

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H05K 3/06

H05K 3/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410082138.7

[43] 公开日 2005 年 7 月 27 日

[11] 公开号 CN 1645988A

[22] 申请日 2004. 12. 21

[21] 申请号 200410082138.7

[30] 优先权

[32] 2003. 12. 22 [33] US [31] 60/532,145

[71] 申请人 罗姆和哈斯电子材料有限责任公司

地址 美国马萨诸塞

[72] 发明人 M·L·莫伊尼汉

C·J·科兰格洛

J·G·谢尔诺特 B·M·西卡德

N·帕格里诺

[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 蔡胜有

权利要求书 1 页 说明书 13 页 附图 7 页

[54] 发明名称 使用激光烧蚀形成电子和光学元件的方法

[57] 摘要

提供了形成电子和/或光学元件的方法。该方法包括：(a) 提供具有聚合物层的电子基板，其中该聚合物层包含具有式 ($R^1 SiO_{1.5}$) 的单元的聚合物，其中 R^1 是取代或未取代有机基团；和 (b) 通过激光烧蚀除去聚合物层的选定部分。本发明在电子和光电子产业中具有特别的应用。

ISSN 1008-4274

1. 形成电子和/或光学元件的方法，该方法包括：
 - (a) 提供包含聚合物层的电子基板，其中该聚合物层包含含有式($R^1SiO_{1.5}$)的单元的聚合物，其中 R^1 是取代或未取代有机基团；和
 - (b) 通过激光烧蚀除去聚合物层的选定部分。
2. 权利要求 1 的方法，其中 (b) 的激光烧蚀的聚合物层形成光学元件的至少一部分。
3. 权利要求 2 的方法，其中该光学元件包含多个光波导，其中 (b) 包括通过激光烧蚀抛光该光波导的端面。
4. 权利要求 3 的方法，其中该光波导是叠层排列的嵌入光波导。
5. 权利要求 2 的方法，其中该光学元件是穿过该层形成的光通路。
6. 权利要求 2 的方法，其中该光学元件是透镜，镜面，或衍射光栅中的一种或多种。
7. 权利要求 1 的方法，其中 (b) 的激光烧蚀的聚合物层形成层间电介质。
8. 权利要求 1 的方法，其中该电子基板是印制线路板基板，该基板此外在其表面包含金属层和多个波导中心结构，其中将激光与作为对齐基准的波导中心结构对准之后进行激光烧蚀。
9. 权利要求 1 的方法，其中该电子基板是还包含金属层的印制线路板基板，其中该激光烧蚀在聚合物层中形成沟槽以便容纳光连接器。
10. 权利要求 1 的方法，其中该电子基板是还包含金属层的印制线路板基板，其中该激光烧蚀在聚合物层中形成通路，且进一步包括用铜或其合金填充该通路。

使用激光烧蚀形成电子和光学元件的方法

相关申请的相互引用

本申请要求 2003 年 12 月 22 日提出的美国临时申请 No. 60/532,145 的根据 35U.S.C §119(e)的权利,这里引用其全部内容作为参考。

技术领域

本发明大体上涉及电子和/或光学元件。具体地,本发明涉及使用激光烧蚀技术形成电子和/或光学元件的方法。

背景技术

使用光脉冲序列的信号传输在高速通讯中变得原来越重要。例如,光集成电路(OIC)对高带宽光互连变得日益重要。因此,光学元件的集成电路例如波导,滤光器,光互连,透镜,衍射光栅,光通路等变得越来越重要。

这种技术面临的挑战是开发具有理想性能的光学材料,且可以使用激光烧蚀技术对这种材料进行图案化以便形成这样的光学元件。国际公开 WO 03/005616 公开了与设计用来产生光信号的多级印制线路板(PWB)相关的激光烧蚀成形技术。该 PWB 的整个上表面是用第一种聚合物光传导层层压形成。在整个上表面区域上层压具有更高折射系数的第二种聚合物,该聚合物具有与第一层相同性质。在该 PWB 的边缘上使用对准标记,通过激光烧蚀在这些层上形成直到下面的铜层的槽。在该 PWB 的上表面上层压第一层的聚合物材料的附加层,从而形成光波导。通过激光烧蚀在通孔所在位置对另一部分三层结构形成下至下面铜层的槽。

WO 03/005616 公开了 Polyguide™作为该聚合物材料。按照理解,这种材料是丙烯酸酯基材料。然而,在形成光学元件中存在许多与丙烯酸酯的使用相联系的缺点。例如,丙烯酸酯通常不适合在

高温应用，例如芯片至芯片应用中使用。在接近 200℃ 的温度，大多数丙烯酸酯材料开始分解和解聚，产生了例如光学性能劣化形式的可靠性问题。因此，在激光光束附近的材料区域会由于局部的加热发生光学和/或电学劣化。此外，丙烯酸酯与玻璃存在结构和光学上不相似的缺点。作为选择用于光纤和引出线 (pigtail) 结构的通用材料，玻璃可提供有益的结构和光学性质。为了减小与光损失相联系的问题，希望使用具有比丙烯酸酯更接近玻璃性能的材料用于光学元件。另外，所述的聚合物材料必须可进行层压。层压不是典型用于芯片至芯片应用的晶片加工或与其相容的工艺。

因此存在对形成电子和/或光学器件的改良方法的需求，该方法可克服或显著改善上述问题中的一个或多个。

发明内容

本发明的一个方面提供了形成电子和/或光学元件的方法。该方法包括：(a)提供具有聚合物层的电子基板，其中该聚合物层包含具有式($R^1SiO_{1.5}$)的单元的聚合物，其中 R^1 是取代或未取代有机基团；和(b)通过激光烧蚀除去聚合物层的选定部分。

本发明的另一个方面提供了形成电子元件的方法。该方法包括：(a)提供具有金属层和聚合物层的印制线路板基板，其中该聚合物层包含具有式($R^1SiO_{1.5}$)的单元的聚合物，其中 R^1 是取代或未取代有机基团；和(b)通过激光烧蚀除去聚合物层的选定部分。

通过阅读下列描述，权利要求，和有关的附图，对于本领域内的技术人员，本发明的其它特征和优点将变得显而易见。

附图说明

将参照下列附图对本发明进行讨论，其中相同的参照数字代表相同的部件，且其中：

图 1(a)-(c)说明了根据本发明的一个方面不同形成阶段的嵌入光波导；

图 2(a)-(d)说明了根据本发明的另一个方面不同形成阶段的光通路；

图 3(a)-(e)说明了根据本发明的另一个方面不同形成阶段的盲孔 (blind via);

图 4(a)-(d)说明了根据本发明的另一个方面不同形成阶段的光学镜面;

图 5 说明了根据本发明的另一个方面形成的另一个光学镜面;

图 6(a)-(c)说明了根据本发明的另一个方面不同形成阶段的凹透镜;

图 7(a)-(c)说明了根据本发明的另一个方面不同形成阶段的凸透镜;

