

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02B 5/124

B29D 11/00 B29C 33/42

B29C 33/38 B29C 33/56

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99816720.7

[43] 公开日 2002 年 6 月 5 日

[11] 公开号 CN 1352748A

[22] 申请日 1999.12.3 [21] 申请号 99816720.7

[30] 优先权

[32] 1999.6.11 [33] US [31] 09/330,694

[86] 国际申请 PCT/US99/28711 1999.12.3

[87] 国际公布 WO00/77546 英 2000.12.21

[85] 进入国家阶段日期 2001.12.11

[71] 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 M·D·柯伦斯

V·莱特利

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

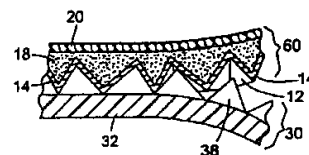
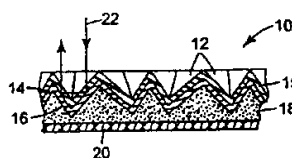
代理人 白益华

权利要求书 3 页 说明书 18 页 附图页数 3 页

[54] 发明名称 逆向反射制品和有铝反射件的逆向反射制品的制造方法

[57] 摘要

逆向反射制品的制造方法包括如下步骤:提供一个有第一结构表面的器件(工具或模具);在第一结构表面上施加反射层,在反射层与第一结构表面之间形成第一粘合值,反射层有露出的表面;向反射层的露出表面施加模塑聚合物,在反射层与模塑聚合物之间形成第二粘合值。第二粘合值比第一粘合值高。将器件从模塑聚合物上分离,形成逆向反射制品,它有第二结构表面,该结构表面是第一结构表面的反像。分离使反射层从第一结构表面转移到逆向反射制品上。该方法在分离步骤期间形成反射层,而不是其形成与第二结构表面的形成无关。该方法能够制成这样的制品,它有涂有铝反射材料的第二结构表面,所述铝反射材料的第一面(该面靠近第二结构表面)上有主要是无定形态的铝微结构,在与第一面相反的第二面上有主要是结晶的铝微结构。



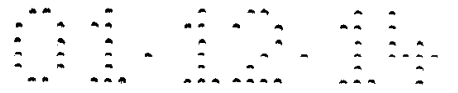
知识产权出版社出版

ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 一种制备逆向反射制品的方法，它包括：
 - (a) 提供有第一结构表面的器件；
 - 5 (b) 在第一结构表面上施加反射层，使得在反射层与第一结构表面之间形成第一粘合值，反射层有露出的表面；
 - (c) 向反射层的露出表面施加模塑聚合物，使得在反射层与模塑聚合物之间形成第二粘合值，第二粘合值比第一粘合值高；
 - (d) 将器件从模塑聚合物上分离，形成有第二结构表面的逆向反射制品，
 - 10 分离使反射层从第一结构表面转移到逆向反射制品上。
2. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述的器件是有许多构成第一结构表面的立方角元件的工具。
3. 如权利要求 1 所述的方法，其中在所述的步骤 (c) 后，该方法还包括下述步骤：
 - 15 (a) 将载体网接触模塑聚合物；
 - (b) 使从第一结构表面上面伸出的过量模塑聚合物最少；然后
 - (c) 使模塑聚合物固化，同时它仍与载体网接触。
4. 如权利要求 3 所述的方法，其中所述的器件是有许多构成第一结构表面的立方角形状空腔的模具。
- 20 5. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述的反射层由粘合方式粘附到第二结构表面上。
6. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述的反射层选自铝、银、锡和金。
7. 如权利要求 1 所述的方法，其中在步骤 (d) 后，该方法还包括在位于逆向反射制品的第二结构表面上的反射层上，施加可透光的保护层。
- 25 8. 如权利要求 7 所述的方法，其中所述的保护层选自可透光的硫醇、有机硅氧烷、丙烯酸类和聚氨酯。
9. 如权利要求 1 所述的方法，其中在步骤 (b) 后，该方法还包括在反射层的露出表面上施加粘结层。
10. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述的模塑聚合物选自可挤出的树脂、可光固化的树脂和可反应固化的树脂。
- 30 11. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述的模塑聚合物是热塑性聚合物，



选自含有羧基或羧酸酯的乙烯共聚物、乙烯-丙烯酸酯共聚物、聚酯、线型共聚酯、聚氨酯、聚酯酰胺、聚酰胺和结晶的橡胶基聚合物。

12. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述的模塑聚合物是软化温度由 ASTM E28-97 测得低于约 450° F 的热塑性聚合物。

5 13. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述的模塑聚合物采用选自叠压、挤出、丝网印刷和施涂的方法施加到反射层上。

14. 如权利要求 1 所述的方法,它还包括用选自织物和聚合物膜的载体支撑模塑聚合物。

10 15. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述的第一结构表面是选自聚碳酸酯和丙烯酸酯的聚合物。

16. 如权利要求 15 所述的方法,其中所述的反射层是铝。

17. 一种制备逆向反射制品的方法,它包括:

(a) 提供有第一结构表面的器件;

15 (b) 在第一结构表面上施加保护层,使得在保护层与第一结构表面之间形成第一粘合值,所述保护层有露出的表面;

(c) 向保护层的露出表面施加反射层,使得在保护层与反射层之间形成第二粘合值;

(d) 向反射层的露出表面施加模塑聚合物,使得在反射层与模塑聚合物之间形成第三粘合值,第二和第三粘合值比第一粘合值高;

20 (e) 将器件从模塑聚合物上分离,形成有第二结构表面的逆向反射制品,该分离使保护层和反射层从第一结构表面上转移到逆向反射制品上。

18. 一种逆向反射制品,它包括:

(a) 一个成形成使制品可逆向反射入射光的结构表面;

25 (b) 位于结构表面上的铝反射层,该铝层有第一和第二面,第一面朝向结构表面,位于第二面的反面;其中第一面有主要以无定形态排布的铝微结构,第二面有主要以结晶态排布的铝微结构。

19. 如权利要求 18 所述的逆向反射制品,其中所述的结构表面有许多立方角结构,选自立方角元件、立方角形状的空腔及其组合物。

30 20. 如权利要求 18 所述的逆向反射制品,其中所述立方角结构以协同逆向反射入射光的三个光学面为界。

21. 如权利要求 20 所述的逆向反射制品,其中所述立方角结构还包含非

光学面。

22. 如权利要求 18 所述的逆向反射制品，它还包含位于反射层上的可透光保护层。

5 23. 如权利要求 22 所述的逆向反射制品，其中所述的保护层顺从结构表面的形状。

24. 如权利要求 18 所述的逆向反射制品，其中所述的结构表面由模塑聚合物形成。

10 25. 如权利要求 24 所述的逆向反射制品，其中所述的模塑聚合物是热塑性聚合物，选自含有羧基或羧酸酯的乙烯共聚物、乙烯-丙烯酸酯共聚物、聚酯、线型共聚酯、聚氨酯、聚酯酰胺、聚酰胺和结晶的橡胶基聚合物。

26. 如权利要求 24 所述的逆向反射制品，其中所述的模塑聚合物是粘合剂，选自热熔粘合剂、压敏粘合剂和可丝网印刷的粘合剂。

27. 如权利要求 24 所述的逆向反射制品，其中所述的模塑聚合物由 ASTM E28-97 测得的软化温度低于约 450° F。

15 28. 如权利要求 24 所述的逆向反射制品，其中所述的模塑聚合物是热固性聚合物。

29. 如权利要求 18 所述的逆向反射制品，其中所述的铝反射层由粘合方式粘附到结构表面上。



说明书

逆向反射制品和有铝反射件的逆向反射制品的制造方法

5 本发明涉及逆向反射制品的制造方法，它包括向镀有反射层的微结构工具施加模塑聚合物，并使反射层从工具上转移到制品上的步骤。本发明也涉及有结构表面的逆向反射制品，铝反射层放置在该面上，靠近结构表面的反射层有主要以无定形态排列的原子。

