙烯酸五氟苯基酯, 丙烯酸硝基苯基酯, 丙烯酸 2-苯氧基乙酯, 甲基丙烯酸 2-苯氧基乙酯, (甲基)丙烯酸 2,2,2-三氟甲基酯, 二丙烯酸二乙二醇酯, 二丙烯酸三甘醇酯, 二甲基丙烯酸三甘醇酯, 二丙烯酸三丙二醇酯, 二丙烯酸四甘醇酯, 二丙烯酸新戊二醇酯, 二丙烯酸丙氧基化的新戊二醇酯, 二丙烯酸聚乙二醇酯, 二丙烯酸四甘醇酯, 二丙烯酸双酚 A 环氧酯, 二甲基丙烯酸 1,6-己二醇

酯，三羟甲基丙烷三丙烯酸酯，三丙烯酸乙氧基化的三羟甲基丙烷酯，三丙烯酸丙基化的三羟甲基丙烷酯，三(2-羟基乙基)-异氰尿酸酯三丙烯酸酯，三丙烯酸季戊四醇酯，丙烯酸苯基硫代乙酯，丙烯酸萘氧基乙酯，IRR-214 环二丙烯酸酯(从 UCB Chemicals 得到)，丙烯酸环氧酯 RDX80095(从 Rad-Cure Corporation 得到)，及其混合物。在交联的聚合层可含有各种其他可固化的材料，例如乙烯基醚、乙烯基萘、丙烯腈及其混合物。交联的聚合层的物理厚度部分取决于其折射率，部分取决于薄膜叠层所需的光学性。为在挡红外线法夫里-佩罗干涉叠层中用作有机间隔层，交联的聚合层通常其折射率约为 1.3~1.7，优选其光学厚度约为 75~200nm，更优选约为 100~150nm，相应的物理厚度约为 50~130nm，更优选约为 65~100nm。

光学模型可用来设计公开的制品中的适合层厚度。例如，厚度为 51 微米 PET 支撑体涂覆有 5 层挡红外线丙烯酸酯/金属/丙烯酸酯/金属/丙烯酸酯光学叠层，其中基础涂层、交联的聚合间隔层和上部涂层由二丙烯酸三甘醇酯(折射率 1.4662)构成，且金属层是由磁控管溅射的银(折射率 0.154)构成，两个示例性目标结构各自层的物理厚度从基础层到上部涂层为 129/12/104/12/54nm 或 116/10/116/10/55nm。

交联的聚合间隔层与非交联的聚合间隔层相比有几个优点。与非交联的聚合间隔层相比，当加热时交联的聚合间隔层不会明显融化或软化，因而在制备或层压过程中，在温度和压力同时影响下也不大可能出现明显的流动、变形或变薄。交联的聚合间隔层具有高耐溶剂性，而非交联的聚合间隔层可以被用于制备非交联的聚合间隔层所用的那些溶剂溶解或软化。交联的聚合间隔层具有较大的耐液体性，该液体可以是本发明的薄膜所接触的液体，如用于窗户的清洁溶液，及机动车液体如机动车用的汽油、传动油等。与由相似聚合物制成的非交联的聚合间隔层相比，交联的聚合间隔层还可具有所需的物理性能，如较高模量和硬度、当被拉伸时有更好的弹性恢复能力或更好的恢复能力。

第一金属层与交联的聚合层的粘合可通过将第一金属层放置于交联的聚合层间而得到提高。这种粘合还可通过在交联的聚合层中加入粘合促进剂或防腐蚀添加剂来提高。这将影响交联的聚合层和第一金属层间界面的表面量或其他相关特征。适合的粘合促进或防腐蚀添加剂包括硫醇、酸(如羧酸或有机磷酸)、三唑、染料和润湿剂。双巯基乙酸乙二醇酯(美国专利 4,645,714 中所述的)是特别优选的添加剂。所用添加剂优选其量足以获得所需的粘合增强,而不会引起不适当的氧化或第一金属层的其他损失。

需要时,额外的交联的聚合间隔层和金属层可涂覆于第一金属层的顶上。例如,含有 3 个金属层或 4 个金属层的叠层为某些应用提供了所需要的特征。特别优选的是含有 2~4 个金属层的叠层,其中每个金属层包括与其表面相邻的交联的聚合层。

通过在涂覆第二金属层之前适当地预处理基础层,或在基础层中加入适合的添加剂,优选可增强第二金属层的光滑性和连续性以及其与基础层的粘合性(例如与交联的聚合间隔层的粘合)。优选的预处理包括前述的支撑体预处理,其中间隔层的等离子体预处理是特别优选的。

令人惊讶的是,我们还发现当使用一个或两个前述的预处理时,且当一种或多种前述的基础涂附层添加剂混合进用于形成间隔层的单体混合物时,在电流影响下金属层的抗腐蚀性明显增强。等离子体处理是优选的预处理,氮等离子体是特别优选的。双巯基乙酸乙二醇酯是加到单体混合物中的优选添加剂。

最上面的金属层优选适合的保护层如上述的层 122 涂覆。需要时,可使用常规涂层方法如辊涂(例如照相凹板式辊涂)或喷涂(例如静电喷涂)来涂覆保护层,然后使用例如 UV 辐射进行交联。最优选地,通过快速蒸发、气相沉积和交联上述单体形成保护层。可挥发的(甲基)

丙烯酸酯单体优选用于这种方法中，其中可挥发的丙烯酸酯单体是特别优选的。当本发明的薄膜包括保护层或其他表面层，且在机械能-吸收材料(如 PVB)间层压时，可选择保护层或其他表面层的折射率，使得由 PVB 和薄膜间折射率差别所引起的界面上的反射达到最小化。保护层还可被后处理，以增强保护层与机械能-吸收材料(如 PVB)的粘合。优选的后处理包括前述的支撑体预处理，对薄膜两侧的等离子体后处理是特别优的。优选的保护层添加剂包括前述的交联的聚合层添加剂。

可方便地用于制备公开的薄膜的装置表明在图 8 中。动力转筒 181a 和 181b 使 MOF 支撑体 182 通过装置 180 前后移动。温控旋转筒 183a 和 183b 和惰轮 184a、184b、184c、184d、184e 将 MOF 支撑体 182 传送过金属喷溅涂覆器 185、等离子体预处理器 186、单体蒸发器 187 和电子束交联装置 188。液体单体 189 从存贮器 190 供应到蒸发器 187。通过装置 180 的多个通道将连续层涂覆于 MOF 支撑体 182 上。装置 180 可密封在适合的室中(图 8 中未示)并保持在真空，或被供给适合的惰性气体以防止氧气、水蒸气、灰尘和其他大气污染物妨碍各种预处理、单体涂覆、交联和喷溅。

关于在本发明薄膜中形成金属层和交联的聚合层的其他细节公开于共同未决的 U.S. 请序列号 10/222,466 中，题目为“POLYMER-METAL INFRARED INTERFERENCE FILTER”。

公开的预层压材料通过交本发明的薄膜一种或多种机械能-吸收层如层 134 连接来形成。机械能-吸收层可由本领域所属技术人员熟悉的各种材料构成，包括 PVB，聚氨酯("PUR")，聚氯乙烯基，聚乙烯基乙缩醛，聚乙烯，乙烯基乙酸乙烯基和 SURLYNTM 树脂(E. I. duPont de Nemours & Co.)。PVB 是优选的机械能-吸收层材料。机械能-吸收层的厚度取决于所需的应用，但通常约为 0.3~1mm。

各种功能性层或涂层可加到本发明的 MOF 支撑体、薄膜或预层压

材料中，以改变或改进其物理或化学性能，尤其是在 MOF 支撑体、薄膜或预层压材料的一个表面上。这种层或涂层可包括例如低摩擦涂层或滑动颗粒，以制备 MOF 支撑体、薄膜或预层压材料并在制备过程中容易处理；颗粒，使 MOF 支撑体、薄膜或预层压材料具有扩散性能，或当 MOF 支撑体、薄膜或预层压材料挨着另一个薄膜或表面放置时防止湿润或 Newton 环；粘合剂，如压敏粘合剂或热熔粘合剂；底漆，以促进与相邻层的粘合；及低粘性支持尺寸材料，当 MOF 支撑体、薄膜或预层压材料以粘合剂辊形式使用时使用。功能性层或涂层也可包括耐碎、抗混入或耐撕裂的薄膜和涂层，例如 WO 01/96115 中所述的功能性层。其他功能性层或涂层可包括如 WO 98/26927 和美国专利 5,773,102 中公开的振动阻尼薄膜层和阻挡层，以提供保护或改变 MOF 支撑体、薄膜或预层压材料对液体如水或有机溶剂或对气体如氧、水蒸汽或二氧化碳的透过性能。这些功能性组分可加到 MOF 支撑体、薄膜或预层压材料的一个或多个最上层中，或它们可用作单个薄膜或涂层。

