



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102356338 B

(45) 授权公告日 2015.03.11

(21) 申请号 201080012361.8

(22) 申请日 2010.03.31

(30) 优先权数据

09157654.6 2009.04.08 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011.09.19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2010/051397 2010.03.31

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/116291 EN 2010.10.14

(73) 专利权人 国际商业机器公司

地址 美国纽约阿芒克

(72) 发明人 R.F. 丹格罗 F. 豪斯特

T.P. 兰普雷克特 B.J. 奥夫雷恩

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 邱军

(51) Int. Cl.

G02B 6/138(2006.01)

G02B 6/42(2006.01)

G02B 6/122(2006.01)

(56) 对比文件

JP 特开 2007-93747 A, 2007.04.12, 说明书第 25-31 段、附图 1-4.

JP 特开 2007-93747 A, 2007.04.12, 说明书第 25-31 段、附图 1-4.

EP 1816498 A1, 2007.08.08, 说明书第 14-26 段、附图 1-3.

EP 1291692 A1, 2003.03.12, 全文.

CN 1425147 A, 2003.06.18, 全文.

JP 特开 2006-38958 A, 2006.02.09, 全文.

JP 特开 2005-164801 A, 2005.06.23, 全文.

审查员 房元锋

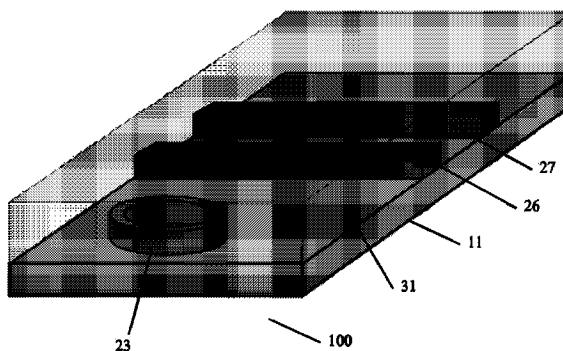
权利要求书2页 说明书7页 附图8页

(54) 发明名称

具有埋设光反射特征的光波导及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及制造光波导 (100) 的方法。通常, 它依赖于下覆层 (11)、波导芯 (26L-481) 和诸如镜的光反射特征 (23-23c) 或基准标记的设置。反射特征和波导芯构成具有开口结构的核心层。然后, 施加覆层聚合物 (31), 其埋设光反射特征和波导。因此, 施加的上覆层填充由开口结构余下的空余空间。在填充覆层在其位于的水平上之前, 核心层的部件在制造工艺期间相应地设在适当位置上。因为光反射特征和波导芯可以高精度设置在下覆层上 (在施加覆层之前), 所以避开了修改 (例如, 切块) 或改进后期置入的光反射特征位置的问题。有利地, 波导芯和反射特征扫描二者图案化在下覆层上。反射特征还可由选择性金属化工艺获得。



1. 一种用于制造光波导 (100) 的方法, 包括以下步骤:
 - 提供光波导的下覆层 (11);
 - 在该下覆层上设置光反射特征 (23);
 - 采用该光反射特征 (23) 作为标记, 在该下覆层上形成与该光反射特征不同的至少一个波导芯 (26-28);
 - 施加埋设该光反射特征和该波导芯的上覆层 (31);
 - 移除部分该上覆层 (31), 以显现该光反射特征 (23); 以及
 - 通过机械匹配该光反射特征与外部部件的对准凸柱, 将该光波导与该外部部件对准。
2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中设置该光反射特征包括:
 - 在该下覆层上施加可聚合层;
 - 图案化施加的可聚合层以获得用于该光反射特征的主体 (22); 以及
 - 在图案化的主体 (22) 上沉积光反射层以获得该光反射特征 (23)。
3. 根据权利要求 2 所述的方法, 其中沉积该光反射层包括:
 - 在该主体 (22) 上选择性地施加预镀催化剂; 以及
 - 镀覆金属, 沉积在选择性地施加的催化剂上。
4. 根据权利要求 3 所述的方法, 其中施加该预镀催化剂包括:
 - 通过施加选择性使能分子而选择性地激活该主体的表面, 该选择性使能分子接合在该主体的表面上并且基本上不接合在该下覆层的表面上; 以及
 - 沉积该预镀催化剂, 该催化剂随后通过选择性使能分子而吸收到该主体的表面上。
5. 根据权利要求 4 所述的方法, 其中:
 - 在选择性地激活该主体的表面的步骤中, 该选择性使能分子包括适合与该主体表面的配合基相结合的胺基;
 - 在沉积该预镀催化剂的步骤中, 该催化剂包括贵金属络合物; 并且
 - 在镀覆步骤开始时, 该金属由无电镀浴提供。
6. 根据权利要求 5 所述的方法, 其中该贵金属络合物为 Pd(II)。
7. 根据权利要求 1 至 5 任何一项所述的方法, 其中, 设置该波导芯的步骤包括:
 - 在该下覆层上施加可聚合层; 以及
 - 在施加的可聚合层中图案化该波导芯。
8. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中该方法还包括:
 - 该上覆层的激光熔蚀的步骤, 用于显现该标记。
9. 根据权利要求 8 所述的方法, 还包括:
 - 根据该标记与该外部部件中的配对物的机械匹配, 装配该波导与该外部部件的步骤。
10. 根据权利要求 1 所述的方法, 还包括:
 - 提供该光波导, 作为多层光波导的新下覆层;
 - 重复设置该波导芯和施加上覆层的步骤, 以使新上覆层埋设附加波导芯。
11. 一种光波导 (100), 适合于通过权利要求 1 至 6 任何一项的方法获得, 该波导包括:
 - 下覆层 (11);
 - 位于该下覆层上的光反射特征 (23-23c) 和至少一个波导芯 (26、27); 以及
 - 上覆层聚合物 (31), 埋设该光反射特征和该波导芯二者。

12. 根据权利要求 11 所述的光波导,其中:

- 埋设的光反射特征是标记,不连接到该波导芯,构造为允许与外部部件的配对物机械装配。

具有埋设光反射特征的光波导及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及光波导领域,该光波导例如为聚合物波导。特别是,本发明涉及具有诸如微型镜的光反射特征的光波导。

背景技术

[0002] 人们了解光波导,例如聚合物光波导,其中通道(channel)被设计为限制和引导光信号。这样的波导例如可用在光互连领域中,其中聚合物通道集成在印刷电路板(PCB)的层中。在这些互连中,数据由通过聚合物波导通道引导的光学信号运载。

[0003] 光在聚合物波导通道中的限制已知是由通道芯和覆层材料的折射率之差引起的,后者具有较低的折射率。

[0004] 对于PCB的应用,聚合物波导通道可采用聚合物层沉积技术和用于波导芯图案化的UV曝光而制成。

[0005] 通常,普遍采用的层基制造技术限制波导通向单一平面。即使可堆叠几个波导平面,它们也不易于光学连接。此外,聚合物波导的光学特性,例如波导芯和覆层之间的小折射率差,要求波导通道具有大弯曲半径,以避免过多的弯曲损耗。所产生的面积要求造成特定选路方案上的复杂性。

[0006] 在这方面并且为简化起见,US 2006/0204176 公开了用于光学选路的方法,该光学选路依赖于镜。另一个示例,EP 1715368 建议采用诸如镜的光学元件,该光学元件在其制造工艺中设置在光学层内。

[0007] 多篇论文进一步致力于这个主题,例如参见:

[0008] - " Laser Ablation and Laser Direct Writing as Enabling Technologies for the Definition of Micro-Optical Elements " Nina Hendrickx, Proc. of SPIE Vol. 595659561B-5 ;其中,通过激光熔蚀在光学层中将微型镜限定为"孔",例如提供平面外耦合(out-of-plane coupling)。由于在聚合物-空气的界面处发生的内部反射而获得面镜效应;

[0009] - " Chip-to-chip optical interconnects " Kash, J. A, Optical Fiber Communication Conference, 2006 and the 2006 National Fiber Optic Engineers Conference. OFC 2006, ISBN: 1-55752-803-9 ;

[0010] - " Fabrication and Characterisation of Direct Laser-Written Multimode Polymer Waveguides with Out-of-Plane Turning Mirrors " A. McCarthy, CLEO05 ;

[0011] - " Fabrication of multimode polymer waveguide with integrated micro-mirrors using Deep Lithography with Protons " J. Van Erps, Proceedings Symposium IEEE/LEOS Benelux Chapter, 2004, Ghent.