10 背景技术

逆反射制品能够将入射光中的主要部分按其发射方向返回，与此不同的是，入射光会被反射到其他方向。这一独特性能使其被广泛用于公路建设及人身安全等多种用途。例如，在人身安全领域，逆反射制品应用到服装上，主要在黄昏后或其他可见度低的情形下，提高机动车驾驶员对行人的可见性。它们也用在书包和背包后，用于同样的目的。逆向反射制品可以由立方角的结构体制成，例如立方角元件和立方角形状的空腔。

立方角元件是类似屋角的结构，即它们有相交于一点或顶点三个垂直的面。另一方面，立方角空腔是这样的结构，它由凹陷部分形成，凹陷部分由相交于凹陷内一点的三个垂直的面围住。通常，立方角的形成方法，不管是形成立方角元件或是立方角形状的空腔，都称为“复制方法”。制造立方角逆向反射制品的方法有多种。例如授予 Smith 等人的美国专利№5450235 揭示了一种挤出方法，其中聚合物熔体流被挤入有多个立方角形状空腔的微结构模具内。制成的制品是微结构制品，有许多排成列的立方角元件。授予 Benson Jr.等人的美国专利№5691846 揭示了另一种方法，其中可固化树脂的溶液加入有许多立方角形状空腔的模具内。使一个覆盖膜接触树脂。树脂溶液采用光照射固化，形成复合片，它有许多粘合到覆盖膜上的立方角元件。

立方角形状的空腔可由多种方法制成。但是，这些方法一般都将逆向反射制品的制造过程与制品的金属化过程，即反射层施加到制品上的过程分开。

例如，授予 Stamm 的美国专利№3712706 揭示了有许多立方角形状空腔的反射面。Stamm 揭示了一种方法，其中在镀金属的平坦表面上刻三条平行

的等间距的交叉槽，而形成立方角结构。该雕刻方法形成顶点尖锐的固体三角锥体（triagonal pyramids）的连续图案，有 90° 内两面角。两面角是两个相交平面形成的角。Stamm 解释锥体图案是所要求的立方角形状空腔图案的相反形式。相反形式（即锥体图案）可以用作模头，在塑料平面内或平坦的金属箔内压出所要求的立方角空腔的阵列。空腔列可以是反射器，其所有面上都涂有例如蒸镀的金、铝或铬。立方角空腔用光学透明固态介质填充，以制成逆向反射器。

10 授予 Lemelson 的美国专利 №4127693 揭示了另一种制备立方角形状空腔的方法。在一个实施方式中，一个反射器件包括基质元件，它能够用许多空腔进行模塑或压花，每个空腔的形状都可形成立方角反射器。所述空腔的壁由三个或多个三角平面构成。在一个独立的步骤中，金属薄膜可以沉积到空腔表面上。空腔上可以放置保护性透明片。

发明的概述

15 本发明提供一种制备逆向反射制品的新方法，它可制成所述制品，并同时使之反射。简而言之，本发明的方法包括：

(a) 提供有第一结构表面的器件；

(b) 在第一结构表面上施加反射层，使得在反射层与第一结构表面之间形成第一粘合值，反射层有露出的表面；

20 (c) 向反射层的露出表面施加模塑聚合物，使得在反射层与模塑聚合物之间形成第二粘合值，第二粘合值比第一粘合值高；

(d) 将器件从模塑聚合物上分离，形成逆向反射制品，它有第二结构表面，分离使反射层从第一结构表面转移到逆向反射制品上；所述器件可以是工具或模具。

25 本发明方法与已知方法的不同在于，它能够将形成第二结构表面与施加反射层的过程基本组合在一个步骤中。当用于该方法中的反射层包含铝时，本发明申请人就发现制成了一种新制品，它第一面（该面靠近或紧邻第二结构表面）上有主要是无定形态的铝微结构，在第二面（离第二结构表面最远的面）上有主要是晶态的铝微结构。

30 本发明方法的一个优点是，它不需直接在本发明制品上形成反射层。由于许多蒸气沉积过程中存在高温和高真空度加工条件，所以有时聚合物的工



具或模具内残留的溶剂或单体就会放出气体，在反射涂层内形成气泡和缺陷。当反射层直接沉积到聚合物的工具或模具上时，研究者必须慎重选择能耐蒸气沉积条件的物质。工具与模具的区别在下面有详细说明。但是，本发明方法的优点在于，反射层不是直接蒸气沉积到本发明制品的第二结构表面上，因此，不需强求被选出制备本发明逆向反射制品的材料类型。

本发明的新逆向反射制品包含：

(a) 结构表面，它的形状使制品可以逆向反射入射光；

(b) 放置在结构表面上的铝反射层，该铝层有第一和第二面，第一面放置成朝向结构表面，并位于第二表面的反面，其中第一面有主要是无定形态的铝微结构。

具有含铝反射件的本发明逆向反射制品，在铝原子的排列方面与已知的逆向反射制品不同。与美国专利№3712706 和 4127693 所述的制品不同，本发明的制品包括铝反射层，其中放置成朝向结构表面的铝原子一般排布成无定形态，远离结构表面的金属原子一般排布成结晶态。

附图的简要说明

下面参考附图进一步说明本发明，其中：

图 1 是立方角元件 2 的已知阵列 50 的俯视图；

图 2 是本发明逆向反射制品 10 的剖面图；

图 3 是沉积到丙烯酸酯基材 80 上的铝反射层 84 的剖面的显微照片（放大约 67950 倍，使显微照片上的 0.675cm 等于实际长度的 100nm）（显微照片由透射电子显微镜得到）；

图 4 和 5 是说明本发明方法的剖面图；

这些图是理想化的，没有按比例，它们仅是示范性的，不是限制性的。

定义

本文中使用的定义如下所述：

反射层具有“主要是无定形态的排布”指层内的原子、分子或离子缺乏有序性，例如周期性或重复性排布；

反射层具有“主要是晶态的排布”指层内的原子、分子或离子以三维方式结合起来，显示出有序的重复性或周期性排布；



“立方角形状的空腔”指至少部分被至少三个光学面围住的凹陷部分，而且可以包括非光学面；

“立方角元件”指一个实体，例如从一个面凸出的锥体，该实体至少部分由至少三个光学面形成，而且可以包括非光学面；

5 立方角元件的“面”是彼此相交的平面；

“模具”是有许多空腔的器件，例如立方角形状的空腔，形成第一结构表面，用来与模塑聚合物一同形成制品，所述制品有第二结构表面，由许多元件例如立方角元件形成。

10 “模塑聚合物”是天然或合成化学物质，通常是高分子量（大于约 1000g/摩尔）的，含有重复的连接单元，可以在室温下有粘性（例如粘着性）；

立方角元件或立方角形状空腔内的“非光学面”是不能与其他面协同逆向反射大量入射光的面，因为非光学面基本不与其他面正交。

立方角元件或立方角形状空腔内的“光学面”是基本互相垂直的面，即所述面形成约 90° 的内两面角，协同逆向反射入射光；

15 “软化温度”指 ASTM E28-97 规定的温度；

“结构表面”指有许多细部的表面，所述细部由局部最低点和最高点限定，相邻的局部最低点与最高点的间距约为 0.01-1mm（约 0.0004-0.040inch），例如立方角元件、立方角形状的空腔或它们的组合。

20 “工具”是有许多元件例如立方角元件的器件，所述元件构成第一结构表面，该结构表面能够与模塑聚合物一同用来形成有第二结构表面的制品，所述第二结构表面由许多空腔构成，例如立方角空腔。