对某些应用而言，可以改变 MOF 支撑体、薄膜或预层压材料的外观或性能，如通过向 MOF 支撑体、薄膜或预层压材料层压染色填充物，向 MOF 支撑体、薄膜或预层压材料的表面涂覆带色涂层，或在用于制备 MOF 支撑体、薄膜或预层压材料的一种或多种材料中包括染料或颜料。染料或颜料在一种或多种选定的光谱区域可吸收(包括红外、紫外或可见光谱部分)。染料或颜可用于补足 MOF 支撑体、薄膜或预层压材料的性能，尤其是 MOF 支撑体、薄膜或预层压材料透过某些步骤而反射其他频率时。在本发明的 MOF 支撑体、薄膜或预层压材料中特别有用的带色层公开于 WO 2001/58989 中。这种层可是层压、挤出涂覆或共挤出的 MOF 支撑体、薄膜或预层压材料的表层。颜料加入水平可以约为 0.01 和约 1.0wt.%，根据所需的可见光透射而变化。加入 UV 吸收覆盖层也是优选的，以防止 MOF 支撑体或薄膜的任何内层在 UV 辐射时是不稳定的。

可以加到 MOF 支撑体、薄膜或预层压材料中的其他功能性层或涂层包括例如抗静电涂层或薄膜；阻燃剂；UV 稳定剂；耐磨或抗涂覆材料；光学涂层；防雾材料；磁性或磁光涂层或薄膜；液晶面板；电致变色或电致发光面板；照相乳剂；棱镜薄膜；及全息薄膜或图像。其他功能性层或涂层公开于例如 WO 97/01440、WO 99/36262 和 WO 99/36248 中。

MOF 支撑体、薄膜或预层压材料可用例如油墨或其他印刷标记(如用于显示产物标识、方向信息、广告、警告、装饰或其他信息)处理。各种技术可用于在 MOF 支撑体、薄膜或预层压材料印刷，如丝网印刷、喷墨印刷、热传递印刷、凸版印刷、胶版印刷、苯胺印刷、点刻印刷、激光印刷等，可以使用各类油墨，包括单组分和双组分油墨、氧化干燥和 UV 干燥油墨、溶解油墨、分散油墨和 100%油墨体系。

公开的薄膜和预层压材料可与各种基底连接或层压。通常基底材料包括光滑材料如玻璃(其可以是绝缘的、退火的、层压的、淬火的或热硬化的)和塑料(如聚碳酸酯和聚甲基丙烯酸甲酯)。公开的薄膜和预层压材料特别适用于非平面基底，特别是具有空间曲率的那些。薄膜或预层压材料优选能够在层压或脱气方法中与这种非平面基底适应，而不会破裂或变皱。

公开的薄膜(或在其上形成薄膜的 MOF 支撑体)可被定向，及可选择地在足以使薄膜一致的条件下加热硬化，而非平面基底没有明显起皱。当与薄膜层压的非平面基底有已知的形状或弯曲形、特别是当基底有已知的明显空间曲率时，这是特别有用的。通过分别控制薄膜或 MOF 支撑体在每个平面方向的收缩，在层压过程中薄膜能以可控制的方式收缩，特别是在压送辊层压过程中。例如，如果与薄膜层压的非平面基底具有空间曲率，那么可以调节薄膜在每个平面方向上收缩，以配合基底在那些方向上的特定弯曲特征。具有最大收缩度的平面薄膜或 MOF 支撑体的方向优选与具有最小弯曲度(即最大的曲率半径)的

基底的尺寸一致。除了曲率半径的弯曲特征外，需要时可使用其他测量值(如从被基底的主表面所限定的几何表面测量的升高或下降的面积)。为与普通的非平面基底层压，薄膜收缩度优选在两个平面方向都大于约 0.4%，更优选在至少一个平面方向大于约 0.7%，最优选地在至少一个平面方向大于约 1%。总薄膜收缩度优选被限制到降低边缘分层或“插入”。从而薄膜收缩度优选在每个平面方向小于约 3%，更优选在每个平面方向小于约 2.5%。收缩性主要由以下因素控制，如所用的薄膜或支撑体材料、薄膜或支撑体拉伸比率、热固温度、停留时间和缩进(在拉幅机热固区中相对于最大轨道底座的轨道间距减小)。涂层还能改变薄膜的收缩性能。例如，底漆涂层可降低交叉("TD")收缩约 0.2~0.4%，增强机械方向("MD")收缩约 0.1~0.3%。定向和热硬化设备可较大范围地变化，且理想的硬化通常在实验中依每种情况来决定。关于制备具有目标收缩性能的 MOF 支撑体的方法进一步细节公开于 WO 01/96104 号中。

如上所述，公开的薄膜首先可与机械能-吸收层层压以形成预层压材料，如预层压材料 140 或 150，然后与车用光滑薄片层压。在一个层压步骤中也可组装含有薄膜、机械能-吸收层和光滑薄片的夹心结构。在另一种情况下，在每一层压步骤中应从各层除去空气。通常优选的是在层压前在加热炉中预热薄膜和机械能-吸收层或层至低于最外薄膜层 T_g 的温度。优选地，在机械能-吸收层、薄膜和光滑薄片间设置某种程度的粘合。然而，机械能-吸收层优选应足够软以在进行最终层压步骤之前流动。机械能-吸收层优选有助于固定预层压材料边缘，使得薄膜收缩并且本身形成最终叠层的形状。优选在高温灭菌后以可控制的速率冷却叠层，以避免薄膜内可能的收缩或薄膜边缘分层。可使用上述的真空脱气或压送辊方法进行脱气。优选地，使用一个或多个压送辊进行脱气和层压。代表性的压送辊装置公开于美国专利 5,085,141 中。其他此类装置对于本领域所属技术人员是公知的。

层压后，优选在高压锅中将叠层加热至足以使本发明的机械能-吸

收层和薄膜与光滑薄片的外形一致的温度，并形成最终的层压的光滑制品。在层压过程中应施加足够的压力以使叠层的各层至少部分粘合。对于含有 PVB 的叠层而言，通常温度约为 138°C ~ 150°C ，压力约为 $0.5\sim 1.5\text{MPa}$ 。热量和压力使机械能-吸收层流动并扩散以填充空穴，形成均匀的夹心结构，并与叠层牢固结合，同时在最小的时间内除去残余空气(或将其溶解在 PVB 中)。尽管取决于制造商高压过程可明显变化，但是普通的高压过程包括(a)在约 15 分钟内将温度和压力从环境升至 93°C 和约 0.55MPa ，(b)在约 40 分钟内将温度升至 143°C ，同时保持压力约为 0.55MPa ，(c)在约 10 分钟内将压力升至 1.38Mpa ，同时保持温度约为 143°C ，(d)保持最大温度和压力约 20 分钟，(e)在约 15 分钟内将温度和压力降至约 38°C 和约 1Mpa ，及(F)在约 4 分钟内将压力降至环境。整个高压过程通常约 60 分钟~120 分钟。

公开的薄膜也可用于建筑光滑材料中，例如美国专利 4,799,745 中所述的光滑制品。制备这种光滑制品的方法对本领域所属技术人员是清楚的。例如，可通过用 MOF 支撑体取代美国专利 4,799,745 中的层 20，用交联的聚合层取代美国专利 4,799,745 中的间隔层 18 来制备有用的建筑光滑制品。得到的光滑制品优选是光学透明的。图 9 表明一种薄膜 191，其包括 MOF 支撑体 192 和法夫里-佩罗叠层 193，该叠层包括用间隔层 195 隔开的金属层 194 和第二金属层 196。薄膜 191 通过压敏粘合剂层 197 与玻璃片 198 连接。

与用喷溅涂覆的无机介电层或溶剂涂覆的未交联的聚合介电层制成的薄膜相比，公开的薄膜制备更快。在喷溅涂覆和溶剂涂覆方法中，介电层沉积步骤是速度限制因子，而公开的方法能够更快地沉积介电层。此外，公开的方法可在单一室中进行，不需要在涂覆步骤中取下薄膜，而现有的溶剂涂覆未交联的介电层在沉积金属层的室外进行。