[0012] 此外,在其它场合,仍然是另一个主要挑战的是光学、光电子(VCSEL、光电二极管)或光机(连接器)元件与聚合物波导的集成。要求微米范围内的精确对准以使光波导和其它元件之间耦合的光学功率最大化。例如,已知"主动"对准法,其中,在定位元件后,

检测光学功率,并且调整元件的位置,直到实现最适宜的光学功率。

[0013] 相比之下,还已知“被动”法,其仅涉及单一的设置步骤,从而元件自动导向靠近最适宜的位置。这样的方法例如描述在 US 7382954 和 US 7389015 中。这些方法利用 PCB 板的金属层(例如,铜层)中的特定结构。

[0014] 其它方法描述在:

[0015] -US 7212698(被动对准法);

[0016] -Lamprecht 等,“Passive Alignment of Optical Elements in a Printed Circuit Board”,Proceedings ECTC' 06, pp. 761-767;

[0017] -Dangel 等,“Polymer-Waveguide-Based Board-Level Optical Interconnect Technology for Datacom Applications”,invited paper in EPEP/SPI(Electrical Performance of Electronic Packaging/Signal Propagation on Interconnects) Special Section of IEEE Transactions on Advanced Packaging, Nov. 2008。

发明内容

[0018] 根据一个方面,本发明实施为用于制造光波导的方法,包括以下步骤:提供光波导的下覆层;在该下覆层上设置光反射特征和与该反射特征不同的至少一个波导芯;以及施加埋设该光反射特征和该波导芯的上覆层。

[0019] 在其它实施例中,所述方法可包括一个或更多个以下特征:

[0020] - 设置该光反射特征包括:在该下覆层上施加可聚合层;图案化所施加的可聚合层以获得用于该光反射特征的主体;以及在该图案化的主体上沉积光反射层以获得该光反射特征;

[0021] - 沉积该光反射层包括:在该主体上选择性地施加预镀催化剂;以及镀覆金属,沉积在选择性地施加的催化剂上;

[0022] - 施加该预镀催化剂包括:通过施加选择性使能分子而选择性地激活该主体的表面,该选择性使能分子接合在该主体的表面上而基本上不接合在该下覆层的表面上;以及沉积该预镀催化剂,该催化剂随后通过选择性使能分子而吸收到该主体的表面上;

[0023] - 在选择性地激活该主体的表面的步骤上,该选择性使能分子包括胺基,适合于与该主体的表面的配合基相结合;在沉积该预镀催化剂的步骤上,该催化剂包括贵金属络合物,例如 Pd(II);并且在镀覆步骤的开始,该金属由无电镀浴提供;

[0024] - 设置该波导芯的步骤包括:在该下覆层上施加可聚合层;以及在该施加的可聚合层中图案化该波导芯;

[0025] - 在该设置步骤中,该光反射特征制造为:标记,用于随后装配该波导与外部部件;和/或微型镜,能够实现波导芯的随后光学连接;

[0026] - 该光反射特征制造为标记,该方法还包括:用于显现该标记的该上覆层的激光熔蚀的步骤;

[0027] - 根据本发明的方法还包括:根据该标记与该外部部件中的配对物的机械装配,装配该波导与该外部部件的步骤;

[0028] - 在该设置步骤中,该光反射特征制造为微型镜,并且该波导芯通过以下步骤设置:在该下覆层上施加可聚合层;以及在该施加的第二层中图案化该波导芯,以将其光学

地连接到微型镜；

[0029] - 图案化该至少一个波导芯还包括：图案化平面内的第一波导芯；以及图案化平面外的第二波导芯，以通过该微型镜光学地连接该第一波导芯和第二波导芯二者；

[0030] 根据本发明的方法还包括：提供该波导为用于多层光波导的新下覆层；重复设置该波导芯和施加上覆层的步骤，以使新上覆层埋设附加的波导芯。

[0031] 在另一方面中，本发明还实施为光波导，适合于通过根据本发明的方法获得，该光波导包括：下覆层；下覆层上的光反射特征和至少一个波导芯；以及上覆层，埋设光反射特征和波导芯二者。

[0032] 在进一步实施例中，埋设的光反射特征是标记，不连接到波导芯，构造为允许与外部部件配合物的机械装配；和 / 或埋设的光反射特征是光学地连接到波导的微型镜。

[0033] 现在，将参考附图，通过非限制示例描述实施本发明的方法和波导。

附图说明

[0034] 图 1-4 示意性地示出了根据本发明一个实施例的制造聚合物光波导的方法的步骤；

[0035] 图 5-6 示出了在根据图 1-4 的实施例获得的波导中用于显现标记的步骤；

[0036] 图 7-10 示出了如图 1-6 获得的波导与外部部件的对准；以及

[0037] 图 11-16 示意性地示出了根据本发明另一个实施例的用于制造聚合物光波导中埋设的镜的方法的步骤。

具体实施方式

[0038] 作为下面描述的引言，首先指出本发明的总体方面，其涉及制造光波导（例如，聚合物光波导）的方法。总体上讲，它是一种分层设置 (layer by layer) 的技术。显然，在实际施加上覆层前，波导芯和光反射特征（例如，镜或标记）二者被设置在下覆层上。因此，核心层被提供为包括波导芯和显然不同的反射特征，二者在下覆层上形成开口结构。在施加上覆层后，光反射特征和波导芯埋设其中。因此，所施加的上覆层填充开口结构留下的空余空间。因为光反射特征和波导芯可以高精度设置在下覆层上（在施加上覆层前），所以避开了修改（例如，切块）或改进后期置入的光反射特征位置的问题。更主要地，简化了制造工艺，特别相对于插件的使用。这种方法允许制造埋设的镜和 / 或基准标记，其具有下面描述的各有利应用。

[0039] 下面，将讨论两个主要实施例的具体方面。

[0040] 参考图 1-10 描述第一实施例：这里，光反射特征典型地为埋设标记，其易于制造并且允许随后的光波导与外部部件的对准。为了举例说明，因此将其称为标记而不是光反射特征。然而，这不限本发明的范围仅为标记，其参考例如图 1-4 所讨论的大部分原理可直接应用于第二实施例，如后面参考图 11-15 所述。

[0041] 首先，参考图 1，提供光波导的下覆层 11。用于光波导的下覆层的材料、成分和制造本质上是已知的。

[0042] 然后，可适当开始核心层的制造。重点放在“核心层”不必须是填充层，而是由开口结构组成，如上所述。另外，要制造的核心层将包括至少一个标记即光反射特征，以及至

少一个波导（与该标记不同），尽管实际上它可能每一样包括几个。

[0043] 通常，核心层预定位于下覆层的一侧上，也就是图 1 的示例中的下覆层“上”。

[0044] 可设想几种制造核心层的特征的方法。例如，一种方法可首先设置波导芯，然后设置标记。然而，核心层的制造可优选从标记的制造开始，因其尺寸和形状相对于波导芯更易于实施。

[0045] 为此，例如可在下覆层上施加第一可聚合层，然后图案化所施加层，例如，以获得用于最终要获得的光反射标记的主体 22。因此，主体 22 为当前层的组成部分，随着插入而不同。

[0046] 更具体地讲，从聚合物波导的下覆层开始，以给定的厚度施加一层特定的可光聚合的聚合物或单体。例如，可采用 UV 激光直接写入系统而将主体结构 22 限定到这个聚合物层。聚合物或单体优选选择为使获得的光聚合的聚合物的表面提供特定的化学特性，如下面所说明的。