发明的详细说明

25 图 1 显示了已知阵列 50 的俯视图，它含有从表面上凸出的立方角元件 2。每个元件 2 的形状都是四面体棱锥，有三个露出的光学面 8 和一个顶点 4。立方角元件的光学面构成第一结构表面。已知阵列中的立方角元件 2 一般由三列平行的 V 形槽 5、6 和 7 构成。每个槽内相邻立方角元件 2 上的相邻光学面 8 形成外两面角，它是两个相交面形成的角。阵列 50 可以用作立方角工具，用于制造有立方角形状空腔的制品。如图所示，有序阵列内的每个立方角元
30 件的位置彼此相邻。如授予 Marecki 等人的美国专利 №5770124 所述，在一些已知的立方角阵列的实施方式中，两面角可以有变化。

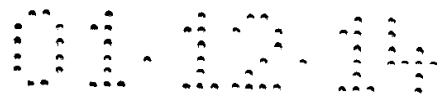


图 2 示出了本发明制品 10 的示意性实施方式，它有模塑聚合物 18 和结构表面 16，在该情形下，结构表面 16 形成许多立方角形状的空腔 12。反射层 14 放到结构表面 16 上。如果需要，能够使用可透光的保护层 15，保护反射层 14。如图所示，层 15 顺从结构表面 16 的形状。保护层 15 可以填入部分空腔或整个空腔 12。模塑聚合物 18 与反射层 14 之间也可以放置其他层，例如结合层。一个任选的载网用作模塑聚合物 18 的支撑元件。载网的合适例子包括织物和聚合物膜。使用时，入射光线 22 进入空腔，射到结构表面 16 上的反射层 14 上时，就发生逆向反射，并原路返回。

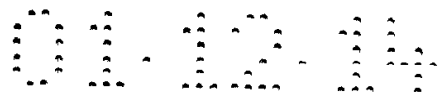
结构表面制成可逆向反射入射光的形状。可以在工具（图 4 和 5 中的 30）和本发明制品（图 2 中的 10）上发现结构表面。当描述工具或模具时，通常使用“第一结构表面”术语。当用来描述本发明制品时，通常使用“第二结构表面”术语。

在本发明的一个实施方式中，结构表面由许多立方角形状的空腔构成，所述空腔由存在于工具上的许多立方角元件形成。另一方面，模具也由许多立方角空腔构成，在该情形下，形成的本发明制品含有许多立方角元件。下面描述用于本发明的工具或模具上的结构表面的示意性例子。

授予 Stamm 的美国专利 No. 3712706 揭示了一种有用的立方角元件，它以相邻的立方角元件紧密聚集成六边形阵列为基础，每个元件都有等边的基底三角形，由位于同一平面内的三条基边形成，三个光学面相交于一点。每个元件都有光轴，通过顶点，并三等分元件的内部空间。光轴垂直于基底三角形。

授予 Hoopman 的美国专利 No. 4588258 提供了另一种用于立方角元件，它以等边的基底三角形为基础，其改进在于光轴朝基底三角形的基边倾斜。使用时，至少一对匹配的立方角元件产生逆向反射。当元件相对于彼此旋转 180° 时，就形成了一对匹配的元件。

授予 Nelson 等人的美国专利 No. 4895428 描述了另一种有用的立方角图案。所述立方角元件有长方形基底，两个四边形面，彼此接近垂直，并有相交线。该元件有三角形面，几乎与四边形面垂直相交，形成近似立方角。该元件还含有另一种三角形面与四边形面非垂直相交，形成非正交的面。非正交的三角形面没有光学活性。因此，立方角元件有两个平行的槽，并显示为小帐篷类型的锥体。



上述对具体立方角元件图案的讨论仅说明了适用于本发明的部分而全部的立方角元件类型。立方角元件的反像是立方角形状的空腔。也考虑了将也能逆向反射部分入射光的其他图案与本发明的结合使用。

5 本发明的制品有第二结构表面，该结构表面能够在模塑聚合物被加工成具有工具的第一结构表面的形状（即复制）时形成，所述工具预先镀有反射层。模塑聚合物能使覆在工具上的反射层优先粘合到第二结构表面上。即，模塑聚合物与反射层之间的粘合性比第一结构表面与反射层之间的粘合性大。第一结构表面可以用金属至聚合物的多种材料制成。阐述适用于多种聚合物基材上的反射层的反射金属例如铝、银、锡或金的粘合性的制品，在本
10 行业内可以得到。

例如，沉积在聚醚酰亚胺基材上的约 1000nm 厚的铝层的粘合性-剥离强度已经有研究。见：Gregory M.Porta 等人的 Vacuum Metallization of Polyetherimide: Interfacial Chemistry and Adhesion, 32 卷, No.15, Polymer Engineering and Science (1992 年 8 月中旬), 第 1021-27 页。该文章还描述
15 了能够提高铝与基材粘合性的方法，例如通过沉积前清理表面的方法。

铝在各种聚合物基材例如用低压氧气等离子体处理或未处理过的双轴取向聚丙烯 (BOPP)、聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 和聚氯乙烯 (PVC) 上的粘合性也已经研究过。见 C.H.Bicher 等人的 Adhesion mechanism of aluminum, aluminum oxide and silicon oxide on biaxially oriented polypropylene
20 (BOPP)、poly (ethyleneterephthalate) (PET), and poly (vinyl chloride) (PVC), 第 11 卷, No.2, Journal of Adhesion Science & Technology (1997), 第 233-246 页。在真空的网施涂器内使用电子束从水冷却的坩埚蒸发铝。铝层约厚 60nm。

在金属中，金和铝在 Melinex ® 505、Melinex ® 442 (两种都是聚酯基底
25 膜) 和聚苯乙烯上的粘合性已经有研究。见 M.E.Kordesch 和 R.W.Hoffinan, Strongly Adhesive Gold Electrodes on Melinex ®, 第 107 卷, Thin Solid Films (1983), 第 365-371 页。据该文章报道，两种类型的 Melinex ® 都购自 ICI Americas Inc.。金膜是真空蒸发成约厚 10-50nm。

模塑聚合物优选尽可能精确地复制工具的结构，目的是获得其整个形状。
30 为此，模塑聚合物优选填充工具结构表面上的谷或凹陷部分。复制过程最好形成有基本平坦的表面的第二结构表面，有助于提高逆向反射效率。模塑聚



合物优选足够稳定，不会随时间延长而变形、塌陷或改变形状。对用于织物上的逆向反射制品，即使在洗衣机内进行重复洗涤循环后，第二结构表面也优选保持其形状。模塑聚合物的厚度一般足够厚，目的是复制工具的整个结构表面。优选有足够的模塑聚合物结合入本发明制品的第二结构表面的连续阵列内。但是模塑聚合物的用量不应当厚至降低本发明制品的柔软性，或使成本受到限制。

模塑聚合物可以是热塑性或热固性聚合物。热塑性聚合物的合适例子包括含有羧基或羧酸酯的乙烯共聚物、乙烯-丙烯酸酯共聚物、聚酯、聚氨酯、聚酰胺、聚酯酰胺和结晶的橡胶基聚合物。热塑性聚合物的软化温度优选低于 450° F，更优选低于 350° F，由称为“Softening Point of Resins by Ring-and-Ball Apparatus”的 ASTM E28-97 测得。热固性聚合物的合适例子是乙烯-丙烯酸共聚物（EAA），它由光照射交联，例如电子束照射。

