

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 6/138 (2006.01)

G02B 6/122 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580024970.4

[45] 授权公告日 2009年4月1日

[11] 授权公告号 CN 100474011C

[22] 申请日 2005.6.3

[21] 申请号 200580024970.4

[30] 优先权

[32] 2004.6.4 [33] US [31] 10/862,007

[86] 国际申请 PCT/US2005/019556 2005.6.3

[87] 国际公布 WO2005/121853 英 2005.12.22

[85] 进入国家阶段日期 2007.1.23

[73] 专利权人 POA 萨纳清算信托公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 J·N·佩恩

[56] 参考文献

US5480764A 1996.1.2

JP2000-39531A 2000.2.8

US2003/0231851A1 2003.12.18

US2004/0076382A1 2004.4.22

WO2004/011974A1 2004.2.5

JP2004-125899A 2004.4.22

US2003/0203315A1 2003.10.30

US6491443B1 2002.12.10

审查员 唐文斌

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 刘红 王忠忠

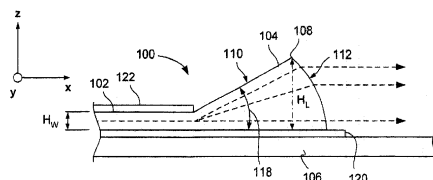
权利要求书4页 说明书17页 附图5页

[54] 发明名称

制造光学结构的方法和系统

[57] 摘要

光传输结构包括波导和光学透镜，其中光学透镜具有足够大的厚度，以允许弯曲的前透镜表面的形成，该弯曲的前透镜表面校准发送的光线，以致于它们在与工作面共面的平面内传播。本发明还涉及用于制造光传输结构的技术，其涉及光聚合物的使用。该光传输结构可以在各种系统例如用于光学数据输入的系统实现。



1. 一种用于制造光学结构的方法，包括：

将光聚合物材料层施加到底部包覆层上，该底部包覆层形成在支持基底上；

提供形成图案的灰度掩模，该灰度掩模允许特定图案的光以变化亮度通过该掩模；和

将该光聚合物材料层暴露于通过灰度掩模引导的光，使得选定部分的光聚合物材料暴露于曝光梯度的光，该曝光梯度的光具有变化亮度的光线；

利用显影液对该光聚合物材料层进行显影，以去除部分的光聚合物材料层，使得剩余部分的光聚合物材料形成与光学透镜结合的波导；

冲洗该光聚合物材料层，以洗掉被去除部分的光聚合物材料，以及

形成光学透镜，以使该光学透镜具有面内准直透镜曲面，该面内准直透镜曲面具有至少被限定在与支持基底的顶面垂直的平面内的轮廓，其中从波导发送的光线被光学透镜准直，以致于经过所述面内准直透镜曲面在与支持基底的顶面共面的平面内发出光线。

2. 根据权利要求1所述的方法，其中光学透镜具有三维轮廓形状。

3. 根据权利要求1所述的方法，其中显影操作进一步包括：

形成波导，以使该波导形成纵长构造，其具有与光学透镜结合的第一末端以及连接到光源或光探测器的第二末端。

4. 根据权利要求1所述的方法，其中显影操作进一步包括：

形成光学透镜，以使该光学透镜具有的高度大于波导的高度。

5. 根据权利要求1所述的方法，其中面内准直透镜曲面限定前透镜表面，该前透镜表面从支持表面延伸到光学透镜的最大高度。

6. 根据权利要求1所述的方法，其中显影操作进一步包括：

形成光学透镜，以使该光学透镜具有方向准直透镜曲面，该方向准直透镜曲面具有至少被限定在与支持表面的顶面共面的平面内的轮廓，其中从波导发送的光线被准直，以致于通过方向准直透镜曲面发出的所有光线彼此平行且在单个方向传播。

7. 根据权利要求1所述的方法，其中显影操作进一步包括：

形成光学透镜，以使该光学透镜具有倾斜的背表面，该背表面具

有与波导接合的第一边缘以及延伸到光学透镜的最大高度的第二边缘。

8. 根据权利要求7所述的方法, 进一步包括:

在波导之上施加顶部包覆层。

9. 根据权利要求8所述的方法, 其中倾斜的背表面是平坦的, 并且以至少等于 $\sin^{-1}(\sqrt{n_1^2 - n_2^2}/n_3)$ 的角度被倾斜, n_1 是波导的折射率, n_2 是顶部包覆层或底部包覆层之中较大的一个折射率, 以及 n_3 是光学透镜的折射率。