[0047] 光反射层可随后制造，例如，沉积在图案化的主体上，如图 2 所示。因此，在核心层 21 内获得光反射特征 23。

[0048] 例如，光反射层的制造可优选分解为两个步骤的工艺，即：

[0049] - (i) 在主体上选择性地施加预镀催化剂；以及

[0050] - (ii) 镀覆金属，其沉积在选择性施加的催化剂上（例如，无电镀）。从而，反射层限制所需的区域。金属化为所述区域提供光反射特性。

[0051] 类似地，施加预镀催化剂可在几个步骤中实现。例如，可首先通过在特征主体的表面上施加选择性使能分子 (selectivity-enabling molecule) 而选择性地激活特征主体的表面。可能地，所述选择性使能分子与图案化的主体表面相接合，而不与下覆层相接合，至少基本上不与下覆层相接合，从而主体表面被选择性激活。接下来，预镀催化剂可沉积在所需表面上，其中催化剂通过选择性使能分子而吸收。

[0052] 例如，选择性表面激活可利用包含胺基的分子作为反应成分，其仅与图案化主体 22 所采用的聚合物的表面反应，并且典型地不与覆层材料反应。分子例如可与聚合物表面上的特定配合基、例如丙烯酸基相结合。在这点上，己醇 (hexanol) 中的乙二胺 (ethylenediamine) 可用作分子和溶剂。

[0053] 接下来，作为催化剂种子，可采用贵金属络合物，例如 Pd(II)，其溶解在 PH 值在 2 至 7 范围内的水溶液中。因此，贵金属络合物可由上述分子的自由胺基吸收，其接合到主体 22 的表面。

[0054] 最后，关于无电镀：定制或商业购买诸如镍的无电镀浴 (electroless plating baths)，可用于沉积金属。金属易于仅沉积到存在 Pd(II) 催化剂的位置，即聚合物主体的表面上。

[0055] 应当注意的是，作为附加的步骤，可采用定制或商业购买的金浸浴 (immersion bath)，其可用于在第一金属层上沉积第二薄金属层。典型地，第二金属层提供更高的反射性，尤其在这里设想的通讯波长上，例如约 850nm。

[0056] 有益地，应当注意如上所述的光反射标记可仅采用与用于在大规模基板上制造聚合物波导的设备相同的设备制造。实际上，PCB 制造中采用无电镀是已知的，然而用于其它目的。

[0057] 可能获得的反射标记具有一个波导芯截面范围内的尺寸。典型地,接下来要施加的上覆层的厚度充分大于标记的厚度。因此,所述标记不会妨碍后续波导芯的制造工艺。

[0058] 作为具体示例,以下可用于金属化工艺:

[0059] 基板:FR4(环氧树脂接合,纺织玻璃纤维)

[0060] 下覆层:UV 固化,光学透明聚合物(折射率 n_{clad});

[0061] 镜基底聚合物:单和多功能丙烯酸单体、低聚物、聚合物与光敏引发剂的混合物(例如,TP0);

[0062] 图案化:在环己酮中的 UV 激光曝光与随后的显影;

[0063] 表面激活:(氨解)己醇中的乙二胺 > 乙二胺接合到丙烯酸基;

[0064] 催化剂种子:水溶液中的 $\text{Na}_2\text{Pd}_2\text{C}_{14}$ > Pd(II) 吸收在镜聚合物结构的表面上的胺基;

[0065] 无电镀:商业购买的 Ni 镀浴;

[0066] 金层:商业购买的金浸浴;

[0067] 波导芯:用 UV 激光直接写入曝光的光学透明聚合物(折射率为 n_{core} , $n_{\text{core}} > n_{\text{clad}}$); 以及

[0068] 上覆层:UV 固化的光学透明聚合物(折射率 n_{clad})。

[0069] 另外,在下面所列文件中可发现关于无电镀工艺的有益变化,即专利文件 US 4448804、US 4701351、US 4948707、US 5153023、US 5264288、US 5405656、US 5985785、US 6086946、US 6344242、US 6900126。另外,读者可在 R. A. Farrer et. al, " Selective Functionalization of 3-D Polymer Microstructures ", J. AM. CHEM. SOC. 2006, 128, 1796-1797 中发现其它有益的细节。

[0070] 接下来,参考图 3,核心层 21 的制造还包括基本上在与标记 23 相同的层上设置波导芯 26、27(或简单为"波导")。这就是什么使得能够准确地知道波导 26、27 所处的位置。

[0071] 为此,例如另一个聚合物层可施加在下覆层上。如果需要,图案化标记主体 22 时采用的(未固化)聚合物层在中间的显影步骤期间被适当地清洗掉。

[0072] 在其它可聚合层中图案化波导相对于图案化的光反射特征、即与其以给定距离执行。如所述的,由于标记的尺寸,聚合物的干扰可忽略。UV 激光直接写入系统有可能具有视觉系统,于是典型地用于定位标记并且根据定位标记的位置写入波导图案。因此,可消除聚合物层中的变形,并且波导可在本地与标记准确地对准。在显影和光学固化步骤后,完成了波导芯图案的制造。

[0073] 最后,并且如前所述,上覆层聚合物 31 可施加为例如埋设标记 23 和波导 26、27 二者,如图 4 的透明物所示。例如,一层覆层聚合物 31 施加在下覆层 11 的顶部上,从而其新层 31 完全埋设波导芯 26、27 和标记 23。然后,层 31 可按照常规处理以完成聚合物波导的制造。对于埋设在聚合物波导中的特征,在此阶段上不需要进一步的工作。特别是,对于埋设的光反射特征,不需要后处理精细设计。

[0074] 作为选择,多层波导可通过重复上述步骤获得。基本上,至此获得的聚合物波导可提供为用于接下来制造的多层波导的新下覆层。然后,可重复设置波导芯和施加上覆层的步骤,从而新上覆层埋设附加的波导芯。不同的是,如果仅需要一个或几个标记,可跳过与

制造标记有关的步骤。

[0075] 现在,如上所述,光反射特征可用作标记,例如“基准”标记,用于随后使获得的聚合物波导与外部部件对准。可设想应该具有机械装配步骤,从而基准标记具有便利的形状,例如图 1-10 所示的环形 22、23。

[0076] 为此,需要显现标记。因此,现在参考图 5 和 6 描述重获埋设的基准标记的工艺步骤。

[0077] 首先,如果需要,顶层可层叠在包含波导的层上。因此,可能需要机械研磨 71 以去除顶层,如图 5 所示。附加的金属平面例如可有利地用在顶层中而用作电钻停止,例如防止研磨标记或波导芯。

[0078] 接下来,为了显现基准标记 23,可依赖于上覆层的激光熔蚀 81(图 6)。例如,可设想类似 PCB 制造中的微型通孔激光钻孔的激光熔蚀工艺。这里,可用于去除顶部上的覆层聚合物(以及在标记例如为环形的情况下标记内的材料)。

[0079] 激光束 81 易于被基准标记 23 的金属层反射。因此,基准标记将几乎保持无损。

[0080] 显现的标记 23 现在可用作机械基准。在制造期间,波导已经与标记对准。因此,通过标记 23 以高精度限制波导 26、27 的位置。

[0081] 在这方面,图 7-10 示出了根据基准标记与外部部件的配对物的机械匹配而将聚合物波导与所述外部部件对准的步骤。

[0082] 具体地讲,图 7 是图 4 的纵向截面图,是在参考图 5-6 描述的熔蚀后。图 8 是对应的俯视图。

[0083] 要装配的外部部件 50(见图 9)例如可为光学子配件,包含一个或更多对准突柱。图 9-10 是对应于图 7 的截面图,其中仅示出了一个这样的突柱 51。如附图所建议,将突柱 51 安装在光波导主体上。对准突柱与标记 23 相匹配,见图 10,从而提供准确的对准。因此,以“被动”方式可准确地实现光学子配件 50 与聚合物波导 100 装配在一起,而不需要复杂的原位监测。