模塑聚合物的另一个合适例子是热熔粘合剂。该粘合剂可以是热塑性或热固性聚合物。通常，热熔粘合剂使用这样的组分，包括无溶剂聚合物和添加剂，例如增粘树脂和增塑剂。所述组分加工成在压力下可流动或蠕变。它们一般采用挤出的方式加工。授予 Rouyer 的美国专利 No 5257491 揭示了封装粘合剂组合物的方法，尤其是封装热塑性或热固性热熔粘合剂组合物的方法。当 Rouyer 的热熔粘合剂用于本发明时，它可以直接挤出到预先镀有反射层的第一结构表面上。另外，热熔粘合剂也可以挤出到载体上，例如织物或聚合物膜，并叠压到预先镀有反射层的第一结构表面上。根据热熔粘合剂的化学性能，它可以通过紫外光或电子束照射而固化。

授予 Bredahl 等人的两个美国专利 No 5539033 和 5550175 揭示了无溶剂的热熔方法，制备用于本发明的不可热固定的压敏粘合剂（PSA）。两种方法都使用连续的混合装置，它有一系列交替的输送和加工区。该方法能够加工非热塑性烃弹性体和增粘剂，不用有机溶剂或低分子量塑化剂，两者都可降低组合物的粘度，使之可加工。美国专利 No 5539033 揭示了多种非热塑性烃弹性体和增粘剂。弹性体的例子包括天然橡胶、丁基橡胶、合成的聚异戊二烯、乙烯-丙烯橡胶、乙烯-丙烯-二烯单体橡胶（EPDM）、聚丁二烯、聚-（ α -烯炔）和苯乙烯-丁二烯无规共聚物橡胶。有用的增粘剂的例子包括松香和松香衍生物、烃增粘剂树脂、芳香烃树脂和萜烯树脂，它们的用量都是 10-200 份（重量），以 100 份（重量）弹性体为基准。

授予 Jung 等人的美国专利№5141989 揭示了另一种用于本发明的模塑聚合物。Jung 启示了一种可以丝网印刷的丙烯酸酯 PSA 组合物，基本含有：（1）溶解的固态聚合物，它含有至少一种丙烯酸酯共聚物，和（2）低分子量的极性溶剂，丙烯酸酯共聚物溶解于其中。Jung 指出在丝网印刷阶段，丙烯酸酯共聚物的特性粘度低于 1.0dl/g，尤其有用的特性粘度约为 0.45dl/g。在更低的粘度下，PSA 组合物可很快和平稳地流出，形成平整和均匀的涂层。Jung 指出 PSA 表现出高耐水性和耐湿性，因此，它可以用于室外。

虽然可以使用其他类型的反射层，但是反射层一般是不透明的，优选镜面反射类型。反射层优选是金属的。用作反射层的合适材料包括铝、金、银、锡及其混合物。通常使用铝和银，以提供镜面反射。在部分情形下，金由于其惰性和颜色而成为有用的镜面反射物，其惰性使之耐腐蚀。电介质也可以用作反射层（见授予 Bingham 的美国专利№4763985）。

反射层一般约厚 100-1500nm，优选约 500-1200nm。使用蒸气沉积方法，可将反射层起始沉积到第一结构表面上。不同的蒸气沉积方法的描述可参见 Thin Films，第 23 卷，Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology，第 4 版（1997），第 1040-1050 页。另外，反射层也可以由喷涂形成。反射层最好均匀地沉积并基本平整地位于第一结构表面上。如果反射层起始是均匀地和平整地位于第一结构表面上，那么当它转移到模塑聚合物上后，就有极大的可能保持均匀和平整性。

图 3 是透射电子显微镜（TEM）的显微照片，显示了沉积到立方角工具上的铝反射层 84 的微结构。该工具有第一结构表面 82，由丙烯酸酯聚合物制成。为了进行 TEM 分析，镀有铝的工具嵌入嵌埋树脂 90 内，并剖面。如下面实施例部分所述，铝层沉积到第一结构表面上。

可以看到，铝层 84 有两种类型的微结构。接近面 82，铝原子的排布主要是结晶形态，显示为晶粒状结构，部分显示为黑色区域。当沉积更多的铝原子时（形成反射层），它们的排布从结晶形态改变为无定形态，直至达到反射层的露出表面 86（在图 3 中，它被嵌埋树脂 90 覆盖），铝原子的排布主要是无定形态。在无定形区内，没有晶粒状结构，表面 86 显示有粗糙的表面质地。当模塑聚合物施加到反射层 84 上时，它首先接触反射层的无定形面，主要是结晶的面露出，除非它被保护涂层（未示出）覆盖。

根据使用的反射材料，可以使用保护层，来抑制可能发生在反射层上的

腐蚀。如图 2 所示，反射层 14 镀有保护层 15。腐蚀通常是金属与其所处环境发生化学或电化学反应而导致的损害性侵蚀。

保护层的主要作用是保护反射层免受环境的不利影响。这些不利影响会降低反射层改变入射光方向的能力。这些不利影响包括例如反射层的腐蚀、
5 灰尘在反射层上堆积，或反射层的侵蚀，使之形成碎片、薄片和裂缝。

当铝反射层暴露到空气中时，一般会形成氧化铝 Al_2O_3 层。该氧化物牢固地结合到铝层上，防止它进一步氧化。氧化铝薄层可透光，使部分入射光射到下面的铝反射层上。估计该氧化层约为 2-10nm 厚。本行业内的普通技术人员可以合理地预期，本发明的立方角形状的空腔内镀有铝反射层的制品在空
10 气中稳定。存在这样的担心，即由于铝反射层一般较薄，即约 500-1500nm 厚，所以随着时间延长，氧化铝层会消耗铝。如果这样，那么铝就会耗尽，导致制品基本无反射物。在这样的情形和其他情形下，可以使用透光的保护层，保护铝反射层。

如果铝反射层暴露于水，那么它也需要保护。虽然铝通常在蒸馏水中是
15 稳定的，但是它在含氯离子 Cl^- 的水中，尤其在缝处例如结构表面的凹陷内会凹进去。与蒸馏水相比，铝在酸性和碱性溶液中腐蚀得更快。因此，如果本发明制品有露出的铝反射层，而且制品在高温（例如由温水提供的）下暴露于碱性洗涤剂，铝反射层就很可能腐蚀。

提供保护层的不同机理包括使用保护性聚合物膜，覆盖立方角空腔，在
20 立方角元件或空腔上使用耐腐蚀涂层，或用聚合物填充空腔。已知有几种方法保护铝反射层。例如，使用等离子体聚合形成有机硅氧烷薄膜，保护汽车前照灯行业的铝反射件膜。所述膜也用作光学反射膜上的保护性透明顶涂层。见 *Thin Films*, 第 23 卷, *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, 第四版 (1997), 自 1066 页开始。通常，等离子体聚合方法是采用等离子体，
25 即部分电离化的气体，形成聚合物薄膜。在一种方法中，使用真空中的电辉光放电，实施等离子体聚合。多数情形下，等离子体聚合形成聚合物薄膜，它由可溶于溶剂内的低分子量物质高支化和高交联形成。见 H.Yasuda, *Plasma Polymerization*, Academic 出版社, 纽约, 1-5 页 (1985)。

另一种保护反射层的方法包括在铝反射层上形成一层透光的丙烯酸类物
30 质。例如，可以在本发明制品的第二结构表面上喷涂一种丙烯酸类树脂的溶液。美国宾夕法尼亚州 Ambler 的 Henkel Corp. 出售丙烯酸酯涂料，它是透明

的,即可透光。该配制物在 Henkel's January 1997 Data Sheet 名称为“Formulation Guide E-Ultraviolet Metal Coatings and Inks.” 中有描述。如果需要,保护层还可以含有透光着色剂,使本发明制品具有所要求的颜色。

5 当银保护层暴露于空气时,它易于腐蚀,例如由于形成硫的化合物例如硫化银 Ag_2S 导致失去光泽。这些化合物具有浅黄色至棕褐色的外观,会损害银反射层的反射性能。银也可以氧化,形成氧化银层。氧化银层与下面的银反射层的结合通常不牢固。氧化银会形成裂缝,并脱落,露出新的银表面,进一步氧化。随着氧化的进行,银反射层就会被消耗。