下面的测试被用来评估本文公开的薄膜。

导电性对应变测试

使用 SINTECH™ 200/S 拉力测试仪(Instron Corp.)拉伸薄膜, 以确定薄膜停止导电时的应变百分比。从薄膜样品中心切下 25.4mm 宽×约 200mm 长的条带。用 No. 22-201 银漆(Katy Company)涂覆条带窄端的两侧。银漆干燥后, 沿涂覆的边缘折叠铜以在条带每一末端形成稳定电极。将制得的条带夹在拉力测试仪的夹钳中, 使用弹簧夹将电源与铜电极连接。标准长度为 101.6mm, 横担速度为 25.4mm/min, 将 4 伏的恒电压应用到条带上, 对照应变%测量和记录电流。

片电阻测试

使用非接触导电测量装置(Model 717B Benchtop Conductance Monitor, Delcom Instruments Inc.)评估本发明薄膜的片电阻。

太阳热增益系数和遮阳系数

Te 被定义成样品透过 250nm~2500nm 的太阳能除以总入射太阳能的百分比。Ae 被定义成样品吸收 250nm~2500nm 的太阳能除以总入射太阳能的百分比。使用从 ASTM E891 得到的太阳发光数据利用气团 1.5 计算太阳性能。太阳热增益系数(SHGC)计算如下

$$SHGC = TE + 0.27 (Ae)$$

遮阳系数(SC)被定义成通过光滑材料与通过 3.2mm 厚的窗户玻璃的单一窗格的太阳热增益系数比值, 计算如下

$$SC = SHGC/87.0$$

现在结合下面的非限制性实施例说明本发明, 其中除非另有所指所有的份数和百分比以重量为单位。

实施例 1

(层 1) 将约 6 米长、0.05mm 厚的 MOF 支撑体薄膜(3M™ 太阳反射薄膜 No. 41-4400-0146-3)与约 300 米长、0.05mm 厚、508mm 宽的 PET 支撑体(453 MELINEX™, DuPont Teijin Films)连接。得到的连接薄膜加到图 8 所示的辊压真空室。真空室中的压力降到 3×10^{-4} 托。支

撑体同时进行等离子体预处理并以 36.6m/min 的网速进行丙烯酸酯涂覆。等离子体预处理)在氮气中(氮气流速 102 sccm)利用铬靶和差压 dc 磁电管在 1000 瓦功率下(402 伏和 2.5 安培)进行操作。丙烯酸酯涂层使用 IRR214 丙烯酸酯(UCB Chemicals)和丙烯酸月桂酯的 50:50 混合物,此前通过将液体单体混合物的容器放进钟罩中并将压力降低到约 1 毫托进行脱气 1 小时。使用超声喷雾以 2.45ml/min 的流速将脱气的单体抽吸进 276°C 的蒸发室。使用-21°C 的鼓温,单体蒸汽在移动的织物上冷凝,使用在 8.0 kV 和 6.5 毫安下操作的单细丝枪进行电子束交联。

(层 2) 颠倒织物的方向。再次以 36.6m/min 操作,丙烯酸酯表面经等离子体处理,用磁电管喷溅银来涂覆。等离子体预处理同前面一样,但为 309 伏和 3.34 安培条件下。银以 10,000 瓦的能量喷溅(570 伏和 7.88 安培),鼓温为 21°C,氩气流速为 93.2 sccm。

(层 3) 再次颠倒织物的方向。再次以 36.6m/min 操作,在沉积和交联聚合间隔层之前等离子体预处理银的表面。等离子体预处理利用铬靶,使用 1000 瓦的能量(308 伏和 3.33 安培)。鼓温是-23°C,其他单体沉积条件如前所述,单体蒸汽在移动的织物上冷凝,使用在 8.0 kV 和 6.0 毫安下操作的单细丝枪进行电子束交联。

(层 4) 再次颠倒织物的方向。再次以 36.6m/min 操作,丙烯酸酯表面经等离子体处理,用磁电管喷溅的银涂覆。等离子体预处理同前面一样,但为 316 伏和 3.22 安培条件下。银如前述般被喷溅,但为 567 伏和 17.66 安培,鼓温为 20°C,氩气流速为 90sccm。

(层 5) 再次颠倒织物的方向。在沉积保护层之前等离子体预处理银的表面。等离子体预处理与层 3 相同。鼓温是-23°C,其他单体沉积条件如前所述,单体蒸汽在移动的织物上冷凝,使用在 8.0 kV 和 6.2 毫安下操作的单细丝枪进行电子束交联。

得到的挡红外线薄膜和未涂覆的支撑体的光学性能分别示于图 10 和图 11 中。图 10 和图 11 中的曲线 T 和 R 方别表示透射率和反射率。可以理解的是,检测约 700~1100nm 间的反射曲线,得到的挡红外线薄膜显示出明显加宽的反射带。

实施例 2 和 3

用实施例 1 的方法及可选择的上层等离子体后处理,在同一 MOF 支撑体上形成 5 层挡红外线丙烯酸酯/Ag/丙烯酸酯/Ag/丙烯酸酯光学叠层。评估得到的薄膜的外观、透射(Trans-Luminous Y (Tvis))、反射(Refl-Luminous Y)、太阳热增益系数、遮阳系数和薄片电阻。处理条件和评估结果列于下表 1 中。

表 1

	实施例 2	实施例 3
支撑体	MOF	MOF
层 1		
沉积的材料	单体	单体
线速(m/min)	36.6	36.6
等离子体(瓦)	1000	1000
鼓温(°C)	-21	-21
单体进料速率(ml/min)	2.65	2.65
层 2		
沉积的材料	Ag	Ag
线速(m/min)	36.6	36.6
等离子体(瓦)	1000	1000
鼓温(°C)	19	19
喷溅能量(KW)	10	10
层 3		
沉积的材料	单体	单体
线速(m/min)	36.6	36.6
等离子体(瓦)	1000	1000
鼓温(°C)	-20	-20
单体进料速率(ml/min)	2.85	2.85
层 4		
沉积的材料	Ag	Ag
线速(m/min)	36.6	36.6
等离子体(瓦)	1000	1000
鼓温(°C)	23	23
喷溅能量(KW)	10	10
层 5		
沉积的材料	单体	单体
线速(m/min)	36.6	36.6
等离子体(瓦)	1000	1000
鼓温(°C)	-17	-17
单体进料速率(ml/min)	1.35	1.35
等离子体后处理		
线速(m/min)		36.6
等离子体(瓦)		1000
结果:		
外观	良好	良好
Trans-Luminous Y(Tvis)	72.69	72.51
Refl-Luminous Y	11.16	10.15
SHGC	44.97	45.63
SC	0.5169	0.5244
薄片电阻(欧姆/平方)	3.927	4.389

表 1 中的结果表明形成的涂覆薄膜其 T_{vis} 高达约 73%，片电阻低达 3.9 欧姆/平方。使用导电性对应变测试也评估了实施例 3 中薄膜的两个样品。在 50%或更大应变时两个薄膜样品导电。

比较例 1

使用导电性对应变测试评估基于透明银层和铟氧化物无机介电 (XIR™ 75 薄膜, Southwall Technologies Inc.)的商业产品。当受到仅有 1 %应变时样品失效。

实施例 4

对实施例 2 和实施例 3 的薄膜在其一面或两面进行可选择的等离子体后处理, 然后将 304mm×304mm 的薄膜样品放置在夹心结构的中心而层压在玻璃薄片间, 该夹心结构由放置于两个 2mm 玻璃薄片间的两个 0.05mm 厚的 PVB 薄片组成。通过真空脱气得到的叠层组件, 然后通过高压灭菌形成光学清晰的光滑制品。评估光滑制品来决定其压缩剪切强度。下面表 2 中列出了薄膜实施例序号, 在叠层的最上层的顶上或支撑体的下侧发生或未发生等离子体后处理, 以及测得的压缩剪切强度。

表 2

薄膜实施例序号	基底	叠层上等离子体	支撑体下的等离子体	压缩剪切 (Mpa)
2	MOF	没有	没有	1.5
3	MOF	有	没有	6.35
3	MOF	有	有	15.19