图 8(a)-(b)说明了根据本发明的另一个方面不同形成阶段的衍射光栅。

具体实施方式

简要地说, 本发明提供了形成电子和/或光学元件的方法。该方法包括提供包含聚合物层的电子基板。该聚合物层包含具有式 ($R^1SiO_{1.5}$) 的单元的聚合物, 其中 R^1 是取代或未取代有机基团。通过激光烧蚀除去选定部分的聚合物层。

如这里所用的, 术语“一个”是指一个或多个除非另外明确说明。同时如这里所用的, 术语“电子元件”包括含有光学和电子功能的光电子器件以及非光学的电子器件。该电子元件可以是, 例如具有或不具有光学功能的印制线路板 (PWB), 具有或不具有光学功能的集成电路 (IC) 等等。该光学元件可以是, 例如光波导, 光通路, 转向元件, 透镜, 镜面, 衍射光栅等等。该光学元件可典型用于光电子器件而且该元件可作为电子元件的一部分原位形成或者作为可随后加入电子元件的分立部件。

术语“电子基板”是指可用于制造如 PWB 和 IC 的电子元件的基板。特别适合的基板包括覆铜板的层压表面和铜表面, 铜箔, 印制线路板内层和外层, 用于制造集成电路的晶片如硅, 砷化镓, 和磷化铟晶片, 包括但不限于液晶显示 (“LCD”) 玻璃基板的玻璃基板, 和包含电介质涂层, 覆层的基板等等。

该基板在其表面上包含可通过激光烧蚀形成图案的聚合物层。

该聚合物层包含具有式($R^1SiO_{1.5}$)的单元的聚合物，其中 R^1 是取代或未取代有机基团。除非另外明确说明，用来形成该聚合物层的组合物的成分的数量以基于不包含任何溶剂的组合物的重量百分比给出(wt%)。如这里所用的，术语“聚合物”包括低聚物，二聚物，三聚物，四聚物等等，且包括均聚物和更高阶的聚合物，即由两个或多个不同的单体单元形成的聚合物和杂聚物。术语“烷基”指直链，支链，和环状烷基，该烷基可以是取代或未取代的且可以在链内或链上包含杂原子。术语“芳香”指芳香基，该基团可以是取代或未取代的并且可以包含杂环。

适用于本发明的聚合物包括，例如硅氧烷，倍半硅氧烷(silsesquioxanes)，笼型(caged)硅氧烷，和它们的组合。适合的倍半硅氧烷聚合物包括，例如 POSS(多面体低聚倍半硅氧烷)基聚合物，和共同未决的美国申请 No.10/307,904(代理人案卷号 DN51203)和公开的美国申请 NO.20020172492 A1 中描述的那些聚合物，这里引用该申请的全部内容作为参考。该聚合物在该组合物中的存在数量可以是 1 至 99.5wt%，例如 60 至 98.5wt%。 R 的代表性有机基团包括取代和未取代烷基，芳基和杂环基。该烷基可以是含有例如 1 至 20 个碳原子且典型为 1 至 20 个碳原子的直链，支链或环状烷基，例如甲基，乙基，丙基，异丙基，叔丁基，叔戊基，辛基，癸基，十二烷基，十六烷基，十八烷基，环己基，和 2-乙基己基。该烷基可以被杂原子在该烷基的链中或链上取代，或者可以是非芳环基例如环戊基，环己基，降冰片基(norbonyl)，金刚烷基(adamantly)，哌啶基，四氢呋喃基和四氢苯硫基。代表性芳基包括那些具有 6 至 20 个碳原子的芳基，如 6 至 15 个碳原子的芳基，例如苯基，甲苯基，苄基，1-萘酚基，2-萘酚基和 2-菲基，且可以被杂原子取代。杂环基可以是芳香基，例如噻吩，吡啶，嘧啶，吡咯，phosphole，arsole，和呋喃。

R^1 的典型基团是取代或未取代甲基，乙基，丙基，环戊基，

环己基, 苄基, 苯基, 金刚烷基, 和它们的组合。

该聚合物可以表现为均聚物, 无规或嵌段的共聚物或更高阶的聚合物的形式。该聚合物可以包含例如一个或多个另外的含硅单元, 对于每个单元具有 1 至 85wt% 范围的比例, 例如 15 至 80wt% 或 25 至 60wt%, 或 25 至 50wt%。该另外单元可以是例如硅氧烷, 倍半硅氧烷, 笼型硅氧烷, 和/或它们的组合。例如, 该聚合物可以另外包含式($R^2SiO_{1.5}$)的聚合单元, 其中 R^2 是如上面关于 R^1 所述的取代或未取代有机基团。 R^1 和 R^2 中的一个可以选自例如取代或未取代烷基, 而 R^1 和 R^2 中的另一个选自取代或未取代芳基。

该聚合物可以是例如烷基硅聚合物如包含甲基倍半硅氧烷单元和丁基倍半硅氧烷单元的共聚物; 芳基硅聚合物如包含苯基倍半硅氧烷单元和三氟甲基苯基-倍半硅氧烷单元的共聚物或芳烷基硅共聚物如包含甲基和苯基倍半硅氧烷单元的共聚物。

如上面所述, 可以可选的取代该聚合物的侧链基团。“取代”是指该侧链基上的一个或多个氢原子被另一个取代基替代, 例如氘, 卤素如氟, 溴, 和氯, ($C_1 - C_6$) 烷基, ($C_1 - C_6$) 卤代烷基, ($C_1 - C_{10}$) 烷氧基, ($C_1 - C_{10}$) 烷基羰基, ($C_1 - C_{10}$) 烷氧基羰基, ($C_1 - C_{10}$) 烷基羰基氧基, 烷基胺, 包含烷基硫的材料等等。该聚合物可以无规或嵌段地包含宽范围的重复单元。适用于本发明的聚合物单元可以具有, 例如 5 至 150 个重复单元, 典型为约 10 至 35 个重复单元; 而适用于本发明的硅氧烷单元可以具有例如 5 至 150 个重复单元, 典型为约 7 至 25 个重复单元。因此, 该聚合物的分子量可以广泛变化。典型地, 该聚合物具有约 500 至 15000 的重均分子量 (M_w), 更典型为约 1000 至 10000, 更为典型的是约 1000 至 5000。已发现根据本发明的组合物在水性显影剂 (developer) 中的溶解速率会随分子量 M_w 和数值平均分子量 M_n 的增加而减小。

该聚合物此外包含两个或多个功能末端基团, 该基团可使缩聚得以发生。这样的末端基团可以是, 例如羟基; 烷氧基例如乙氧基,

丙氧基，异丙氧基；羧酸酯基 (carboxyester)，氨基，酰氨基，环氧基，亚氨基，羧酸，酸酐，烯烃，丙烯酸类，缩醛，原酸酯，乙烯醚，和它们的组合。其中，典型为羟基。基于该聚合物，该功能末端的含量可以是例如约 0.5 至 35wt%，例如约 1 至 10wt%，或约 2 至 5wt%。