10 银反射层与铝相比有几个优点。例如,银的反射率比铝高,可反射约 98% 的入射光,而铝反射 91%。银还有更倾向于白色的外观,这通常是较好的特性,因为可以获得真实的颜色。通常由于铝的颜色,使用铝反射层的制品具有灰色的外观。一些想获得银反射层的优点的研究者发现了保护银反射层的方法。

15 授予 Roche 等人的美国专利 No.4645714 揭示了有用的硫醇,保护银镜面。硫醇属于有机硫化合物,具有通式结构 RSH , 其中 R 是任意基团,例如苯环或烷基。Roche 提出了一个实施方式,含有 (1) 共挤出的双轴取向聚酯膜; (2) 蒸气沉积到聚酯膜上的不透明银反射层; (3) 稳定的硫醇涂层; 和 (4) 覆盖在硫醇层上的含紫外光吸收剂的聚合物保护层。Roche 定义“稳定的硫醇”指其中 α 碳原子(携带硫的)以不同方式仅与碳和氢原子连接,而且在分子
20 末端或附近应当有一个或多个可极化基团,以便增大与保护层中使用的聚合物的相容性。所述硫醇可保护银受腐蚀,也用作 Roche 的保护层的粘合促进剂、偶联剂或底漆。硫醇通常是浅黄色。但是,当施涂单层时,硫醇基本可透光,因此,不会影响银层逆向反射入射光的能力。

25 适用于本发明的说明性硫醇如美国专利 No.4645714 所述,包括巯基乙酸、3-巯基丙酸、11-巯基十一烷酸、苯硫酚、二苯二硫、N-(2-羟乙基)巯基乙酰胺、2,2'-二巯基二乙基醚、2,2'-二巯基二乙基硫醚、1,2-乙二硫醇、3-巯基丙基三甲氧基硅烷、二(3-巯基丙酸)乙二醇酯、三(3-巯基丙酸)三羟甲基丙烷酯和二巯基乙酸乙二醇酯。约 0.5-2.5% (重量) 硫醇分散于下述的丙烯酸酯或
30 硫醇和丙烯酸酯共聚物中的是载体,一般是溶剂。溶液可以喷涂到本发明制品的结构表面上,然后加热使溶剂蒸发。



Roche 使用的共聚物含有或基本由下述组分组成：（1）约 50-70%选自甲基丙烯酸甲酯和甲基丙烯酸乙酯的单体和（2）相应地约 30-50%选自丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸丁酯和丙烯酸 2-乙基己酯的单体，共聚物分散于 45%的甲苯溶液中。

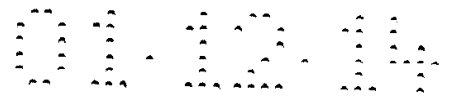
5 已知银在约 300-400nm 波长的紫外光区可透光。这样的光线能够穿过银膜，并影响下面的模塑聚合物。因此，就使用了含吸收 300-400nm 紫外光的添加剂的透光层。上述共聚物中能够加入丙烯酸酯的约 5%（重量）的紫外光吸收剂例如苯并三唑（benzotriazole）。一般在含硫醇的层上施涂含紫外光吸收剂的丙烯酸类的层。美国专利№4645714 揭示了以商品名 TINUVIN™ 234
10 和 TINUVIN™ 328 购自美国纽约州 Hawthorne 的 Ciba-Geigy Corporation 的苯并三唑的几个例子。

当反射层是金时，合适的保护层是可透光的聚氨酯。不论反射层的类型是什么，（即不论是电介质或金属，在后一种情形下，不论是铝、金或银），都能够使用可透光的聚合物膜，覆盖立方角形状的空腔。所述膜可以含有添
15 加剂例如着色剂和紫外光稳定剂，只要添加剂优选使一部分入射光透入，并被本发明制品反射。对于特定的应用，聚合物膜优选有柔性，而且可以含有弹性模量小于约 7×10^8 pascals 的聚氯乙烯和聚氨酯。如果使用，聚合物膜的厚度优选约为 0.0005-0.015inch（0.013-0.38mm）。

另一种保护反射层的方法是用可透光的聚合物填充聚合物填充整个立方
20 角空腔。能够使用任何可透光的能被挤出或涂入本发明制品空腔的聚合物。

图 4 显示了本发明的示意性方法，其中工具 30 有由许多立方角元件 38 形成的第一结构表面，立方角元件 38 从支撑层 32 的主表面 34 向外凸出。工具 30 可以是柔性或刚性的。元件 38 和支撑层 32 能够由相同或不同的材料制成。在柔性工具的情形下，紧邻支撑层 32 可以使用衬（未示出），使工具在
25 加工过程稳定。柔性工具的材料一般与元件 38 和层 32 不同。例如，元件 38 可以是一种一般为刚性类型的聚合物，而层 32 可以是另一种聚合物，柔性一般比元件 38 大。在刚性工具的情形下，例如金属工具、层 32 和元件 38 一般由相似的材料制成。图 1 示出了阵列 10 的俯视图，该阵列可用作本发明操作中的工具。

30 反射层 14 施涂在结构表面 36 上。反射层 14 有露出的表面 37。该反射层能够采用真空沉积或真空蒸发，通过蒸气沉积铝、金、银、锡等形成。层 14



优选在结构表面 36 上的不同位置处厚度均匀。当采用蒸气沉积时，元件 38 优选由这样的材料制成，即能够承受暴露于一般真空沉积方法所采用的高温、高真空度条件。对温度稳定的材料可以包括在内，例如聚碳酸酯和丙烯酸酯。

复合层 40 含有模塑聚合物 18，任选预先结合到载体网 20 上，例如织物。

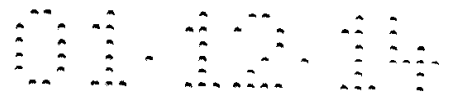
5 模塑聚合物可以有起始基本平整的表面 46。用常规的叠压技术就能够完成结合到载体上。一种这样的技术使用两个彼此位置足够接近的辊，目的是在它们之间形成间隙。使载体网 20 接触一个辊。使一般在衬上的模塑聚合物接触第二个辊，通常使衬直接接触第二个辊。如果需要，采用压力和加热，模塑聚合物 18 和载体网 20 就彼此紧密并列接触。模塑聚合物 18 也可以采用已知
10 的挤出或施涂技术，直接施加到载体网 20 上。接着，将复合层 40 施加到工具 30 上，使模塑聚合物的露出表面 46 接触反射层的露出表面 37。下面详细说明使复合层 40 与工具 30 结合的各种方法。

模塑聚合物 18 的作用是复制，即呈现出结构表面 36 的形状，并将反射层从工具上转移到模塑聚合物上，它最终成为逆向反射制品的一部分。结构
15 表面 36 的复制优选尽可能精确地获得结构表面 36 的基本全部细部。复制步骤可以通过采用几种不同方法使复合层 40 施加到工具 30 上而完成。

在一种方法中，复合层 40 叠压到工具 30 上。叠压步骤一般采用加热和压力。如图 4 所示，复合层 40 这样放置，使模塑聚合物 18 朝向工具 30。对于间歇制备方法，复合层和工具一般夹在几层表层之间，例如聚酯和/或厚镀
20 铝层（未示出），并放入加热的压机内。采用足够的加热和压力，使模塑聚合物 18 与工具 30 紧密并列接触，以便复制结构表面 36 的形状。一般，复合层 40 从工具 30 上分离之前，使之冷却。