本发明的各种修改和变更对于本领域所属技术人员是显然的, 而不会脱离本发明。本发明不受限于仅为说明目的的前述说明。

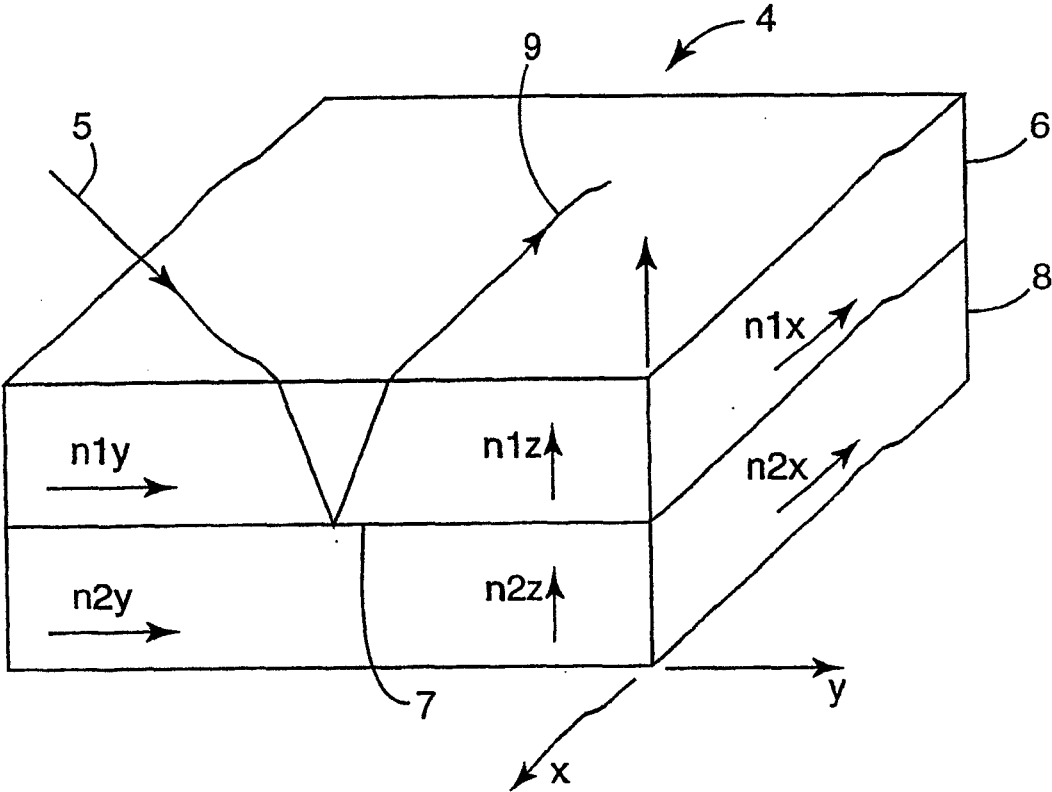


图1

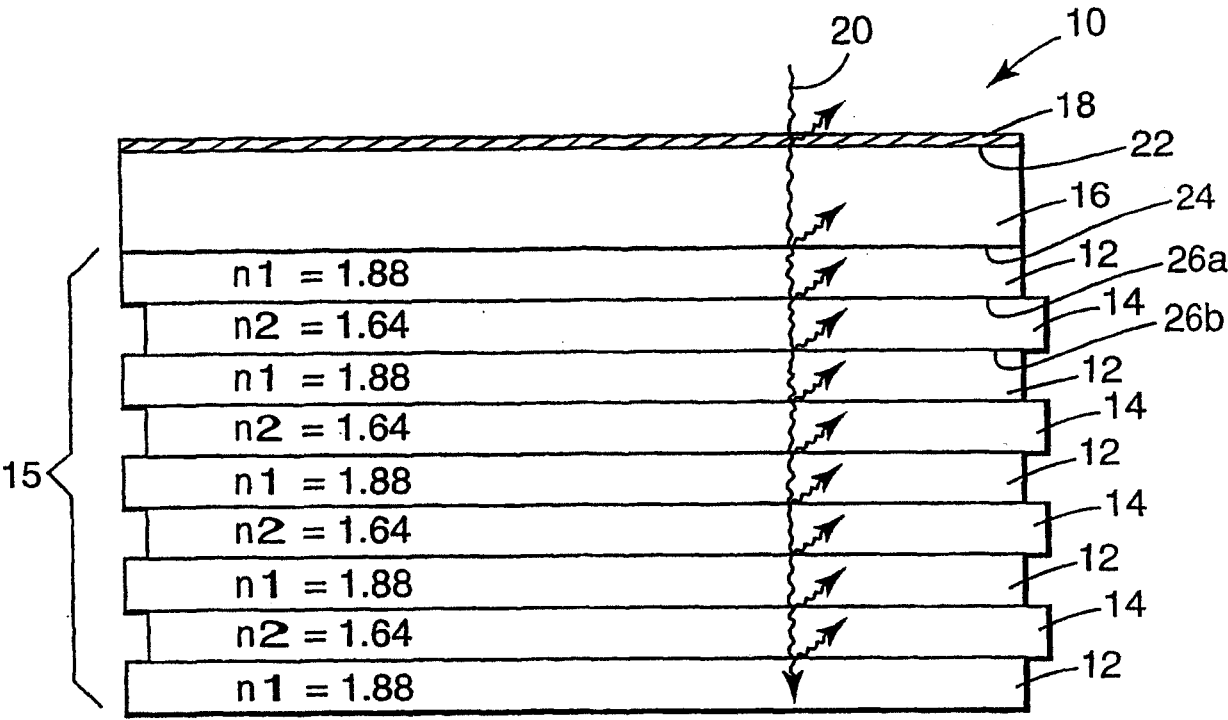


图2A