该聚合物可进一步可选地包含一个或多个硅氧烷单元，例如式 (R^3_2SiO) 的单元，其中 R^3 是取代或未取代烷基或芳基。这样的代表性硅氧烷包括苯基和甲基取代的硅氧烷。

可以通过已知的方法使用容易得到的初始材料来制备所述的聚合物材料。例如，可以通过 50wt% 甲基-三乙氧基-硅烷和 50wt% 苯基-三乙氧基-硅烷的缩合反应来合成包含 50:50 甲基-苯基硅的共聚物。

该组合物可选包含用于改变该组合物的溶解度的活性成分，例如，如果希望该物层是可光成像的。该活性成分在活化时可典型产生酸或碱。可以在本发明中使用许多活性成分，其中包括但不限于光酸产生剂 (photoacid generator)，光碱 (photobase) 产生剂，热酸产生剂和热碱产生剂。

适用于本发明的光酸产生剂可以是任何在曝露于光时产生酸的一种或多种化合物。适合的光酸产生剂是熟知的，且包括但不限于，卤代三嗪，鎓盐，磺化酯，取代羟基酰亚胺，取代羟基亚胺，叠氮化合物，萘醌如重氮萘醌，重氮化合物，和它们的组合。

适用于本发明的光碱产生剂可以是任何在曝露于光时放出碱的化合物。适合的光碱产生剂包括但不限于，氨基甲酸苄酯，苯偶姻氨基甲酸酯，O-氨基甲酰基羟基胺，O-氨基甲酰基肼，芳香磺酰胺， α -内酰胺，N-(2-烯丙基乙烯基)酰胺，芳基叠氮化合物，N-芳基甲酰胺，4-(正-硝基苯基)二氢吡啶，和它们的组合。

适用于本发明的热酸产生剂可以是任何在加热活化时产生酸的一种或多种化合物。可以通过非直接的方法例如对流加热或通过直接加热的方法例如激光加热技术来提供该加热。

适合的热酸产生剂是众所周知的，且包括但不限于卤代三嗪，酸的铵盐，鎓盐，磺化酯，取代羟基酰亚胺，取代羟基亚胺，叠氮化合物，萘醌如重氮萘醌，重氮化合物，和它们的组合。

在负片工作材料（negative working material）的情形下，适用于本发明来改变溶解度的组分的数量是当曝露至光化辐射或热量时，任何可充分催化含硅聚合物偶联以产生不溶于水性显影剂的偶联部分的数量。当使用时，该活性成分在组合物中的存在数量典型为 0.1 至 25wt%，例如 0.1 至 12wt%。

其它可选存在于该组合物中的添加剂包括但不限于，表面均平剂，润湿剂，消泡剂，附着促进剂，触变剂等等。这样的添加剂在涂层组合物的领域中是众所周知的。可以在该组合物中使用例如硅树脂基的油的表面均平剂，例如购自 Dow Chemical Company 的 SILWET L-7604 的硅树脂基油。在本发明的组合物中结合使用一种以上的添加剂是可以理解的。例如润湿剂可以与触变剂结合。这样的可选添加剂可以从许多来源购得。用于本发明的这些可选添加剂的数量将取决于具体的添加剂和需要的效果，并在本领域的技术人员的能力之内。这些其它添加剂在该组合物中的存在数量典型小于 5wt%，例如小于 2.5wt%。

该组合物可选包含一种或多种有机交联剂。交联剂包括，例如将该组合物的组分以三维方式连接起来的材料。与该含硅聚合物反应的芳香或脂肪交联剂适合用于本发明。这种有机交联剂将发生固化，从而与含硅聚合物形成聚合网络，并减小在显影剂溶液中的溶解度。这种有机交联剂可以是单体或聚合物。本领域内的技术人员理解可以在本发明中成功使用交联剂的组合。适用于本发明的有机交联剂包括但不限于：含胺化合物，含环氧的材料，含有至少两个乙烯醚基的化合物，烯丙基取代的芳香化合物，和它们的组合。

典型的交联剂包括含胺化合物和含环氧的材料。在本发明中用作交联剂的含胺化合物包括但不限于：三聚氰胺单体，三聚氰胺聚合物，烷醇甲基三聚氰胺，苯胍胺树脂，苯胍胺甲醛树脂，脲-甲

醛树脂，甘脲-甲醛树脂，和它们的组合。本领域内的技术人员理解，适合的有机交联剂浓度可随例如交联剂的活性和该组合物的特定应用而变化。当使用时，该一种或多种交联剂在该组合物中的存在数量典型为 0.1 至 50wt%，例如 0.5 至 25wt% 或 1 至 20wt%。

该组合物可选包含一种或多种溶剂。这样的溶剂有助于本组合物的配置，还有助于将其涂覆于基板上。可以使用许多溶剂。适合的溶剂包括但不限于，二醇醚例如乙二醇一甲醚，丙二醇一甲醚，二丙二醇一甲醚；酯类例如，甲基乙酸溶纤剂，乙基乙酸溶纤剂，乙酸丙二醇一甲醚酯，乙酸二丙二醇一甲醚酯，二价酸酯，碳酸酯如碳酸丙烯酯， γ -丁内酯，酯类如乳酸乙酯，乙酸正戊酯和乙酸正丁酯，醇类如 *n*-丙醇，异丙醇，酮类如环己酮，甲基异丁酮，二异丁酮和 2-庚酮，内酯如 γ -丁内酯和 γ -己内酯，醚类如二苯醚和苯甲醚，烃类如均三甲基苯，甲苯和二甲苯，和杂环化合物如 *N*-甲基-2-吡咯烷酮，*N,N*-二甲基丙烯脲，或它们的组合。

可以通过在混合物中以任何顺序混合含硅聚合物和其它可选成分来制备该组合物。

可以通过多种技术由上述的组合物在基板表面上形成聚合物层，这些技术包括但不限于，丝网印刷，幕涂，辊涂，缝式隙涂布（slot coating），旋涂，流涂，静电喷涂，喷涂，或浸渍涂布。当对该组合物进行喷涂时，可以可选地使用加热喷枪。可以通过粘度调节剂，触变剂，填料等调节该组合物的粘度以便满足各种施用方法的要求。该层的厚度将取决于具体的应用。然而，典型的干态厚度是 1 至 100 μm ，例如约 10 至 50 μm 。

然后典型将涂覆的基板干燥直到从涂层中基本除去溶剂。可以在烘箱如红外烘箱，对流烘箱，对流/传导烘箱，真空烘箱中，或在热板上进行该干燥。这种干燥可以在不同的温度和时间下进行，这取决于所选的具体溶剂和干燥技术。适合的温度是能够基本除去任何存在的溶剂的温度。典型地，可以在室温（25 $^{\circ}\text{C}$ ）至 170 $^{\circ}\text{C}$ 的任何温度下进行该干燥并持续 5 秒钟至 120 分钟的时间。