[0084] 相同的方法可用于任何种类的光学模块(子配件),作为垂直或水平的光学路径。这种方法也可用于诸如光学连接器的元件的对准。然后,连接器用作另一个无源或有源光学元件的连接。

[0085] 接下来,也如所述,光反射特征 23 可制作为用于光学连接波导的微型镜,而不是标记。然而,在先技术不排除使用相同的光反射特征作为镜和标记二者。

[0086] 因此,现在参考图 11-16 描述本发明的另一个重要实施例。

[0087] 基本上,这里可设想制造核心层 21(即由反射特征和波导芯形成的开口结构)和施加上覆层的相同步骤,除了光反射特征现在设计为用于光学连接到波导的镜。在这点上,光反射特征的形状应该便利地适应现在讨论的目标。用于微型镜的便利尺寸和形状是已知的;它们部分地取决于其采用的材料。

[0088] 一旦已经采用便利的图案化方案,镜和波导就可通过在下覆层上施加各自的可聚合层、然后图案化所需特征而制造,正如前面所述。优选地,这里镜再一次被图案化,然后在实际图案化波导芯之前被金属化。

[0089] 镜的金属化工艺可严格地与参考图 1-4 描述的相同。因此,金属化的微型镜可直接制造,并且集成在聚合物光学层中。

[0090] 从而,图 11-14 接近对应于图 1-4,除了:

[0091] - 光反射特征 (22、22a、22b-23、23a、23b) 现在图案化为镜,便利地设置和定向为随后能使光从一个波导改向到另一个波导;以及

[0092] - 波导芯典型地图案化为波导腿 (26L 至 28L),可定向为相对于另一个(例如,见 27L 和 27L) 成锐角。腿端部直接图案化为镜,由于存在公差,这可改进为校验和纠错工艺。

[0093] 这里获得的波导腿的几何形状允许满足选路方案引起的硬性限制。在这点上,对应的图案化方案设计在这里所述步骤的上游。这些方案假设是有效的;仅以说明的目的选择附图中所示的图案。类似地,所表示的特征不一定成比例。

[0094] 在图 11-14 中,设想平面内镜 23、23a。还可设计平面外镜(例如,图 11-14 中的镜 23b 和 / 或图 15 中的 23c)。相应地,波导 26-28 的制造可包括图案化一些平面内波导(例如,图 15 中的 28L) 和一些其它的平面外波导(相对于例如平行于下覆层的平均平面),例如,见图 15 中的波导 28o。

[0095] 有益地,平面外镜和波导允许层的改变和垂直光学路径。因此,一些镜可设计在平面内(拐角)以取代波导弯曲,而一些其它镜为平面外以实现光波导层之间的光学连接。这能够实现更多光学路径的通用选路。

[0096] 这进一步显著地延伸获得的聚合物波导 100 的功能性。特别是,增加一定数量的可获得构建模块是可能的。因此,设计可能性得到显著地扩展。另外,诸如这里所述的实施例也能够实现将光耦合到光学通道中和从光学通道耦合出的通用途径。

[0097] 最后,图 16 示出为与图 15 相同,除了部分示出上覆层 31,以便更好地理解所示元件的相对位置。

[0098] 尽管本发明已经参考特定实施例进行了描述,但是本领域的技术人员应当理解的是,在不脱离本发明范围的情况下可进行各种变化,并且可替代等同物。另外,可进行很多修改以使特定情形或材料适应本发明的教导而不脱离其范围。因此,本发明旨在不限于所公开的特定实施例,而是本发明包括落入所附权利要求范围内的所有实施例。例如,可设想更加复杂设计的波导。此外,本领域的技术人员应当理解的是,标记可具有图 1-10 所示之外的其它便利形状。作为另一个示例,尽管它主要描述为聚合物光波导,本领域的技术人员可理解的是,可设想其它类型的光波导,例如玻璃类、陶瓷类。