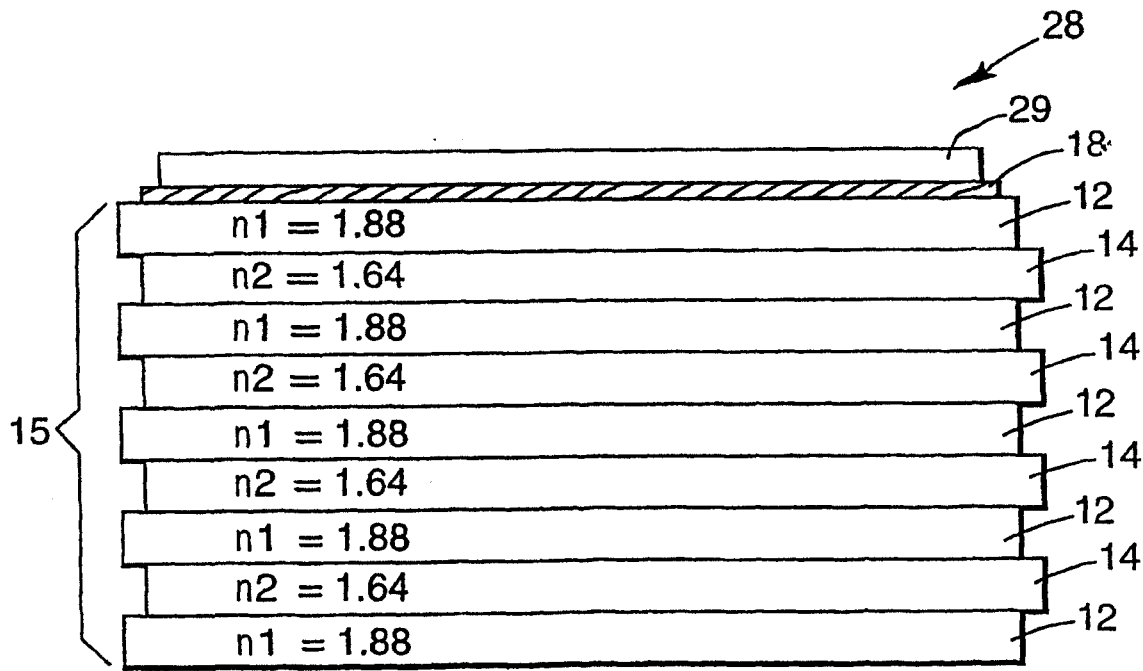


图2B

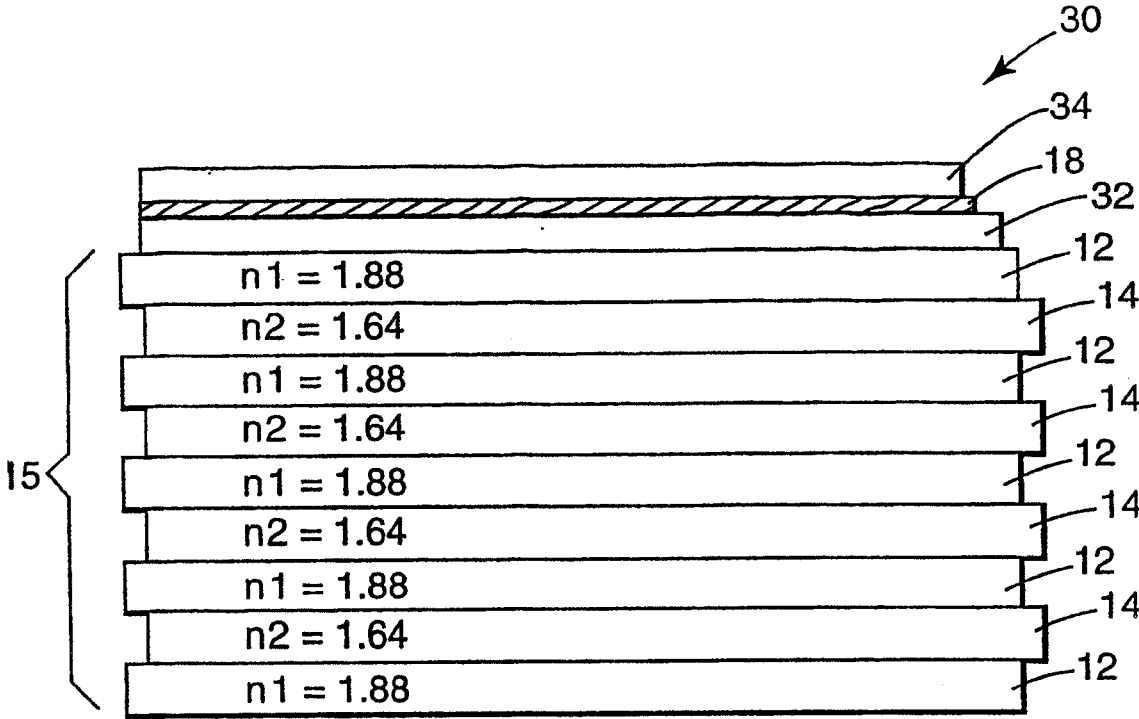


图2C

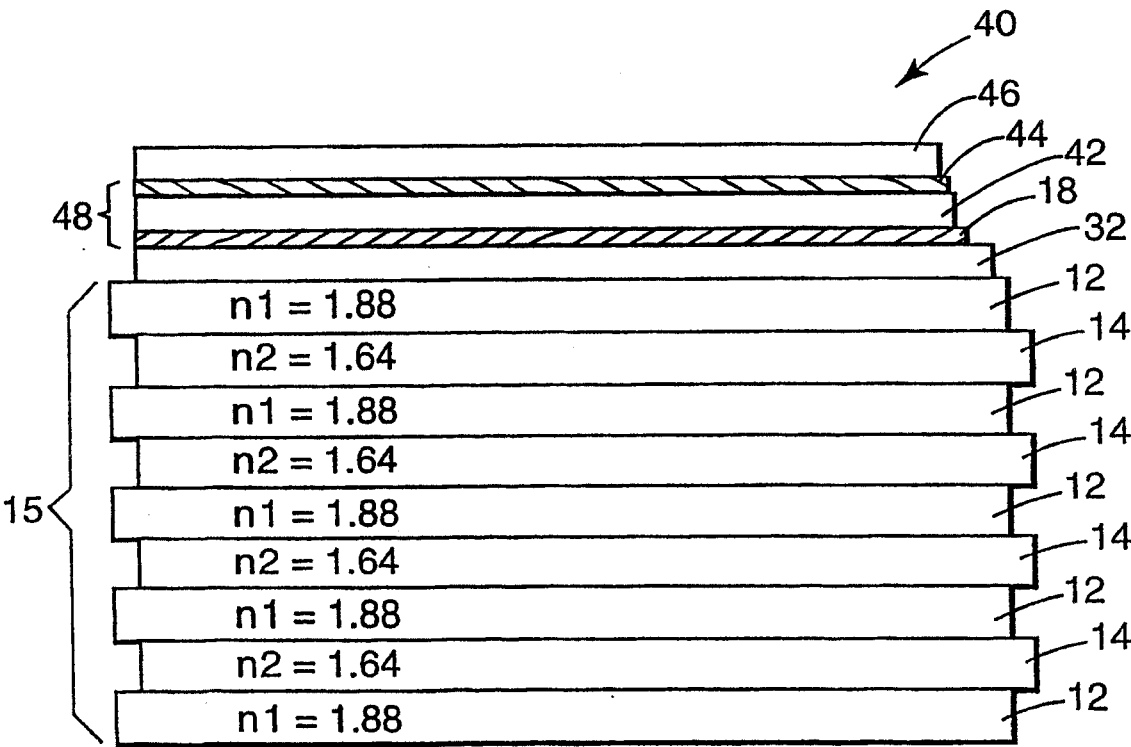


图2D