当使用烘箱时，典型的时间是 10 至 120 分钟而对于热板是 10 秒钟至 10 分钟。

通过激光烧蚀去除该聚合物层的选定，预先确定的部分。该激光烧蚀系统包含常规的激光源，例如可产生聚焦准直光束的激光基或 YAG 激光器。该激光烧蚀系统可进一步包含聚焦透镜，遮盖物 (mask)，而且可以选择包含其它光学元件，例如镜面和附加透镜。可以在烧蚀步骤期间选择和改变光束在聚合物材料上聚焦点的相对位置以及该光束相对于基板的入射角，使得预定体积的材料被烧蚀。这可以典型通过使激光器固定而移动自动载物台上的基板来实现，但也可以通过例如使基板固定而移动激光器来实现，或者通过两者的组合。

该激光束典型为脉冲形式，并基于具体的聚合物材料选择脉冲宽度和能量密度以便以需要的速率烧蚀聚合物材料的局部。这些值可根据例如材料和激光器系统而广泛变化。该脉冲典型具有 1 飞秒至 100 纳秒的宽度，例如 5 至 30 纳秒。该激光束的能量密度典型为 0.001mJ/cm^2 至 10J/cm^2 ，例如 0.1 至 5J/cm^2 。特定位置的材料可接受该激光束的一个或多个脉冲，这取决于待去除的材料数量。该激光的烧蚀速率将取决于例如具体的聚合物材料，能量密度和脉冲宽度。该激光烧蚀速率典型为 1 至 100nm/脉冲。如果希望在具有聚合物层沉积的表面停止烧蚀，该表面应当具有相对于该聚合物层较低的烧蚀速率。该激光的输出可以使用不同的波长，例如 193nm，248nm，355nm 和 10200nm 中的一种或多种。

现在将参照附图对本发明进行描述，该附图说明了本发明的代表性方面。图 1 说明了一个典型的嵌入光波导，该光波导可以部分上通过本发明的激光烧蚀技术形成。如图 1 所示，提供在其表面形成有嵌入光波导结构 4 的电子基板 2。该电子基板 2 可以是任何前述的电子基板，且典型为 PWB 基板。该嵌入光波导 4 是由上述聚合组合物的多个层形成。这些层包括第一个包覆层 6，形成

于第一个包覆层上随后图案化成中心结构 8 的中心层，和形成于第一个包覆层和中心结构之上的第二个包覆层 10。该嵌入波导可以包含一个或多个（如图所示）中心结构。构成嵌入波导 4 的第一包覆层 6，中心，第二包覆层 10 的一个或多个可以是可光成像的，且在该最终的中心结构的折射系数应当大于包覆层的折射系数的条件下，并据此理解可以分别对该材料进行选择。这些层的厚度可以广泛变化，具有 5 至 500 μm 的厚度，例如典型为 8 至 50 μm 。可以使用例如标准的光刻和刻蚀技术，或者在可光成像材料的情形下通过光刻曝光和显影形成该中心结构 8。人们还可以使用激光烧蚀以相同的方式形成叠层排列的多个嵌入光波导结构 4，如图 1(c) 所示。

该基板 2 可进一步包含形成于其表面中或表面上的多个对齐基准 12。可以将该对齐基准 12 用于随后部件的对准和/或激光束 14 相对于基板 2 的对准。可以通过对基板 2 表面上的层形成图案来形成对齐基准 12，例如使用标准光刻和刻蚀技术。用于该层的材料可以是该激光体系能够识别并用于对准用途的任何材料。

一旦使激光 14 和基底 2 相互对准，使激光 14 相对于基板 2 移动以便使激光束 16 沿一定路线穿过该嵌入波导结构 4，如虚线箭头所示。该路线典型包括一系列增量式移动，并在每次停止时使用多个激光束脉冲以便从嵌入波导结构 4 的表面上去除材料。以这种方式，激光 4 可除去一片嵌入波导结构 4 并留下光学平滑的端面 16，如图 1(b) 所示。作为这种结构的结果，可以将该嵌入波导连接至具有更低光学和插入损失的光纤。在多个以叠层排列的嵌入波导结构的情形中，可以方便地对该叠层同时进行烧蚀处理。

图 2(a)-(d)说明了根据本发明的另一个方面形成光通路结构的方法。如图 2(a)所示，提供在其表面上可能包含一个或多个层的电子基板 2。如上面根据图 1 所述，在该基板 2 上形成嵌入波导结构 4，该波导结构包括第一个中心层 6，一个或多个中心结构 8，

和第二个中心层 10。可以在该嵌入波导结构 4 上形成一个或多个附加层 18，例如，包含金属镀覆结构用于电子连接光电子器件 20 的上层。随后通过激光烧蚀或湿法刻蚀贯穿层 18，和通过激光烧蚀贯穿嵌入光波导结构 4，形成通路 22，如图 2(b)所示，由此形成光通路 22。可以使用相同的激光烧蚀工艺在层 18 和嵌入波导 4 中形成通路。通路 22 在横截面上典型为圆形，虽然也可以使用其它几何形状。该光学通路 22 的直径典型为 25 至 1000 μm ，例如 75 至 500 μm 。

光通路 22 允许光信号在嵌入波导 4 和另一个元件之间通过，另一个元件例如光电探测器如光电二极管，光源如激光发射器件即 VCSEL 芯片，或光传播元件如光纤。为使光在嵌入波导 4 和其它元件之间通过，可以在该光通路中安置转向元件如镜面 24，如图 2(c)所示。该镜面可以是放置于光通路 22 中的分立元件或者可以按照下面的描述在原位形成。可选地，可以用具有与中心的折射系数相匹配的折射系数的聚合物材料填充光通路 22。示例实施方案没有使用这种填充。图 2(d)说明了将激光发射器件 20 结合至光通路 22 之上的层 18 的情形。如箭头所示，光线由激光发射器件 20 向下传播通过光通路 22。该光线从镜面 24 的表面反射开，并通过嵌入波导 4 的中心结构 8。可以与光接收器件如光电探测器一起使用一个相反光路，该光接收器件代替该激光发射器件。

图 3(a)-(e)对一个典型盲孔在不同形成阶段进行了说明。在 PWB 制造中典型使用盲孔来电子连接两个彼此隔开金属镀覆层。图 3(a)说明了形成于电子基板 2 上的第一个金属层 26。用于金属层 26 的典型金属包括，例如铜和铜合金。在金属层 26 上形成一个或多个附加层 28。从层 28 上除去待形成盲孔的位置处的材料，如虚线所标记。这暴露出金属层 26 的一部分上表面，形成一部分盲孔结构 30，如图 3(b)所示。可以使用已知的技术例如干法刻蚀或激光烧蚀从层 28 上除去该材料。如图 3(c)所示，使用已知的技术如电镀，用金属如铜或铜合金填充该盲孔部分以便形成金