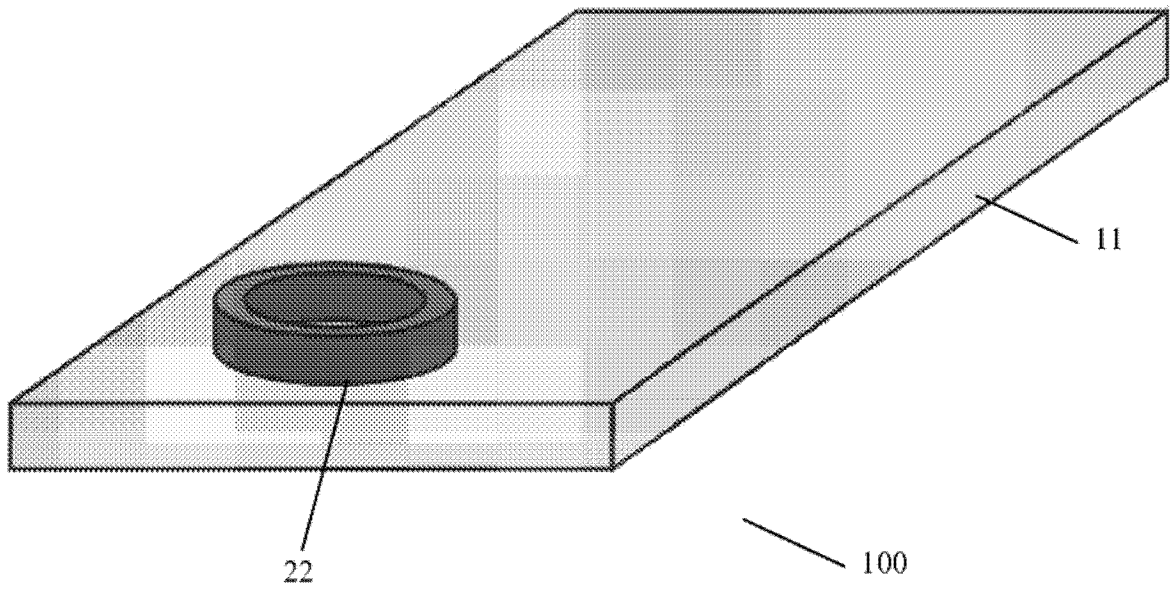


图 1

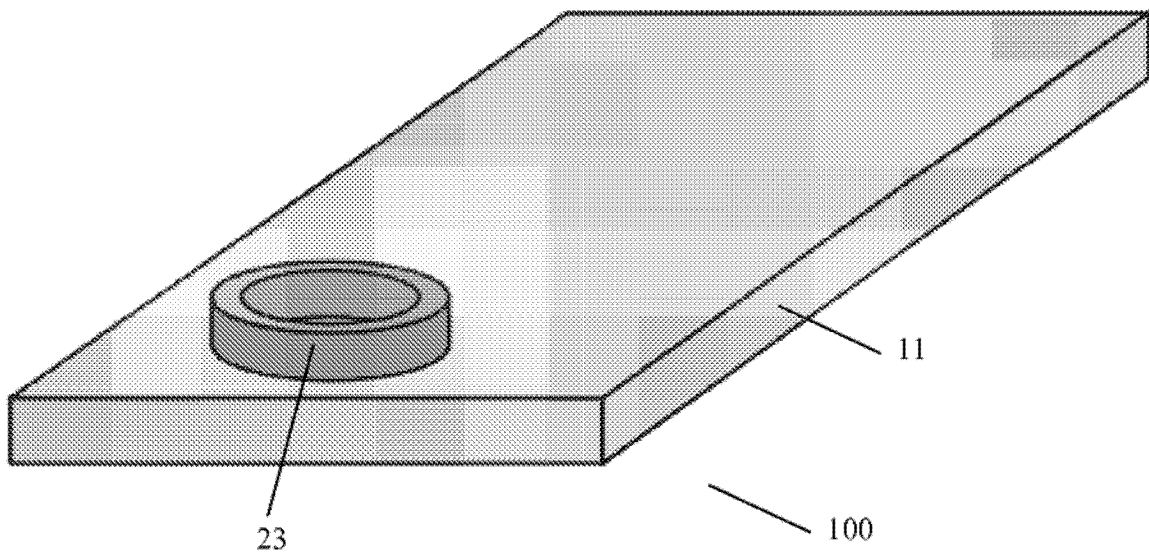


图 2

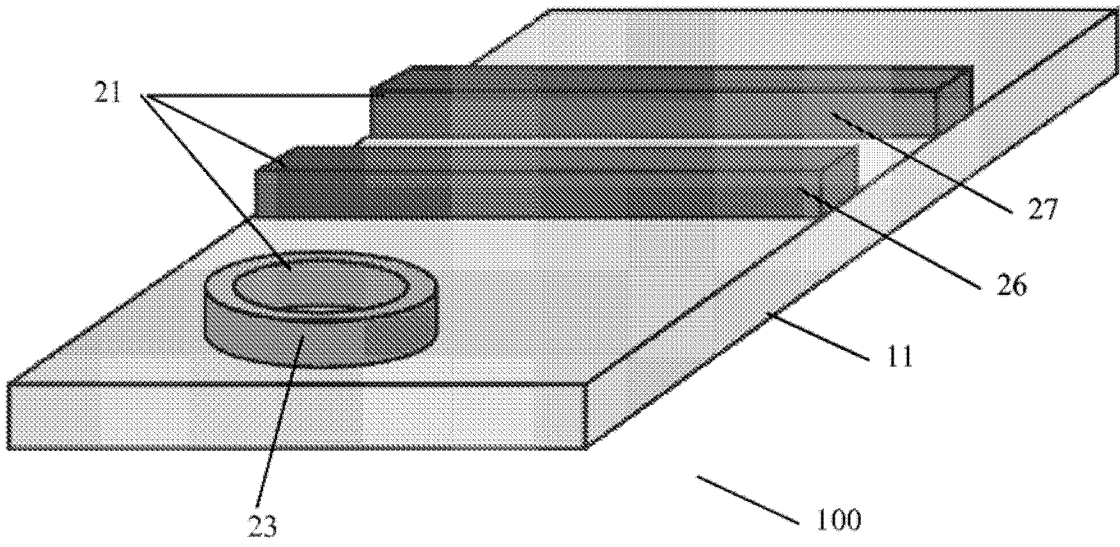


图 3

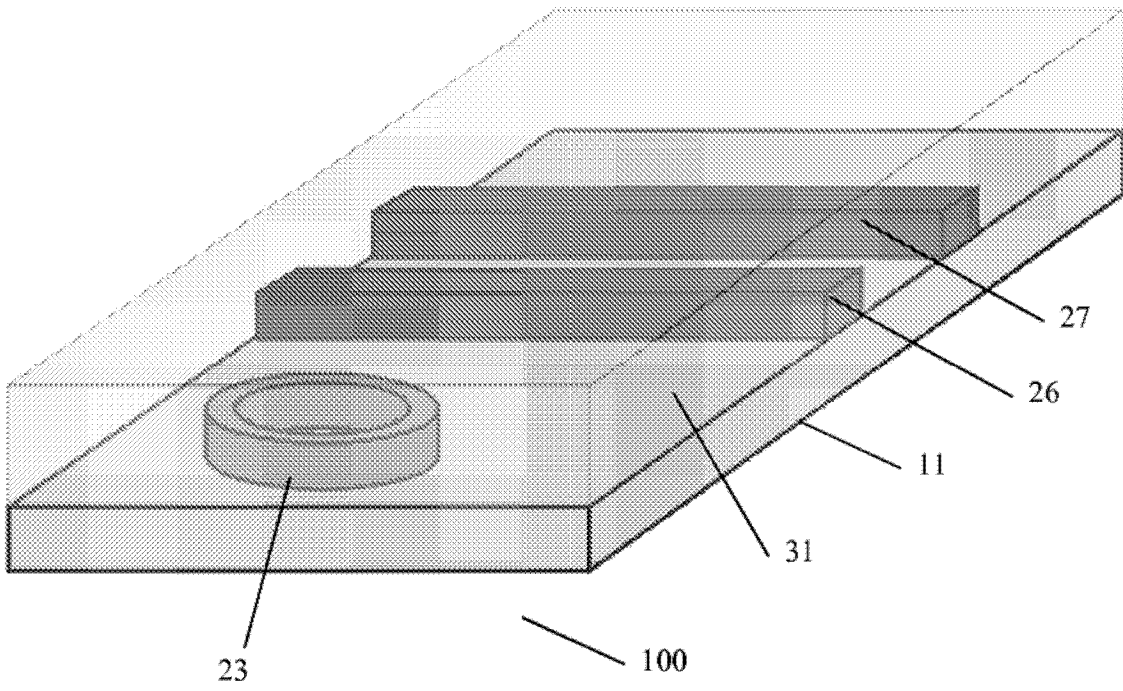


图 4