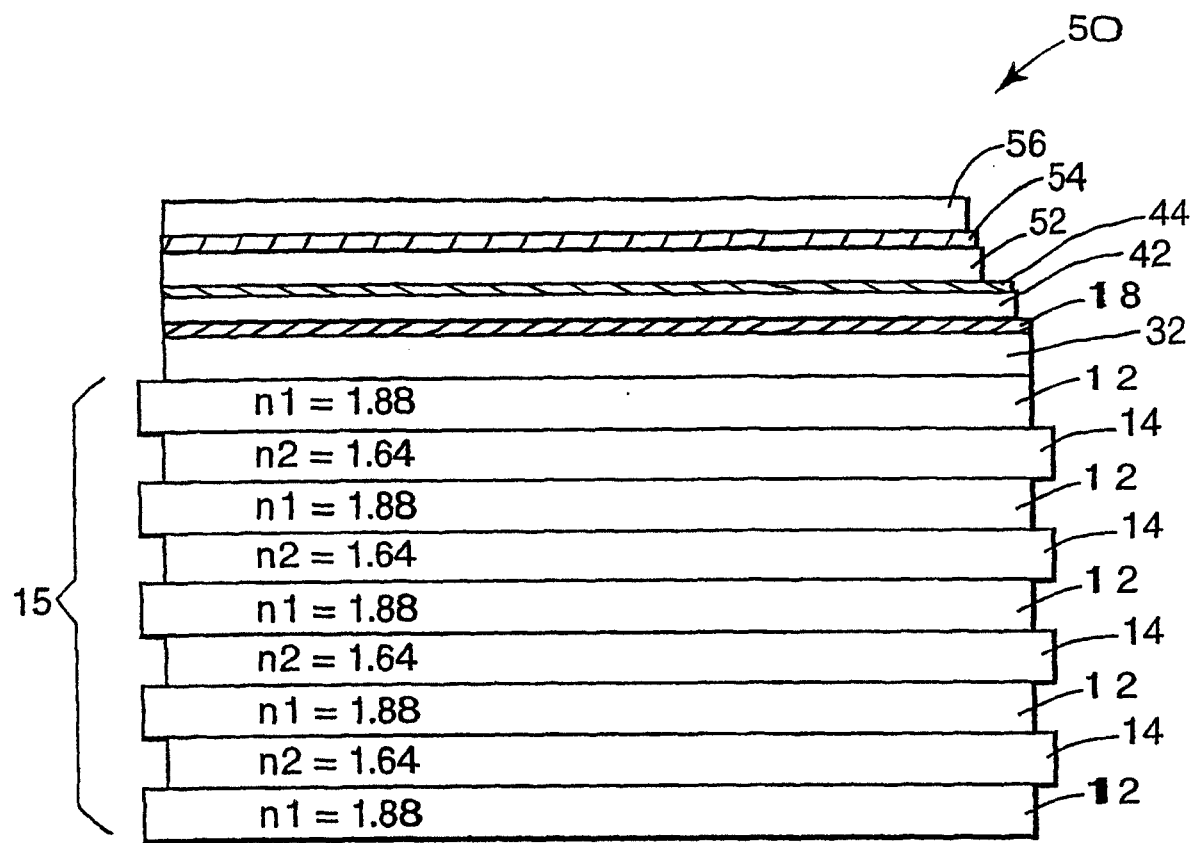


图2E

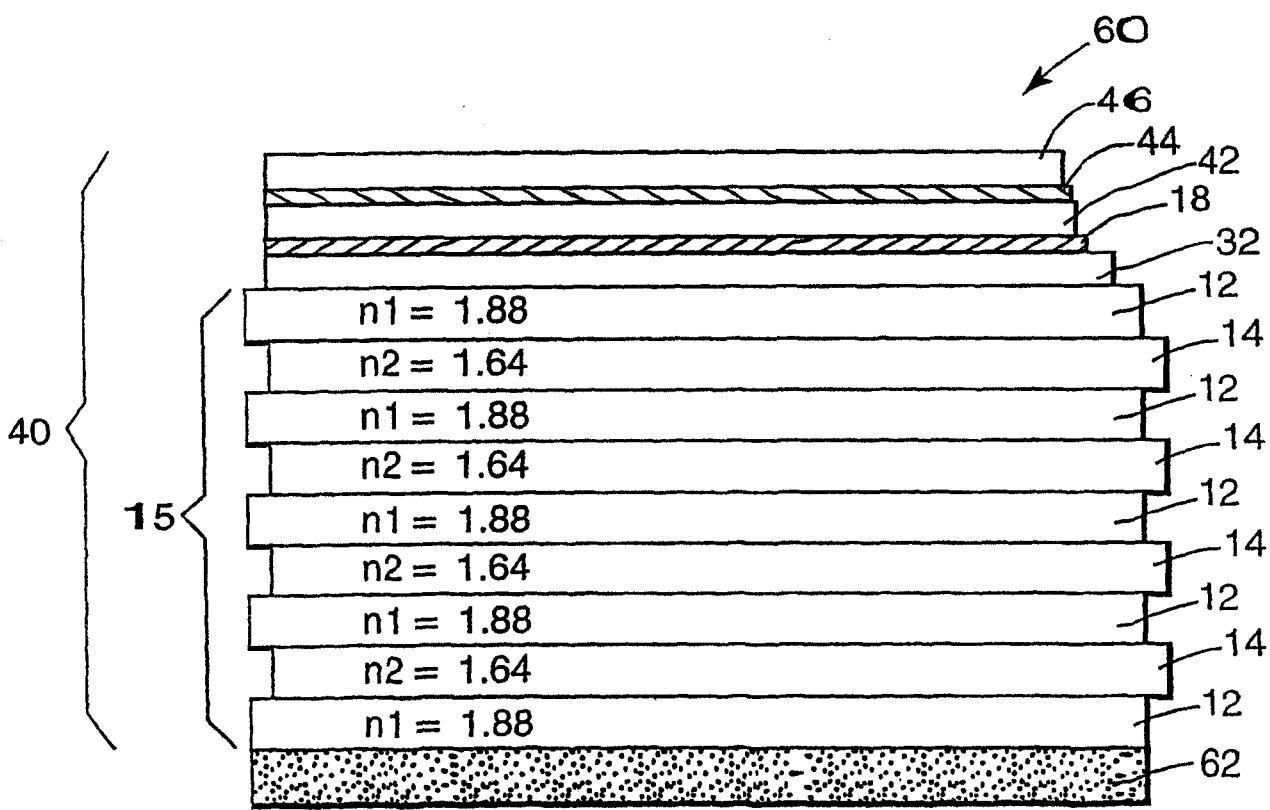
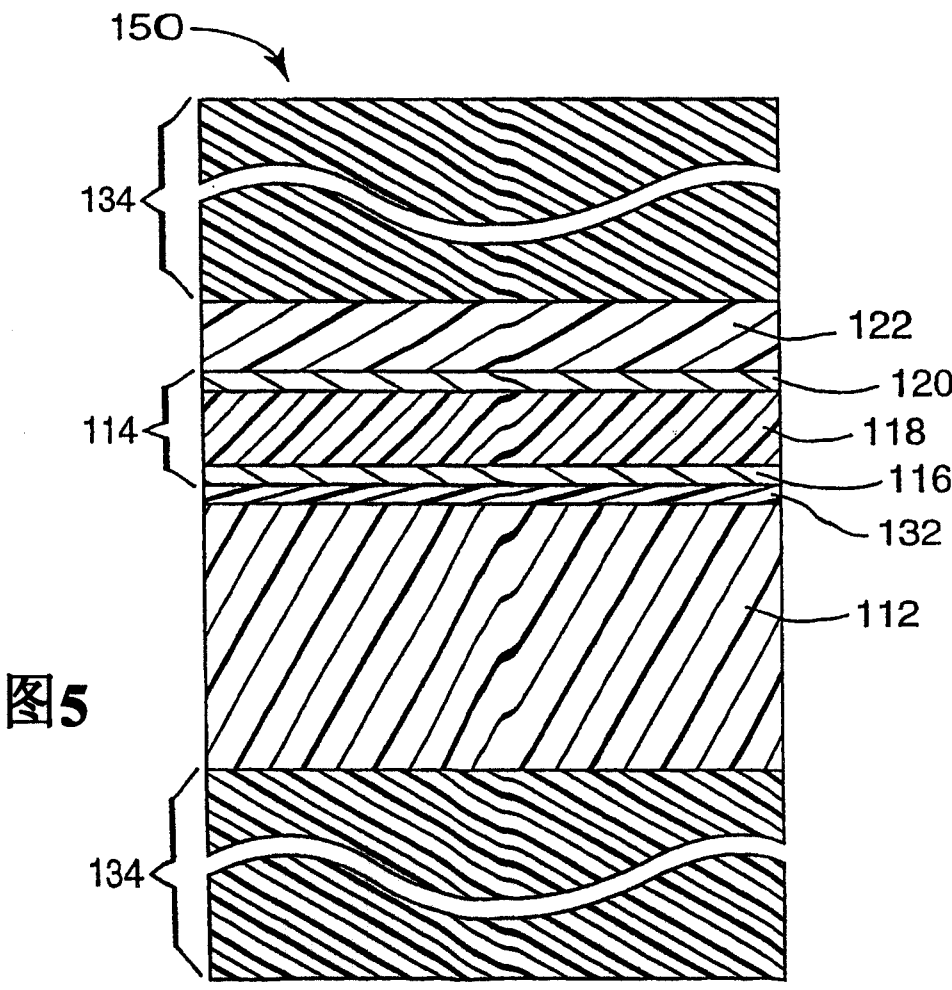
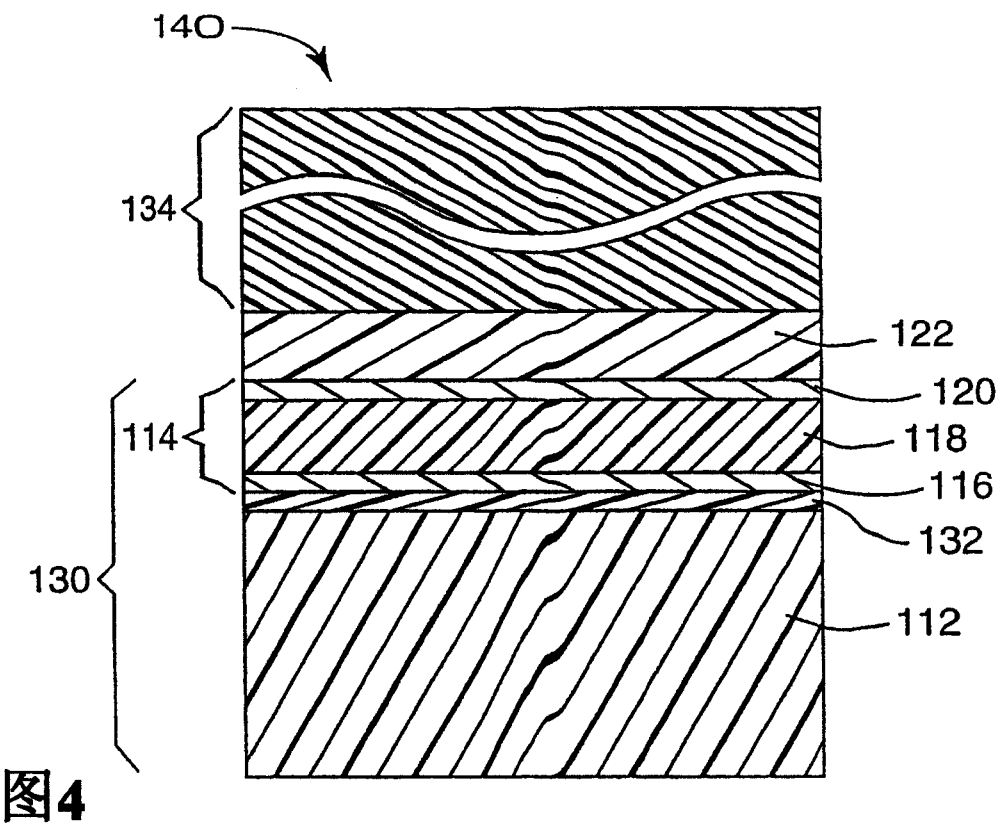