图 5 示出了复制步骤之后，工具 30 从制品 60 上取下。在取下过程中，反射层 14 从其起始位置（在第一结构表面 36 上）转移到模塑聚合物的第二
25 结构表面 46 上。反射层 14 优选从工具完全转移到本发明制品上。反射层“完全转移”指它基本全部从起始位置（工具上）转移到最终位置（逆向反射制品上）。反射层最好完全转移，因为这样可保证本发明制品的结构表面能够尽可能高效地逆向反射入射光。在连续过程中，通过使用组合的热滚筒和压力辊提供加热和压力，叠压步骤就将复制步骤和反射层的转移步骤结合起来，
30 这与上述的使模塑聚合物 18 叠压到载体 20 上的方法很相似。

逆向反射制品 60 从工具 30 上取下之后，有露出的反射表面 14。可以将



保护层（未示出）施加到这样的表面上，使金属层的腐蚀最小。保护层优选厚约 0.1-10 微米。在另一种方法中，保护层可以在施加反射层 14 之前，施加到结构表面 36 上。在该情形下，保护层就最可能顺从表面 36 的形状。要慎重地选择保护层，使之与反射层的粘合性比结构表面 36 好。在反射层 14 转移期间，保护层与反射层一同转移到逆向反射制品上，使保护层暴露于外部环境。一种示意性的保护层是一个工具上的薄透光钛层，该工具有丙烯酸酯形成的第一结构表面。有用的模塑聚合物是 EAA。

在本发明制备逆向反射制品的方法的另一种实施方式中，该方法包括：
（a）提供一个有第一结构表面的器件；（b）在第一结构表面上施加保护层，使得在保护层与第一结构表面之间形成第一粘合值，所述保护层有露出的表面；（c）向保护层的露出表面施加反射层，使得在保护层与反射层之间形成第二粘合值；（d）向反射层的露出表面施加模塑聚合物，使得在反射层与模塑聚合物之间形成第三粘合值，第二和第三粘合值比第一粘合值高；和（e）将器件从模塑聚合物上分离，形成有第二结构表面的逆向反射制品，该分离使保护层和反射层从第一结构表面上转移到逆向反射制品上。

如果要求，可以将粘结层（未示出）施加到反射材料 14 的露出表面上。可以选择该粘结层，使之与模塑聚合物 18 和反射层 14 相容。例如，使用聚氨酯模塑聚合物时，可以提供与铝反射层有良好粘合性的聚氨酯粘结层，提高与整个制品的粘合性。

虽然至此描述的本发明方法使用有许多立方角元件的工具，但是本发明方法也可以用有许多立方角形状的空腔的模具实施。由此，模塑聚合物可以是液态，并施涂到模具上。采用各种施涂技术，用各种已知方法例如干燥或照射固化，可促进聚合物固化。

在一种施涂方法中，聚合物由丝网印刷进行施涂，一般通过倾倒或带缺口的棒施涂许多模塑聚合物，透过有特定图形的筛孔以形成图像或组织，可使聚合物接触模具的有选择的区域。筛孔的尺寸控制聚合物接触模具的数量。模塑聚合物的用量应当足以覆盖模具，以复制整个第一结构表面。优选使用过量的模塑聚合物，目的是形成将模塑聚合物结合起来的区域。一般将载体网例如织物，叠压到模塑聚合物不与模具接触的表面。以该方式，就能够形成逆向反射形状的图像。

在本发明方法的另一个实施方式中，将液态的模塑聚合物施涂到模具上，



如授予 Benson Jr.的美国专利№5691846 所述。一种制备逆向反射制品的方法包括如下步骤：（a）提供一个有许多构成第一结构表面的立方角空腔的模具；

（b）在第一结构表面上施加反射层，使得在反射层与第一结构表面之间形成第一粘合值，所述反射层有露出的表面；（c）向第一结构表面施加大量模塑

5 聚合物，使得在反射层与模塑聚合物之间形成第二粘合值；第二粘合性比第一粘合值高；（d）将载体网接触模塑聚合物；（e）使从第一结构表面伸出的

过量模塑聚合物最少；接着（f）固化模塑聚合物，同时仍与载体网接触；和

（g）将模具从固化的模塑聚合物上分离，形成有第二结构表面的逆向反射制品，该分离使反射层从模具上转移到逆向反射制品上。该过程的结果是，本

10 发明的制品有第二结构表面，该面上载有许多镀有反射层的立方角元件。所述树脂能够采用光化辐射固化，例如电子束、紫外光或可见光。使用紫外光或可见光时，载体网对各光源是透明的，以便使一部分光透过，以固化模塑

聚合物。

也可以考虑其他的加工方法。例如，取下工具或模具之前，可使模塑聚

15 合物充分冷却，形成与第二结构表面的整体结构。一般可使整个复合物（即工具或模具、反射层、模塑聚合物和载体）冷却。在模塑聚合物充分冷却之前取下工具或模具，能够形成不精确的立方角结构。该精确度的降低会降低

本发明制品的反射效率。

在本发明方法的另一种实施方式中，模塑聚合物 18 可以从挤出机模口

20 挤出的聚合物熔体。可以使用常规的挤压施涂方法。所述聚合物熔体接触涂有反射材料的工具 30，由此复制第一结构表面 36。在挤出期间，如果需要，

也可以使用附加的加热和压力，以进一步帮助精确地复制结构表面 36。如果需要，载体 20 可以叠压到模塑聚合物的露出表面上，即未与模具接触的表面。将模塑聚合物从工具或模具上取下，使反射层全部转移。

25

实施例

下面的实施例用来说明本发明不同的实施方式和细节。虽然实施例用于该目的，但是使用的具体组分和数量和其他条件和细节，不能理解为限制本发明。除非另有说明，所有的百分率都是重量百分率

30 亮度的测量

使用标准光度仪和如 ASTM E808-94 所述的技术，测量下述样品的逆向

反射率 R_A (亮度测量)。实施例中所报道的用来获得 R_A 的实际测试方法可追溯至 ASTM E808-94。观察角设置为 0.2° ，进入角设置为 -4° ，样品的旋转角设置为 0° ，测试方法中有所有角的定义。

实施例 1

5 将以 3M™ Scotchlite™ High Gloss Reflective Film Unsealed 6160 (称为“High Gloss tool”) 购自美国明尼苏达州 St.Paul 的 3M 公司的反射片用作柔性立方角工具。该工具有深约 0.0034inch (0.086mm) 的立方角元件 (锥体)。立方角元件形成为匹配的对。每个元件的光轴都自主槽倾斜约 4.31° ，如授予 Szczech 的美国专利 No 5138488 所述。

10 在有立方角元件的面的结构表面上，蒸气沉积了约厚 800-850nm 的铝层。铝反射层采用电子束真空施涂器进行沉积，使真空达到约 6×10^{-6} 托，蒸发率约为 18-24 埃/秒。使用的真空施涂器是 CHA Industries Mark 50 型 (购自美国加利福尼亚州 Fremont 的 CHA Industries)。

将厚 0.003inch (0.076mm) 的乙烯-甲基丙烯酸 (EMAA) 模塑聚合物膜
 15 (以 Nucrel™ 699 粘合剂购自美国特拉华州 Willimington 的杜邦公司) 叠压到以 Excellerate™ (65%-35% 聚酯-棉混合物，购自美国南卡罗来纳州 Rock Hill 的 Spring Industries) 买到的聚酯混合物的织物上，形成复合物。将该复合物放到 High Gloss 工具上，使 EMAA 膜接触铝反射层。将整个结构夹在几层平整的铝片和 0.0024inch (0.061mm) 聚酯膜之间。采用设置为：温度约为 250°F
 20 (121°C)、压力约为 40psi (275kPa)、停留时间约为 10 分钟的 Hix 型 N-800 压机 (购自美国堪萨斯州 Pittsburg 的 Hix Corporation)，将复合物叠压到 High Gloss 工具上。冷却后，将 High Gloss 工具从模塑聚合物上分离，形成逆向反射制品。该分离使反射层从 High Gloss 工具转移到模塑聚合物上。该制品有立方角形状的空腔，铝反射层覆盖在光学面上。该制品测得的亮度约为 577
 25 烛光/lux/m²。