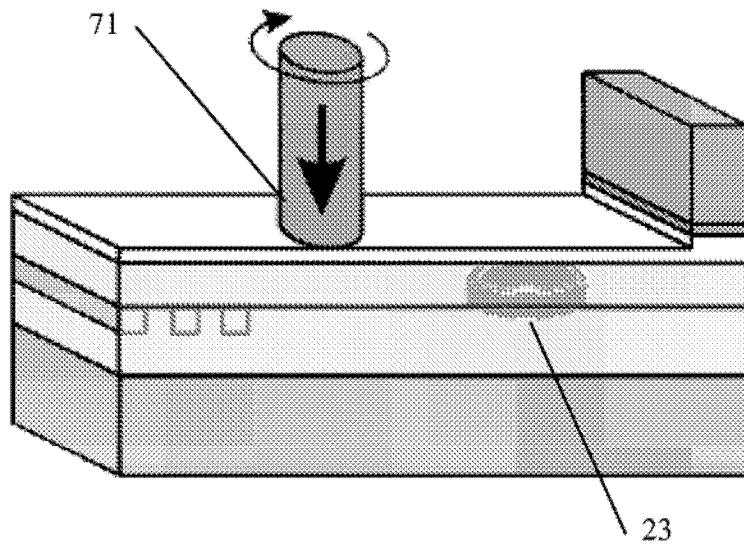


图 5

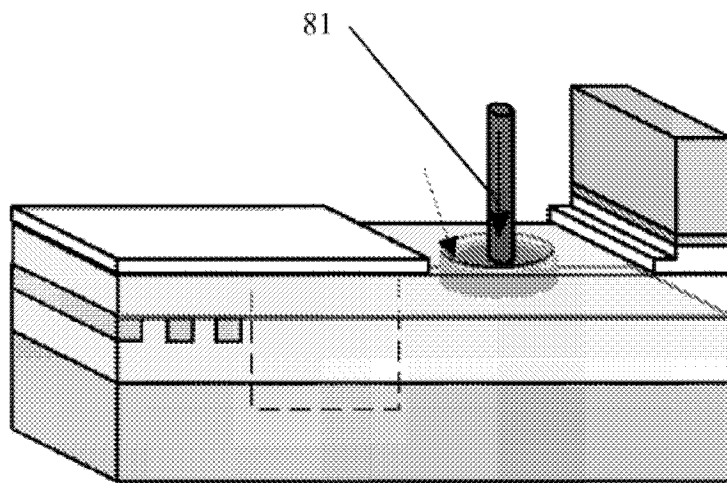


图 6

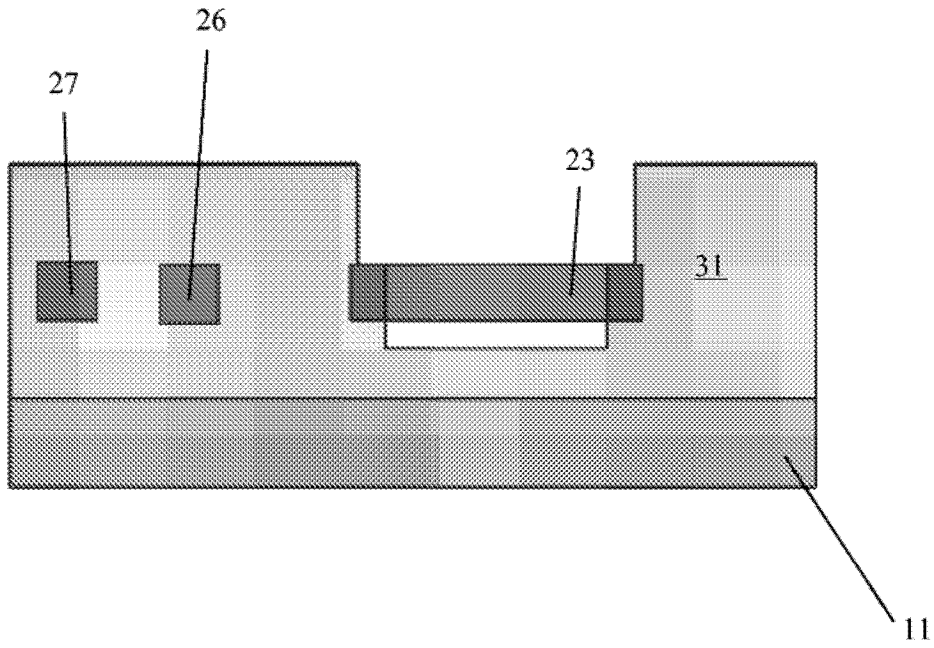


图 7

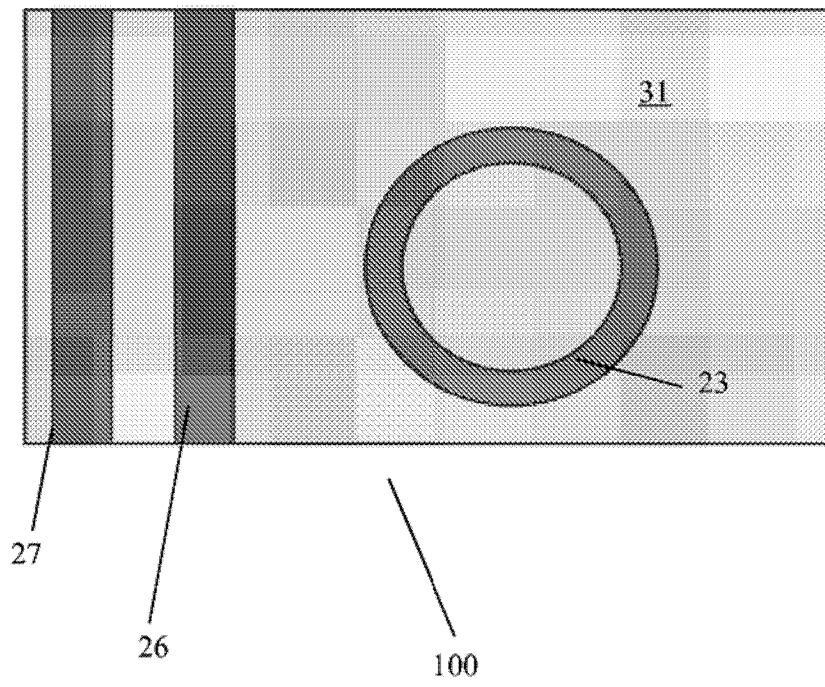


图 8