图3



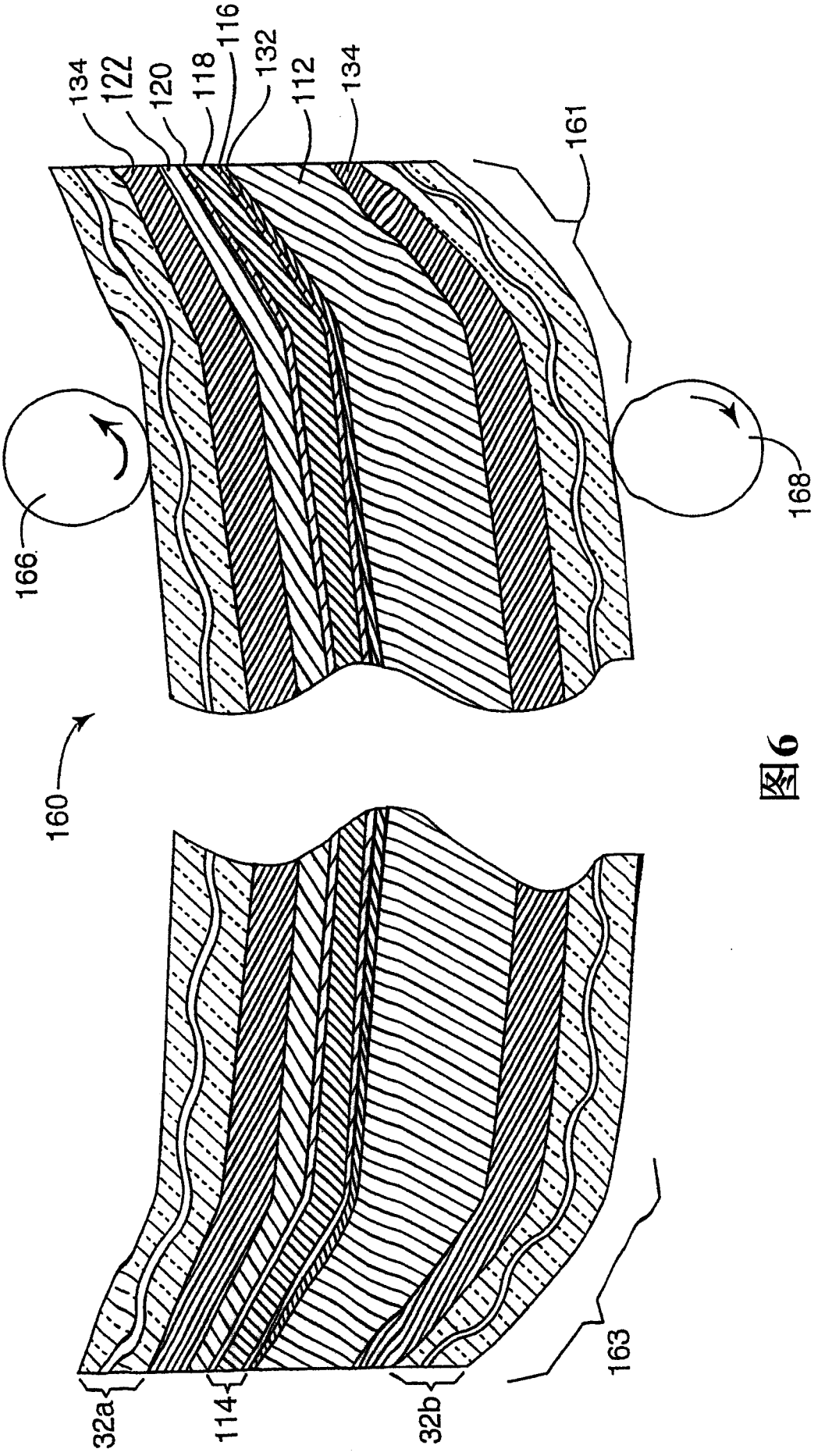


图6

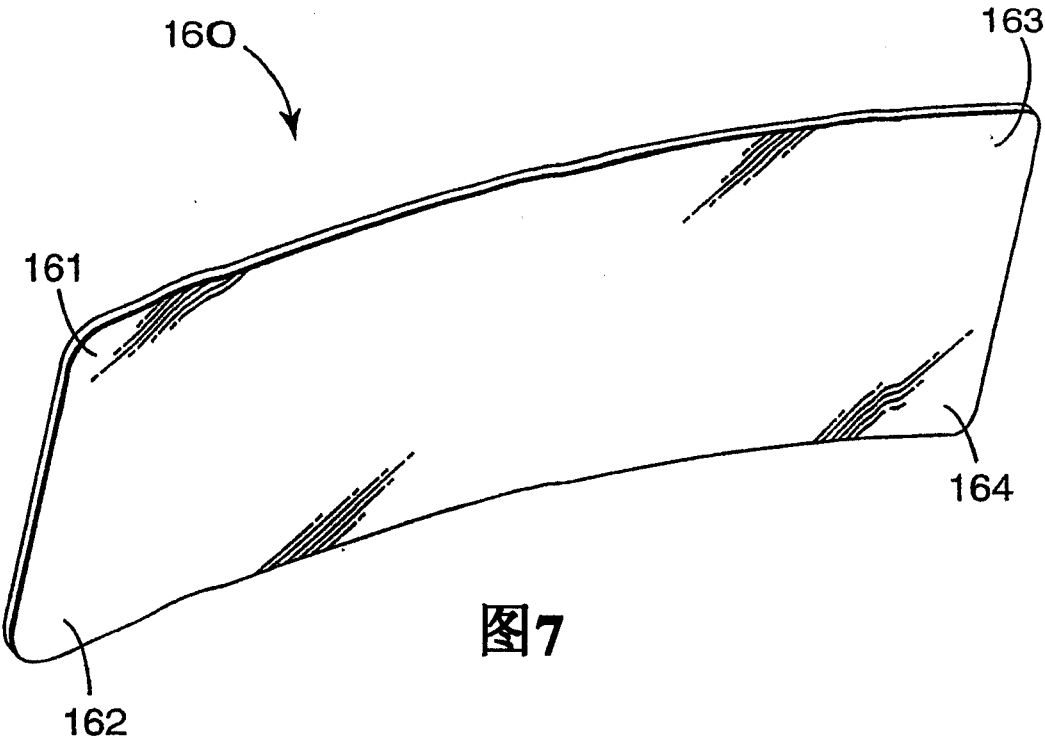


图7

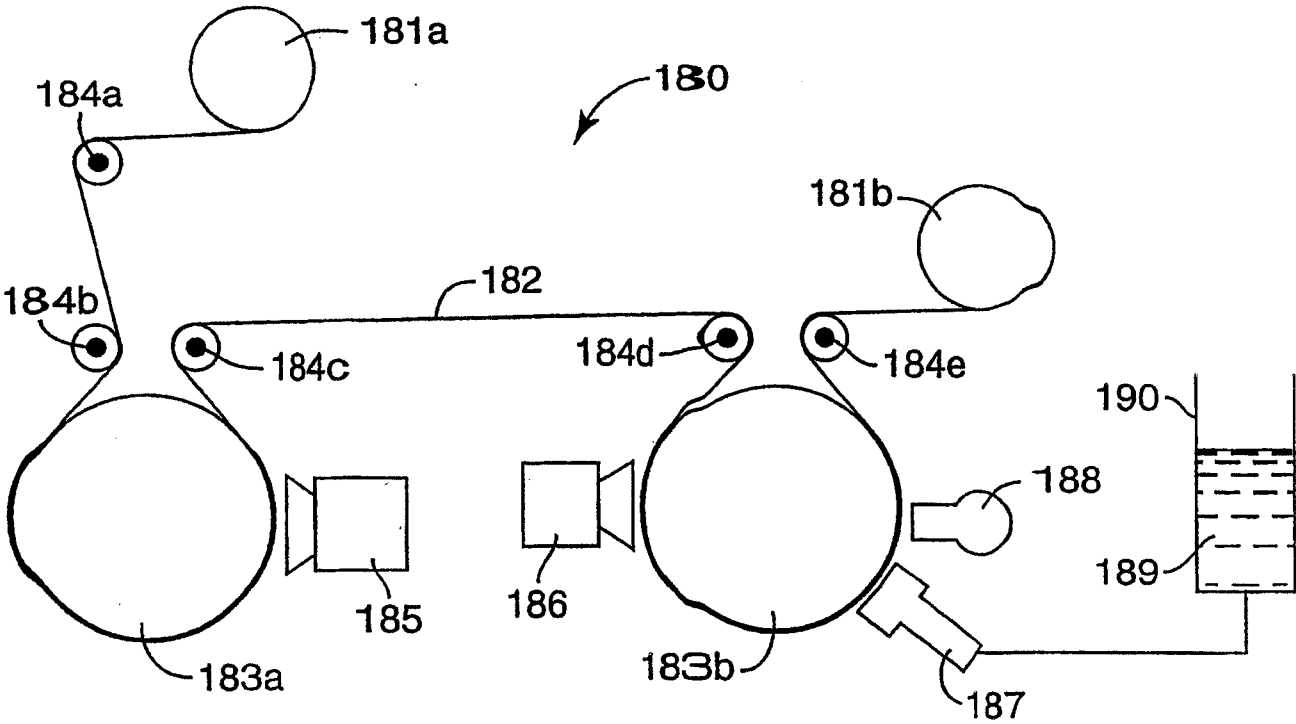