实施例 2

根据实施例 1 制备逆向反射制品，不同在于模塑聚合物是 0.002inch (0.051mm) 厚的线型共聚酯膜 (以产品号“5250”购自美国马萨诸塞州 Shirley 的 Bemis Associates)。在基本与实施例 1 相同的加工条件下，使用 Hix 压机
 30 将该模塑聚合物叠压到涂有铝的 High Gloss 工具。整个结构冷却后，将 100% 的聚酯织物 (购自美国南卡罗来纳州 Spartanburg 的 Milliken Co.) 叠压到模塑

聚合物的平整的即无结构的表面上。形成的逆向反射制品有许多立方角形状的空腔，由共聚酯膜模塑聚合物、覆盖在空腔光学面上的铝反射层和支撑模塑聚合物的聚酯织物载体形成。该制品测得的亮度约为 691 烛光/lux/m²。

实施例 3

5 根据实施例 1 制备逆向反射制品，不同在于模塑聚合物是 0.010inch (0.254mm) 厚的半结晶聚酰胺膜。该膜采用标准的挤压施涂方法，将 Vestamelt450-P2 树脂粉（购自美国新泽西州 Sommerset 的 Creanova Inc.）挤出到 0.0024inch (0.061mm) 的聚酯衬上而制成。在基本与实施例 1 相同的加工条件下，使用 Hix 压机，将该模塑聚合物叠压到预先涂有铝的 High Gloss
10 工具上。

整个结构冷却后，剥下聚酯衬，并将 100% 的聚酯织物（购自美国南卡罗来纳州 Spartanburg 的 Milliken Co.）叠压到模塑聚合物的平整的即无结构的表面上。形成的逆向反射制品有许多立方角形状的空腔，由聚酰胺膜模塑聚合物、覆盖在空腔光学面上的铝反射层和支撑模塑聚合物的聚酯织物载体形成。
15 该制品测得的亮度约为 622 烛光/lux/m²。

实施例 4

根据实施例 1 制备逆向反射制品，不同在于模塑聚合物是 0.002inch (0.051mm) 厚的高熔点聚酯膜。该膜采用标准的挤压施涂方法，将 Dynapol S1359 树脂（购自美国新泽西州 Sommerset 的 Creanova Inc.）挤出到 0.0024inch
20 (0.061mm) 的聚酯衬上而制成。在基本与实施例 1 相同的加工条件下，使用 Hix 压机，将该模塑聚合物叠压到涂有铝的 High Gloss 工具上。

整个结构冷却后，剥下聚酯衬，并将 100% 的聚酯织物（购自美国南卡罗来纳州 Spartanburg 的 Milliken Co.）叠压到模塑聚合物的平整的即无结构的表面上。形成的逆向反射制品有许多立方角形状的空腔，由高熔点聚酯膜模塑
25 聚合物、覆盖在空腔光学面上的铝反射层和支撑模塑聚合物的聚酯织物载体形成。该制品测得的亮度约为 512 烛光/lux/m²。

实施例 5

根据实施例 1 制备逆向反射制品，不同在于模塑聚合物是 0.002inch (0.051mm) 厚的聚氨酯膜（购自美国马萨诸塞州 Shirley 的 Bemis Associates，
30 产品号为“3218”）。在基本与实施例 1 相同的加工条件下，使用 Hix 压机，将该模塑聚合物叠压到涂有铝的 High Gloss 工具上。

整个结构冷却后,将 100%的聚酯织物(购自美国南卡罗来纳州 Spartanburg 的 Milliken Co.) 叠压到模塑聚合物的平整的即无结构的表面上。形成的逆向反射制品有许多立方角形状的空腔, 由聚氨酯膜模塑聚合物、覆盖在空腔光学面上的铝反射层和支撑模塑聚合物的聚酯织物载体形成。该制品测得的亮度约为 48 烛光/lux/m²。

实施例 6

制备一个样品, 测试丙烯酸酯模塑聚合物膜与铝反射层之间的粘合性(采用 90° 剥离测试)。该样品的制备如下所述。采用常规施涂技术, 例如带槽棒施涂, 在约厚 0.002-0.004inch (0.05-0.10mm) 的无色透明 PET 基衬上, 施涂丙烯酸酯溶液, 涂至干燥厚度约为 0.0002-0.0005inch (0.005-0.013mm)。该树脂溶液由下述配方制成: 重量份数之比为 25:50:25 的二丙烯酸 1,6-己二醇酯、三羟甲基丙烷三丙烯酸酯和双酚 A 环氧二丙烯酸酯, 用 1%树脂重量的 Darocurr™ 4265 作为光引发剂(购自 Ciba Geigy Corporation)。在 25 英尺/分钟 (7.6m/min) 线速度下用约 235 瓦/厘米的 FUSION H 灯(购自美国马里兰州 Gaithersburg 的 Fusion UV Curing Systems) 透过 PET 衬固化该树脂溶液, 然后, 在与上述基本相似的加工条件下, 用 FUSION H 灯从丙烯酸酯面后固化。形成的样品中间体是上面载有丙烯酸酯模塑聚合物的 PET 基的衬, 丙烯酸酯层模塑聚合物有第一面和第二面, 第一面直接与 PET 基的衬接触, 第二面露出。

在丙烯酸酯的露出面上, 采用电子束真空施涂器, 使真空度达到约 6×10^{-6} torr, 蒸发率约为 18-24 埃/秒, 来沉积铝反射层。铝反射层约厚 800-1000nm。形成的样品是镀有铝的丙烯酸酯复合物, 位于 PET 基的衬上。

测试了铝反射层与丙烯酸酯模塑聚合物之间的粘合性。将上述制成的丙烯酸酯复合物切成 1inch×6inch (2.54cm×15.2cm) 样品, 接着, 粘贴到预先与约 2inch×6inch (5.08×15.2cm) 的乙烯-丙烯酸 (EAA) 粘合剂层热叠压的 T-6061 铝板上。该 EAA 层约为 0.002-0.003inch 厚 (0.05-0.08mm)。该样品不全部粘贴到 EAA 上, 而是在样品一端有目的地留出约 1inch 长, 未粘贴。该样品这样粘贴, 即: 使铝反射层直接与 EAA 接触。该粘贴的样品在测试前静置于环境条件(通常约 70° F) 约 24 小时。

静置后, 将粘贴的样品放入商品名已知为 SINTECH(购自美国明尼苏达州 Eden Prairie 的 MTS Systems 分部, SINTECH)的拉伸测试仪中, 并进行 90° Peel

Back 测试，如下所述。将整个结构（测试板和样品）塞入测试的夹持器，将板向下夹住几条边，但是露出样品，而且样品与 SINTECH-1 单元的底部平行。样品的未粘贴端弯曲 90°，并夹到 SINTECH-1 的上测试夹内。以这样的方式向后拉样品，即：使之与测试板成 90°。测试头以约 12inch/min (30cm/min) 的恒定速度向后拉样品。由于铝反射层与 EAA 之间的粘合力比铝反射层与丙烯酸酯模塑聚合物之间的粘合力大得多，所以铝与丙烯酸酯之间发生破裂。也就是说，向后拉样品时，铝与 EAA 保持一体。测得剥离强度约为 0.2 磅/英寸宽度，表示铝与丙烯酸酯之间的粘合值。