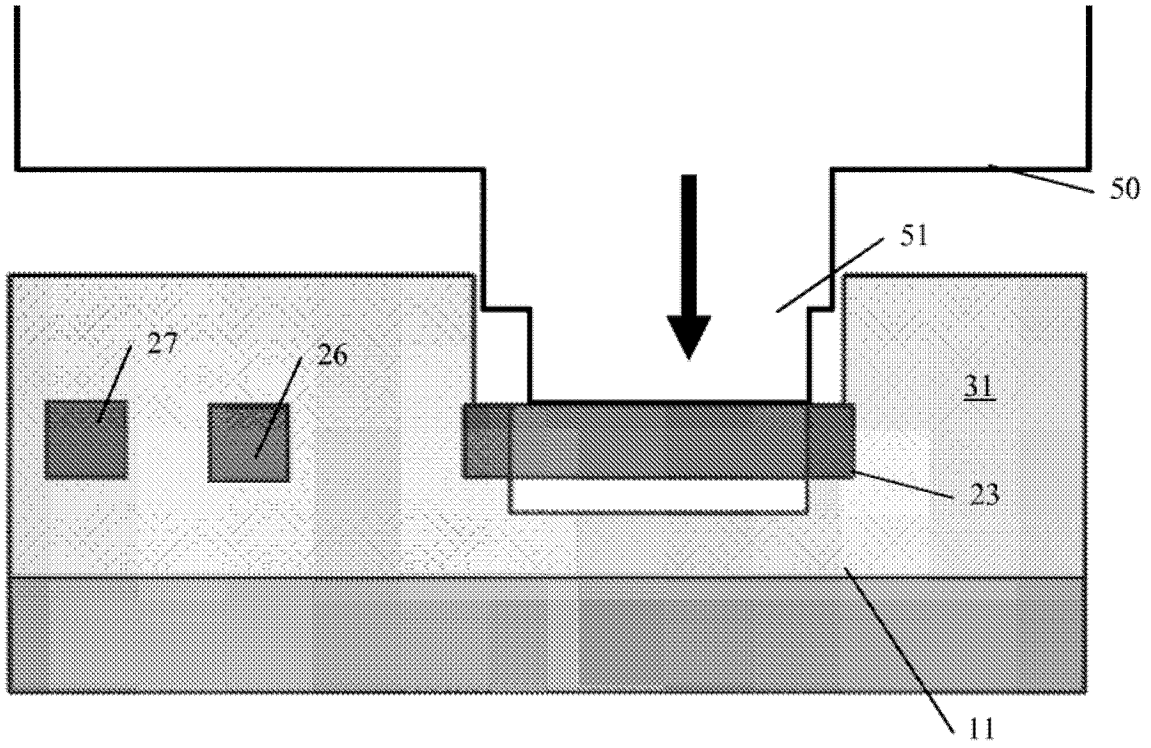


图 9

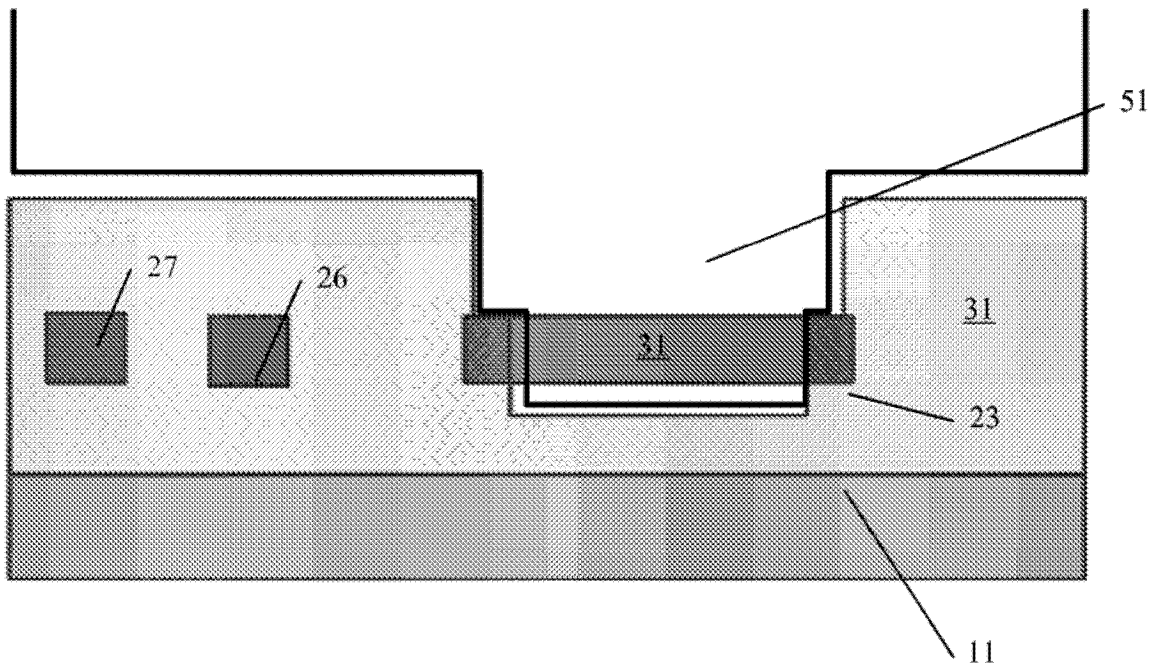


图 10

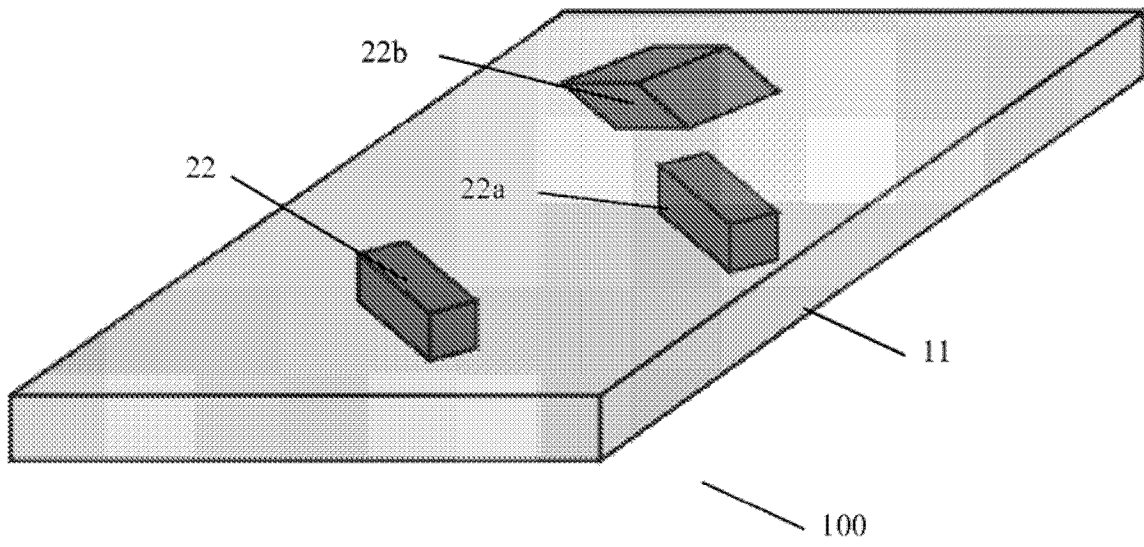


图 11

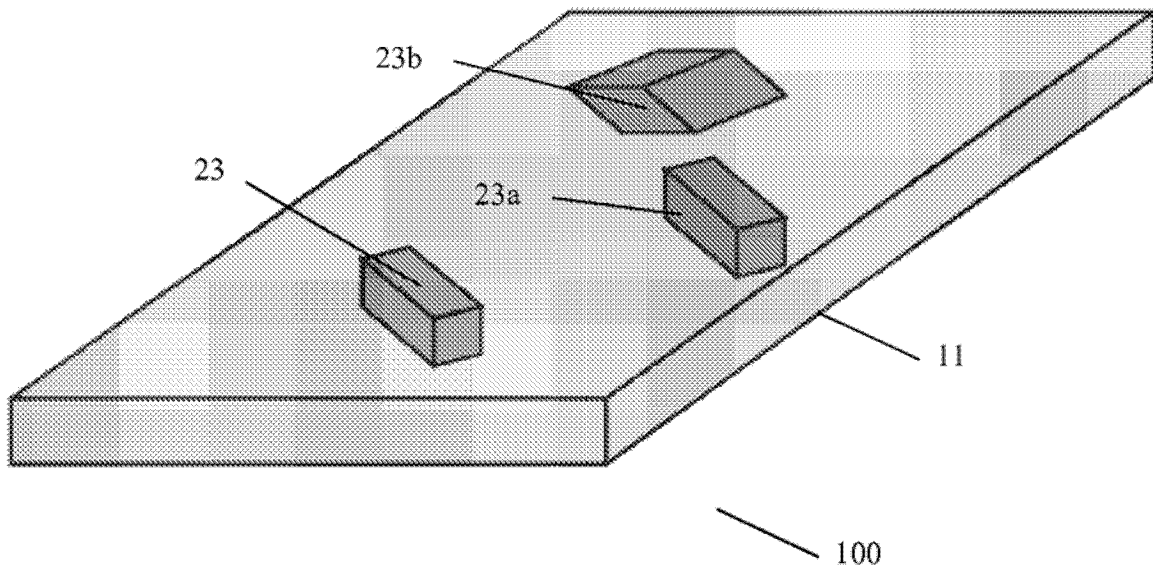


图 12