属柱 32。

如图 3(d)所示,在第一个金属层 26 和可选的一个或多个层 28 上形成一个或多个如上所述的聚合物层。在图解表示的该实施方案中,该聚合物层形成如上所述的嵌入波导 4,该嵌入波导包含第一个包覆层 6,由中心层形成的中心结构 8,和第二个包覆层 10。这—个或多个聚合物层可以另外或可选地包含非光学,电介质层。然后通过激光烧蚀穿过该聚合物层形成与金属柱 32 成一直线的通路 34,并用金属填充该通路,由此建立金属柱 32。如图 3(e)所示,可选在该一个或多个聚合物层上形成一个或多个附加层 36,然后形成通路并用金属填充,如上面根据图 3(b)所述。在该一个或多个聚合物层和可选层 36 上形成第二个金属层 38。由此该盲孔通过金属柱 32 提供了第一个金属层 26 和第二个金属层 38 之间的电子连接。

图 4(a)-(d)说明了根据本发明的另一个方面不同形成阶段的光学镜面。在基板 2 上形成一个或多个该聚合物层,如图 4(a)所示。在这个示例实施方案中,该聚合物层如上所述形成嵌入波导 4。如图 4(b)所示,通过激光烧蚀从该嵌入光波导 4 上除去一部分聚合物材料以便形成成角度的端面 40,如图 4(c)所示。对于图解的实施方案,对端面和基板表面之间的角 θ 进行选择以便最终结构可以将通过嵌入光波导的光线向上反射至基本垂直的面,反之亦然。角 θ 典型为约 45° 。然后在嵌入波导 4 的端面 40 形成反射层 42,该反射层由金属形成,例如铝,金,铜,银,或其它反射材料,如图 4(d)所示。可以通过多种技术如溅射,蒸发,非电镀和/或电镀形成反射层 42。该反射层 42 典型具有 0.05 至 $1\mu\text{m}$ 的厚度。因此可以使用该镜面作为转向元件以便反射来自嵌入波导 4 的光线如箭头所示,或将光线从该镜面上部的光源反射进入该嵌入波导。

图 5 说明了根据本发明的另一个方面形成的光学镜面。上面关于图 4(a)-(d)的描述一般也适用于本发明的这个方面。然而,镜

面的形成使得通过激光烧蚀除去一部分嵌入光波导从而形成成角度的端面 40，该端面具有端面和基板表面之间的夹角 θ 从而该最终结构可以将通过嵌入波导的光线以向下反射至基本垂直的面，或反之亦然。该角 θ 典型为约 135° 。

图 6(a)-(c)说明了根据本发明的另一个方面不同形成阶段的凹透镜。可以通过在电子基板 2 上涂覆该聚合物组合物的层 44 来形成该透镜。通过激光烧蚀除去该聚合物上表面的局部 46，控制在该表面的烧蚀的程度以产生凹形表面。对于在基板表面上形成多个镜面的情况，可以通过激光烧蚀镜面周围的区域将该镜面分开。可以在电子基板上待使用的位置原位形成该镜面。可选地，可以使用该方法来形成可用于光学或光电子器件的分立透镜元件。以类似的方式，可以通过去除聚合物薄膜的局部 46 而在聚合物层 44 中留下凸形表面来形成凸透镜，如图 7(a)-(b)所示。

图 8 (a)-(b)说明了根据本发明的另一个方面不同形成阶段的衍射光栅耦合器。可以沿一个或多个嵌入波导 4 的部分长度形成该示例衍射光栅。可以如上所述在电子基板 2 上提供该聚合物组合物的第一个包覆层 6 和中心层 8。在形成该中心结构之前或之后，以预定的间距和角度在中心 8 中烧蚀形成狭缝 48，该间距和角度决定了衍射光栅耦合器的 λ 的耦合效率。如果尚未形成中心结构则在中心层图案化成中心结构，并在第一个包覆层 6 和该中心结构上形成第二个包覆层。

还设想了可以在本发明的聚合物材料中形成的其它激光烧蚀结构，且不认为该典型实施方案是限制性的。例如，在该聚合物材料中使用激光烧蚀形成的设想用于容纳光学连接器的水平开口或垂直开口或沟槽，例如用于将光纤连接至一个或多个嵌入波导。