本发明可以在没有本文中未具体描述的任何元件或部件的情形下实施。

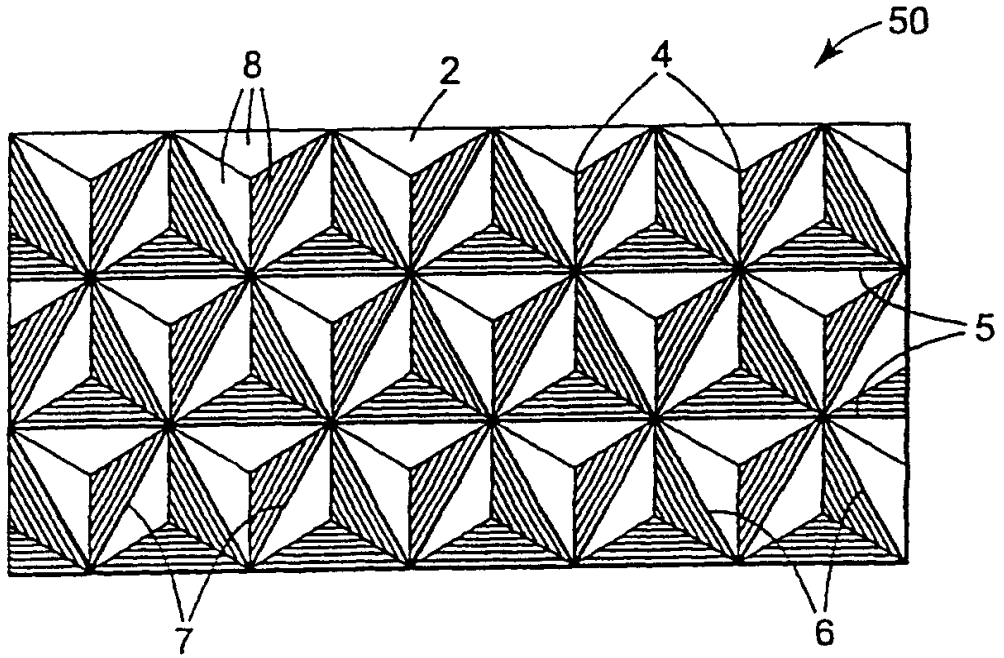


图 1

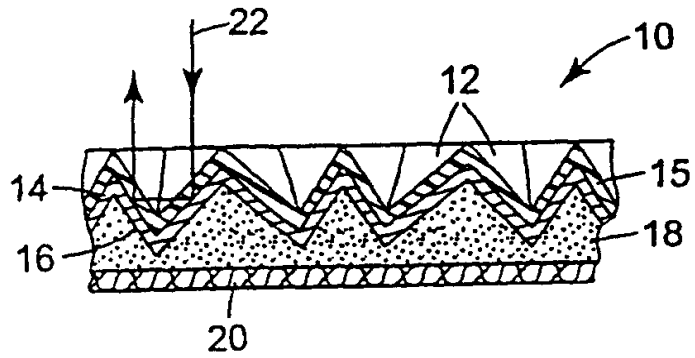


图 2

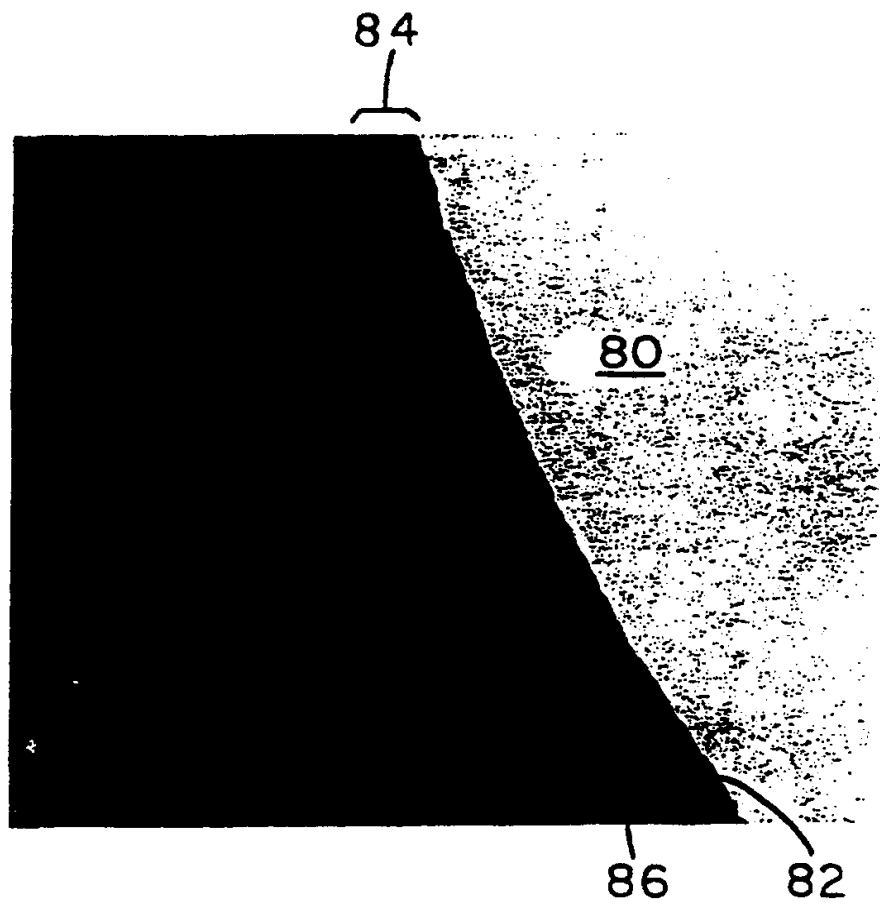


图 3

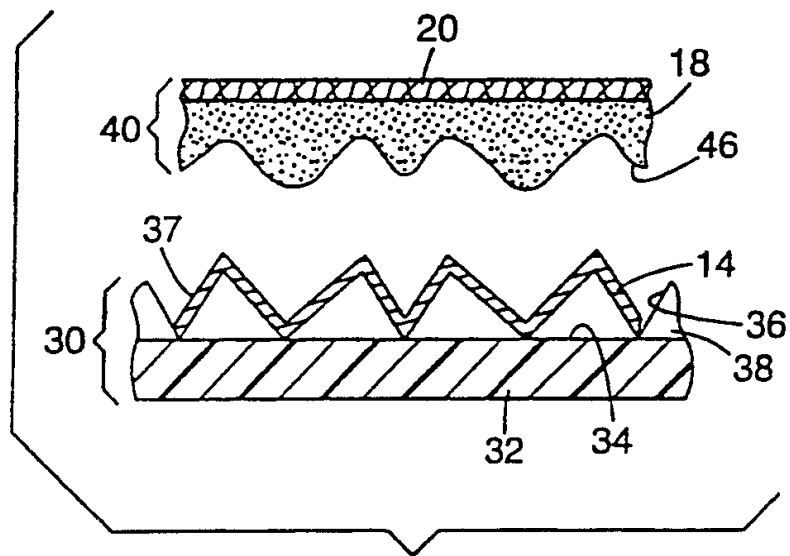


图 4

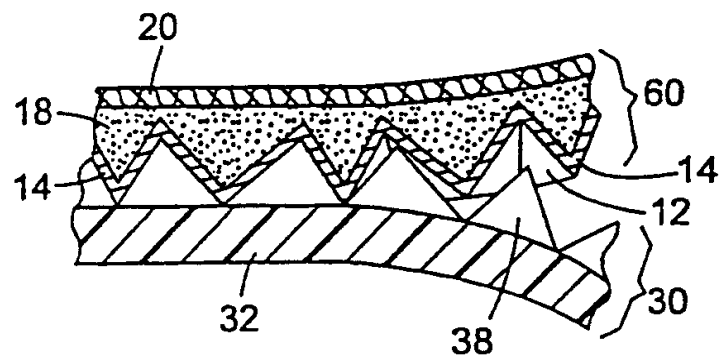


图 5