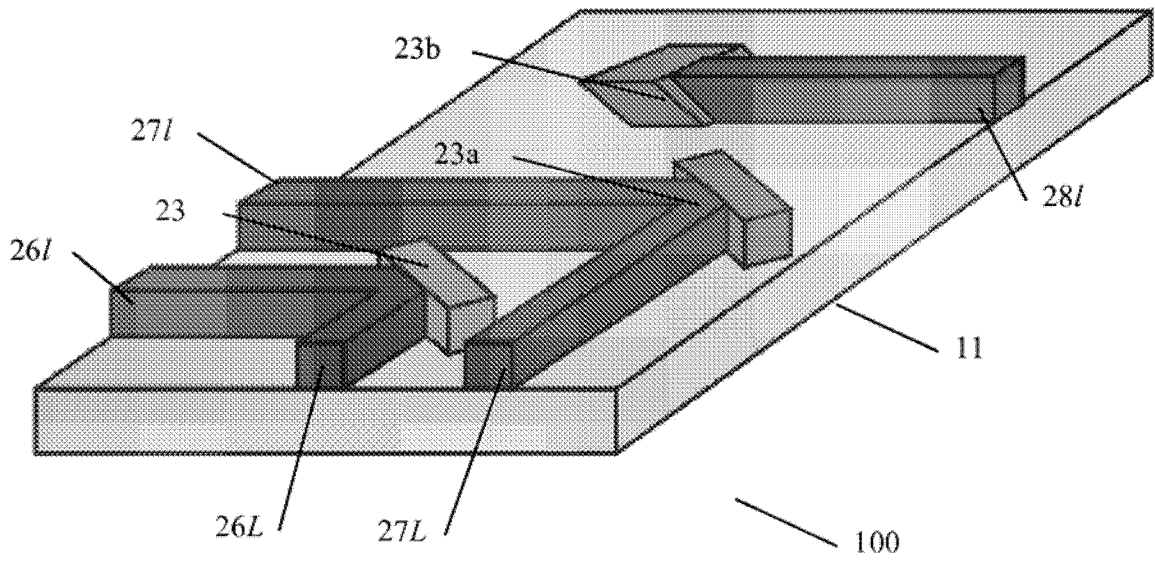


图 13

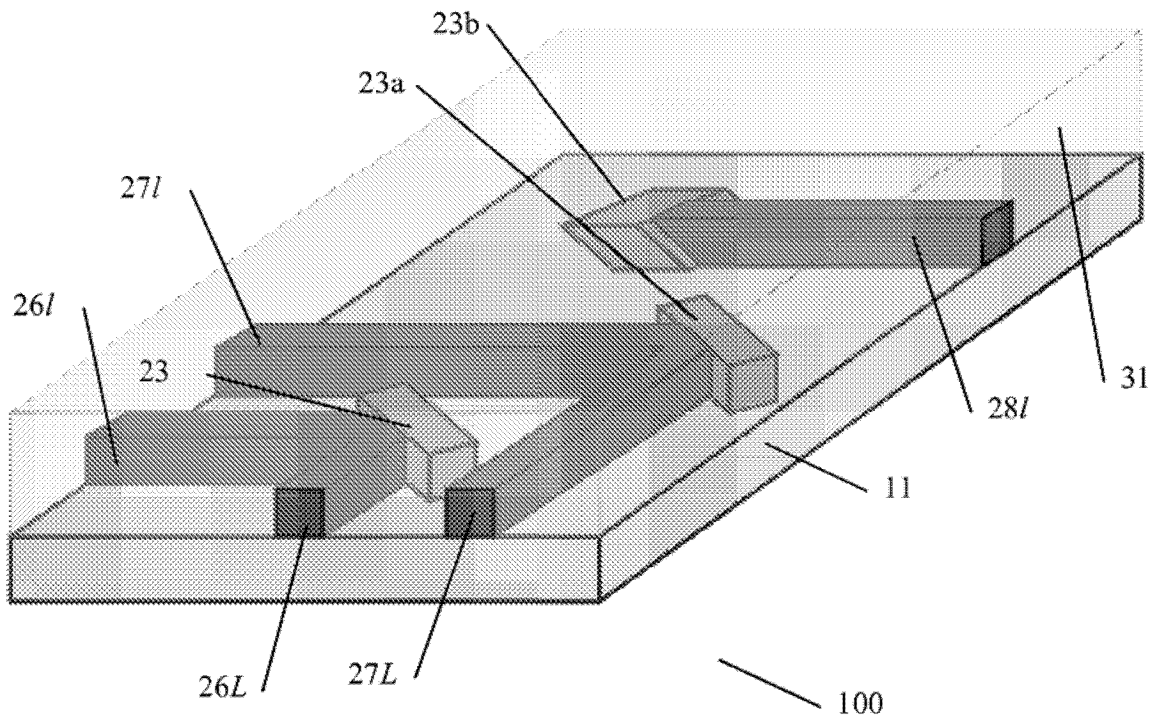


图 14

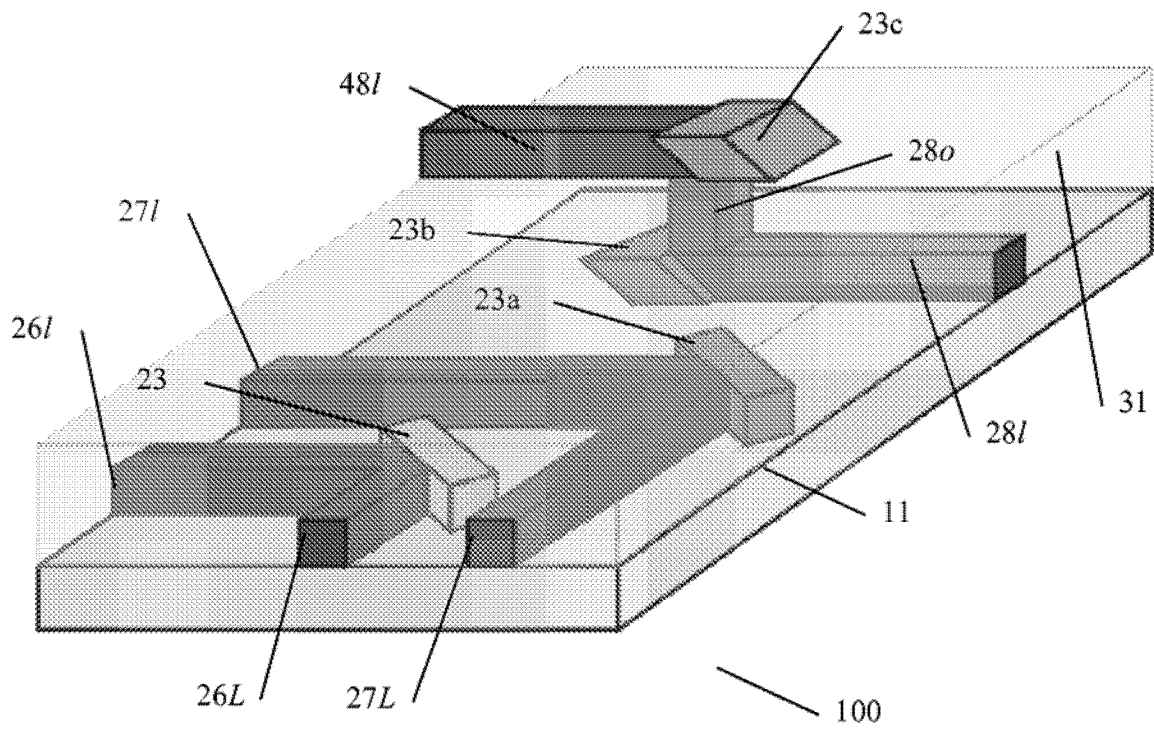


图 15

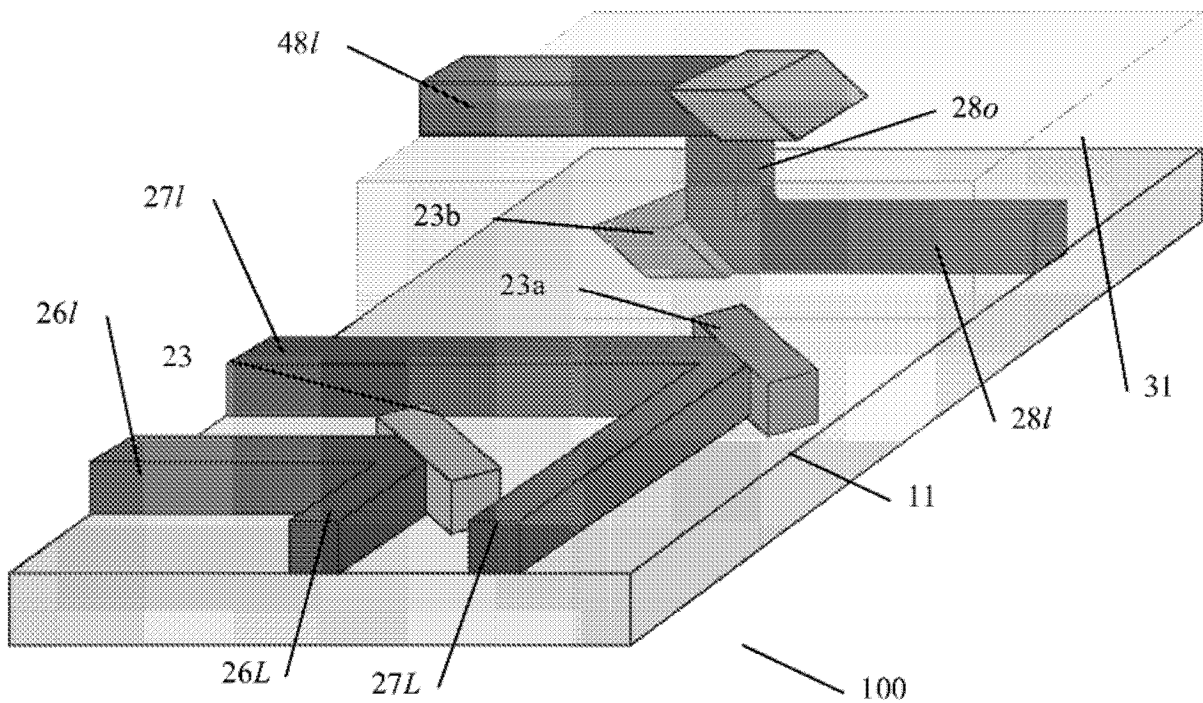


图 16