虽然根据具体的实施方案对本发明进行了详细的描述，本领域的技术人员将明白，使用等同条件可以做出多种改变和修改而不背离权利要求的范围。

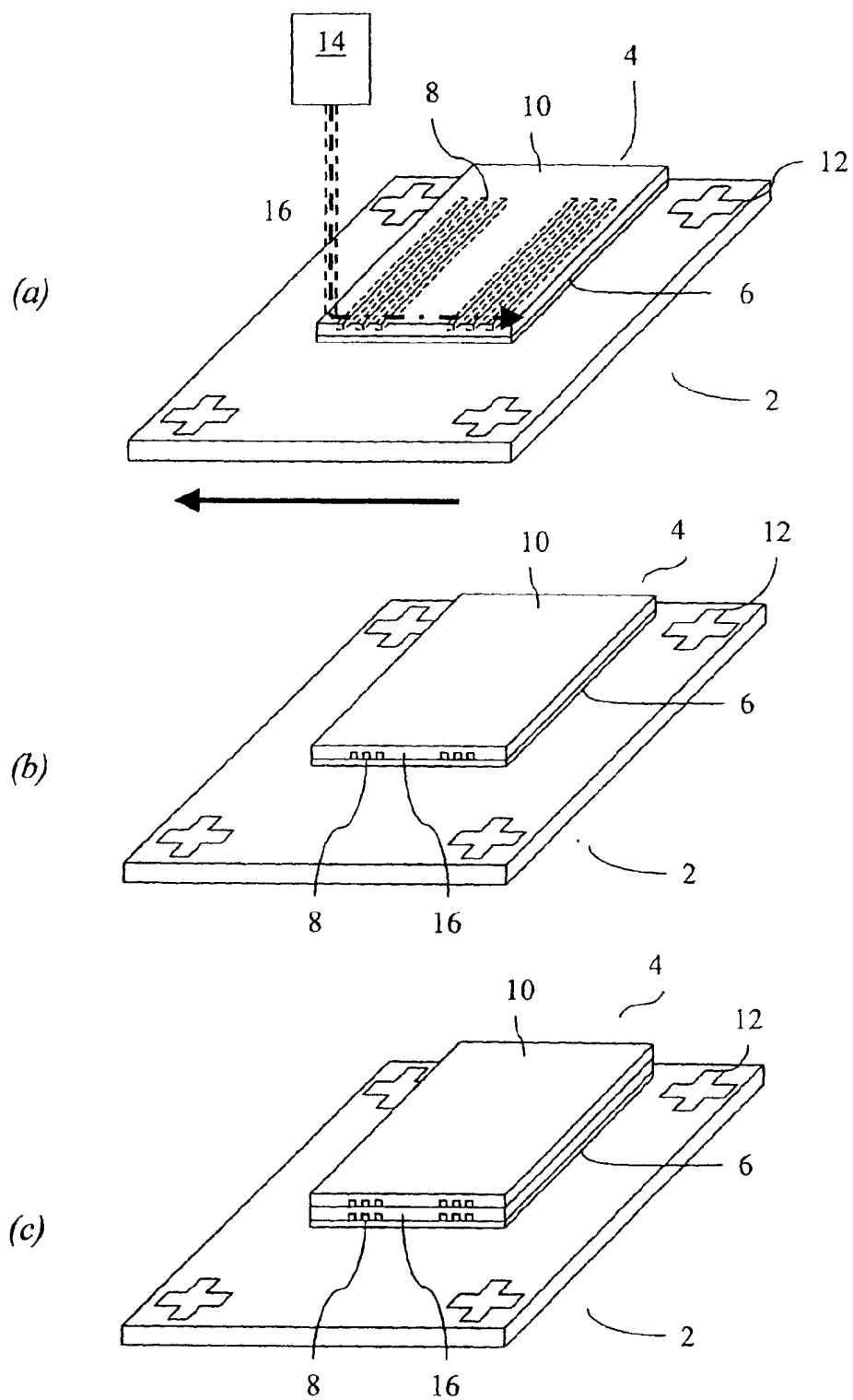


图1

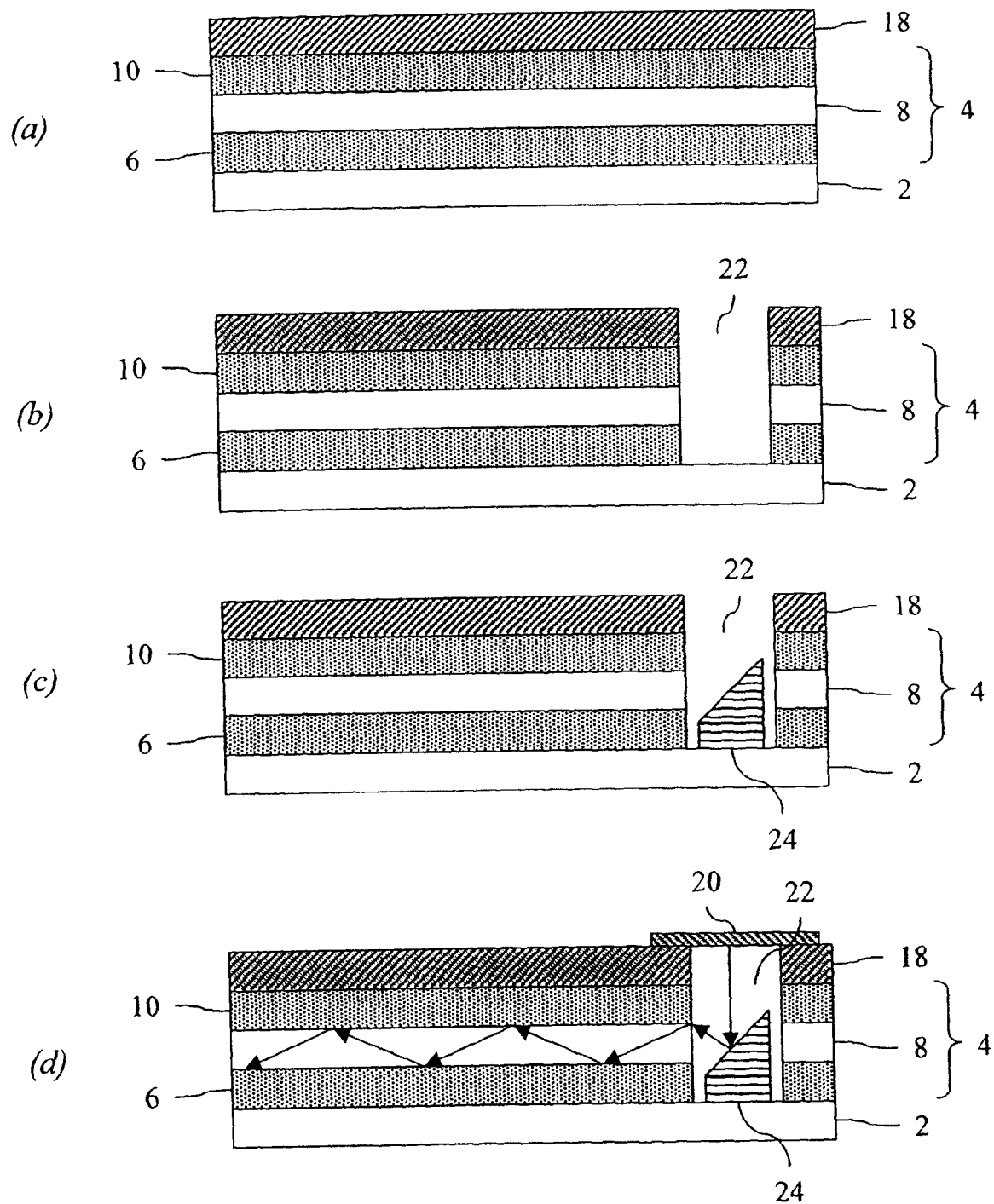