图8

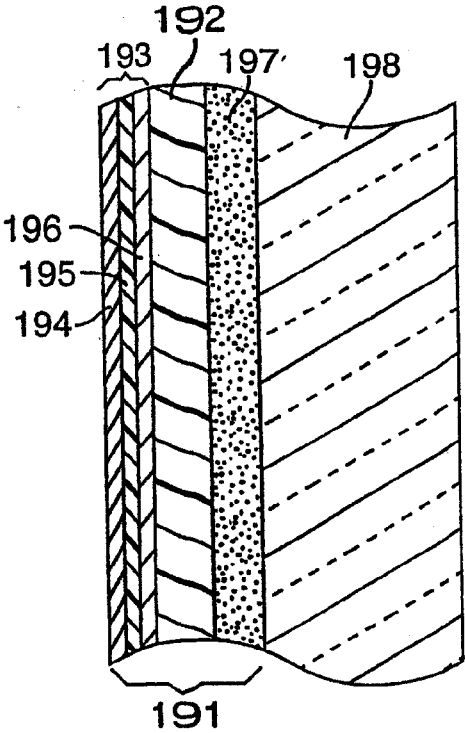


图9

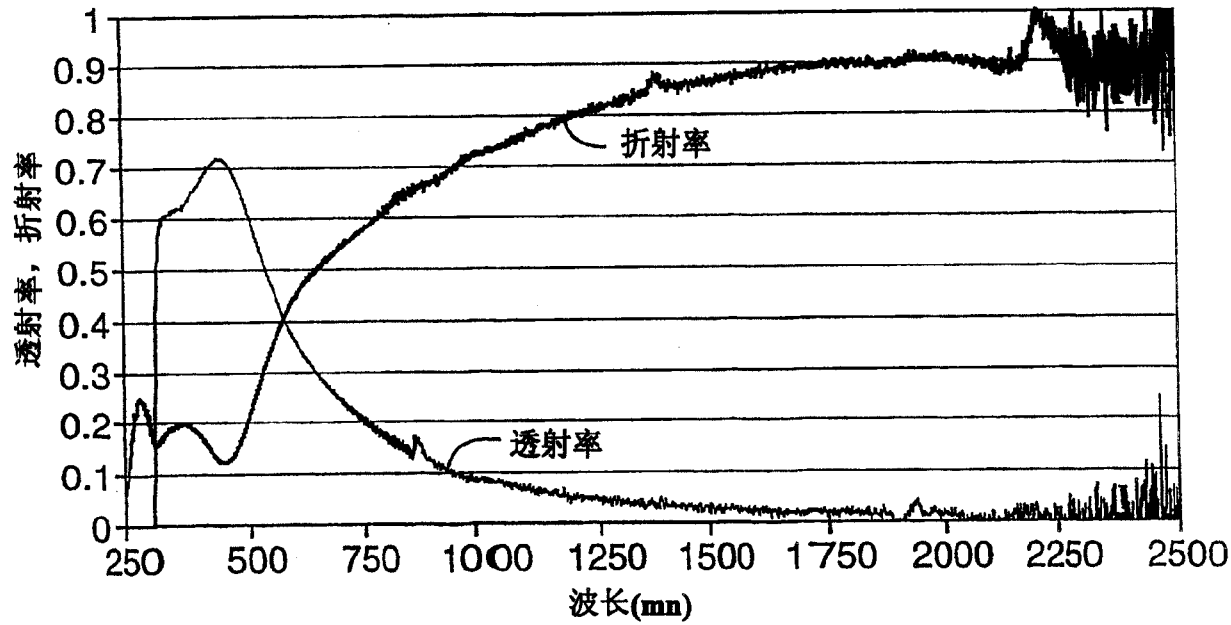


图10

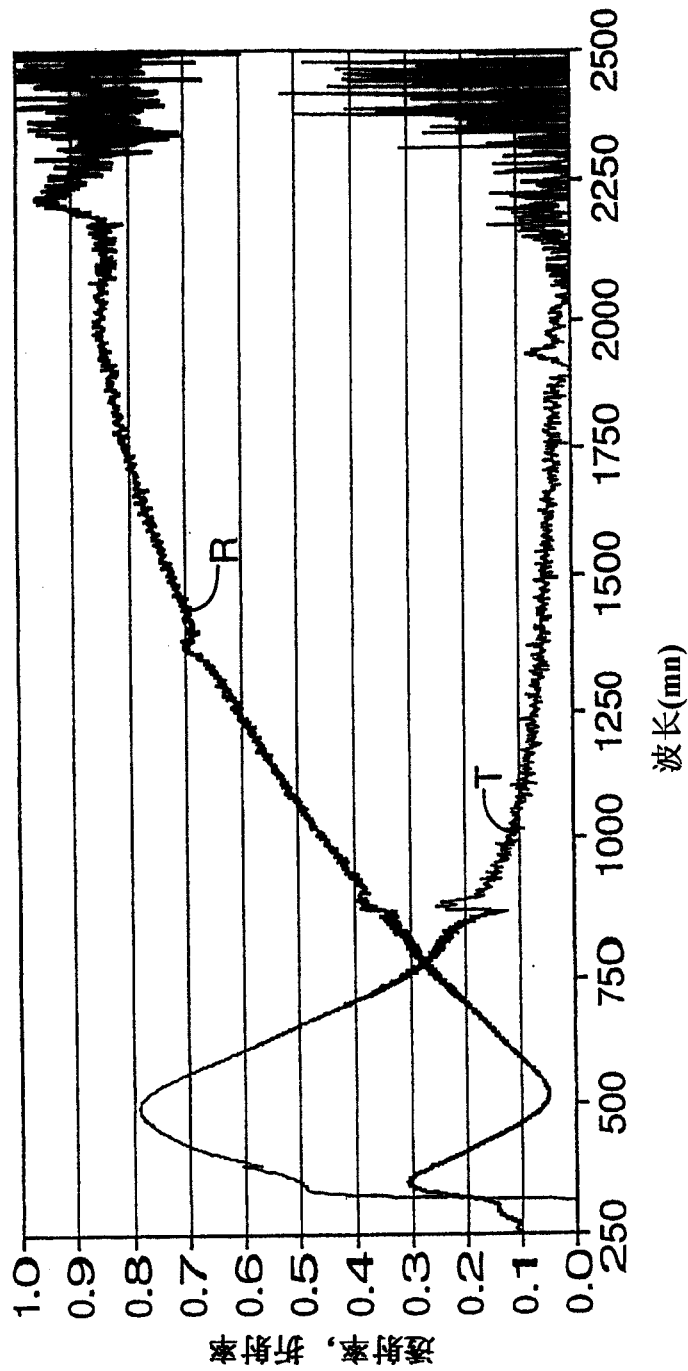


图11