图2

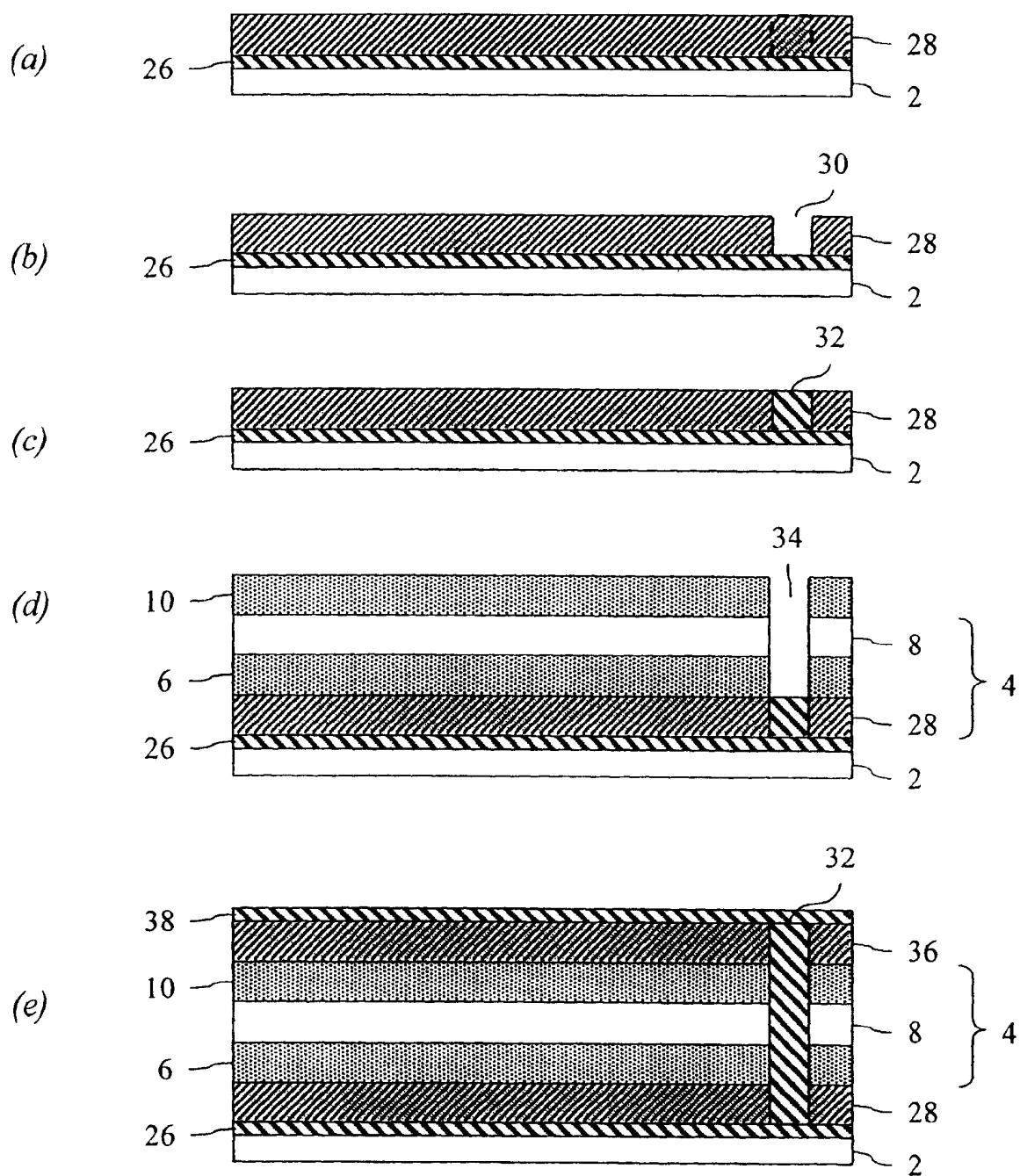


图 3

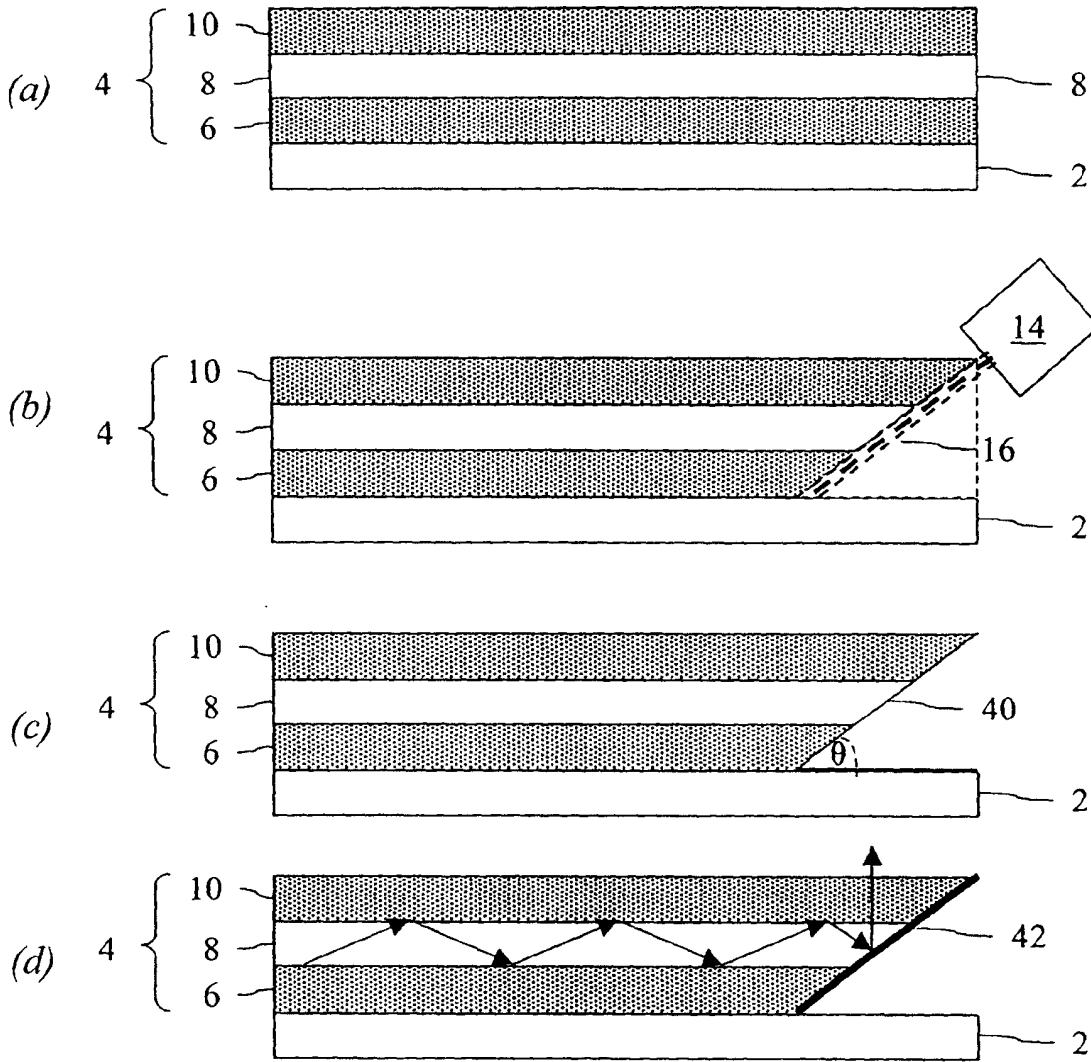


图 4

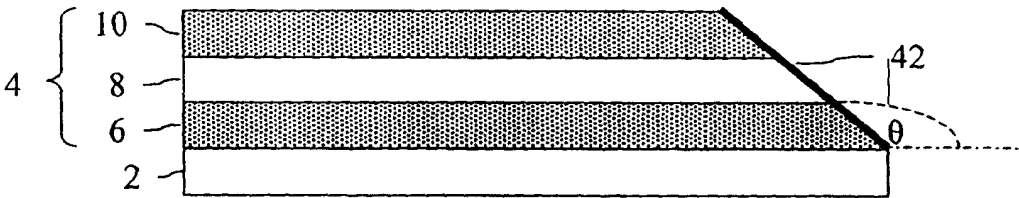


图 5

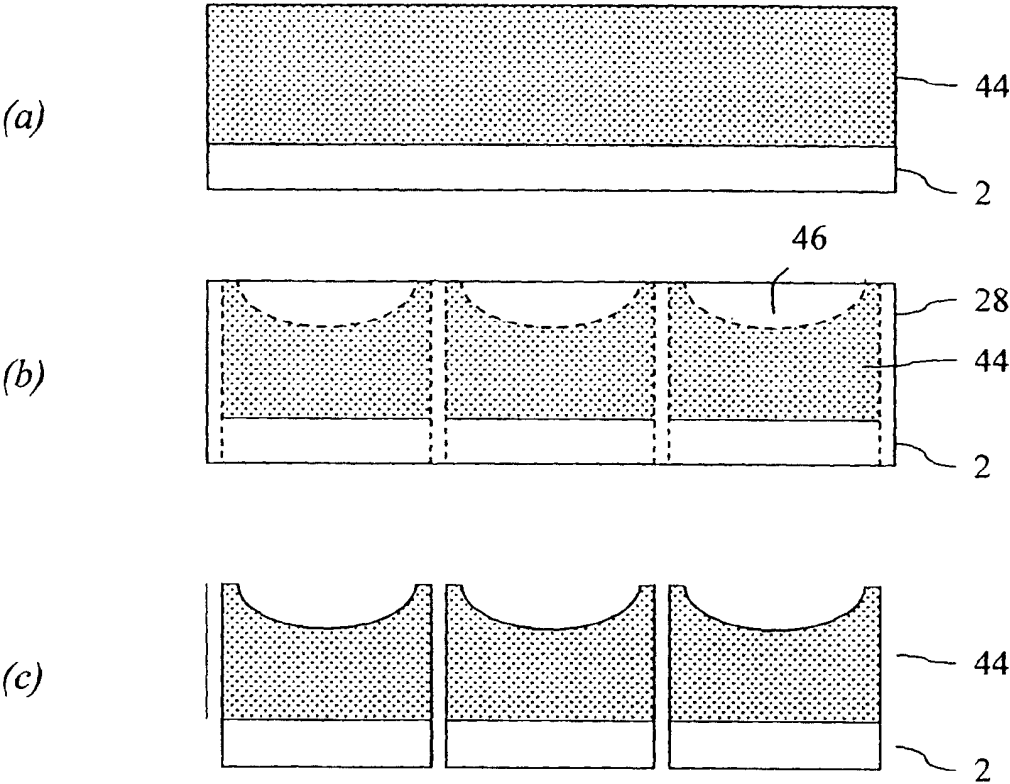


图6

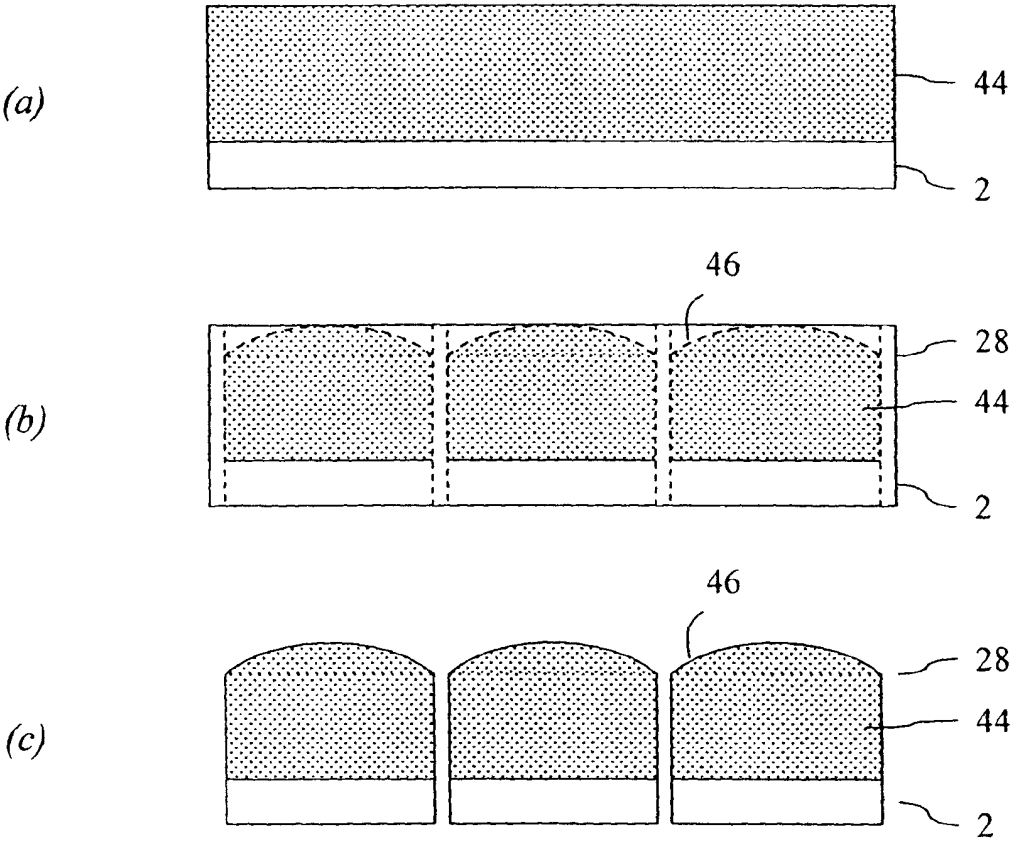


图7

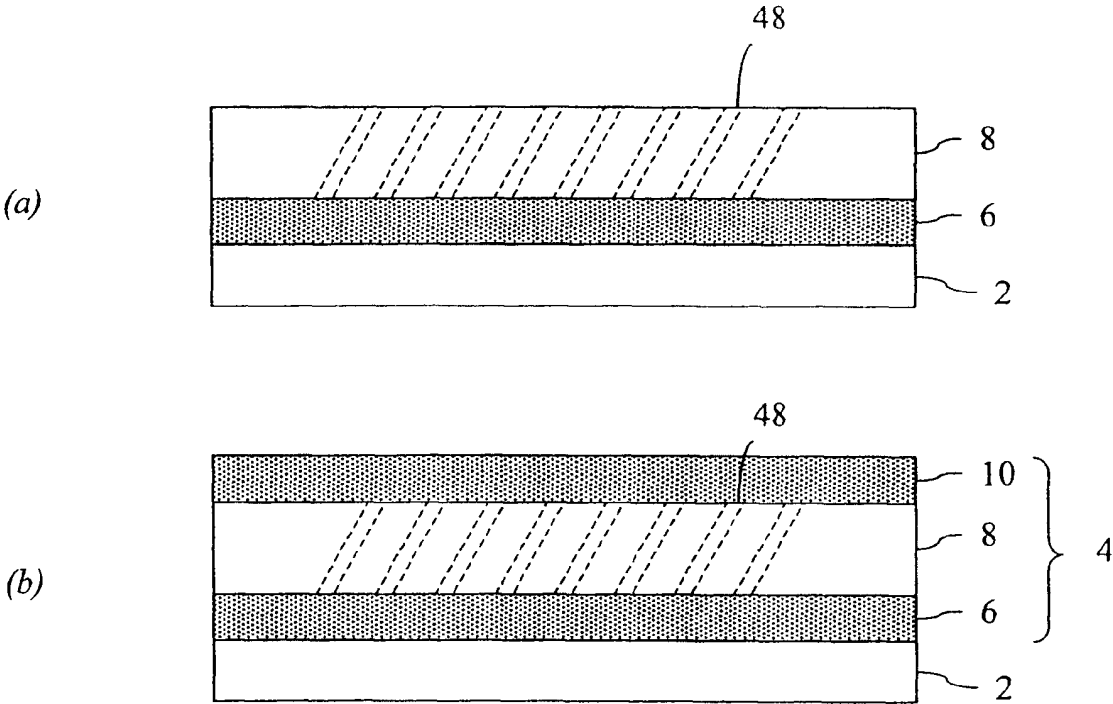


图 8