10. 根据权利要求1所述的方法, 其中显影操作进一步包括:

形成光学透镜, 以使该光学透镜具有随着光学透镜延伸远离波导而扩展的宽度。

11. 一种制造光学结构的方法, 包括:

将光聚合物材料层施加到支持基底上;

将该光聚合物材料层暴露于曝光梯度的光, 该曝光梯度的光通过引导光通过形成图案的灰度掩模来形成, 该灰度掩模允许光以变化亮度通过该掩模;

利用显影液对该光聚合物材料层进行显影, 以去除部分的光聚合物材料层, 使得剩余部分的光聚合物材料形成与光学透镜结合的波导, 其中光学透镜具有的高度大于波导的高度, 并且光学透镜具有倾斜的和弯曲的前透镜表面;

冲洗该光聚合物材料层, 以洗掉被去除部分的光聚合物材料, 以及

形成光学透镜, 以使该光学透镜具有面内准直透镜曲面, 该面内准直透镜曲面具有至少被限定在与支持基底的顶面垂直的平面内的轮廓, 其中从波导发送的光线被光学透镜准直, 以致于经过所述面内准直透镜曲面在与支持基底的顶面共面的平面内发出光线。

12. 根据权利要求11所述的方法, 其中曝光操作进一步包括:

将光聚合物材料暴露于曝光梯度的光, 以致于在显影操作期间形成具有延长形状的波导, 其具有与光学透镜结合的第一末端以及连接到光源或光探测器的第二末端。

13. 根据权利要求11所述的方法, 其中显影操作进一步包括:

形成光学透镜, 以使该光学透镜具有方向准直透镜曲面, 该方向

准直透镜曲面具有至少被限定在与支持表面的顶面共面的平面内的轮廓。

14. 根据权利要求 11 所述的方法，其中显影操作进一步包括：

形成光学透镜，以使该光学透镜具有倾斜的背表面，该背表面具有与波导接合的第一边缘以及延伸到光学透镜的最大高度的第二边缘。

15. 根据权利要求 11 所述的方法，还包括：

选择形成支持基底的材料，使得其折射率允许支持基底用作底部包覆层。

16. 一种制造光学结构的方法，包括：

将光聚合物材料层施加到底部包覆层上，该底部包覆层形成在支持基底上；

将该光聚合物材料层暴露于通过形成图案的灰度掩模引导的光，使得选定部分的光聚合物材料暴露于变化亮度的光，其中该灰度掩模允许特定图案的光以变化亮度通过该掩模；

利用显影液对该光聚合物材料层进行显影，以去除部分的光聚合物材料层，使得剩余部分的光聚合物材料形成与光学透镜结合的波导，其中光学透镜具有前透镜表面，该前透镜表面具有被限定在三维内的曲率，其中从波导发送的光线被光学透镜准直，以致于经过该前透镜表面在与支持基底的顶面共面的平面内发出光线；和

冲洗该光聚合物材料层，以洗掉被去除部分的光聚合物材料。

17. 根据权利要求 16 所述的方法，其中显影操作进一步包括：

形成光学透镜，以使该光学透镜具有的高度大于波导的高度。

18. 根据权利要求 16 所述的方法，其中显影操作进一步包括：

形成光学透镜，以使该光学透镜具有方向准直透镜曲面，该方向准直透镜曲面具有至少被限定在与支持表面的顶面共面的平面内的轮廓，其中从波导发送的光线被准直，以致于经方向准直透镜曲面发出的所有光线彼此平行，并且在单个方向传播。

19. 一种用于制造光学结构的系统，包括：

支持基底，其具有顶面；

底部包覆层，其形成在支持基底的顶面上；

施加到底部包覆层上的光聚合物材料层；

发射光的光源；和

具有灰度图案的形成图案灰度掩模，其允许来自光源的期望图案的光照射到光聚合物材料层上，该灰度图案还允许光以不同的亮度级通过该灰度掩模，其中具有结合的光学透镜的波导能够通过光刻处理在光聚合物材料层中形成；

其中该光学透镜具有前透镜表面，该前透镜表面具有被限定在三维内的曲率，其中从波导发送的光线被光学透镜准直，以致于经过该前透镜表面在与支持基底的顶面共面的平面内发出光线。

20. 根据权利要求 19 所述的系统，其中该光学透镜具有的高度大于波导的高度。

21. 根据权利要求 19 所述的系统，其中前透镜表面具有方向准直透镜曲面，该方向准直透镜曲面具有至少被限定在与支持表面的顶面共面的平面内的轮廓，其中从波导发送的光线被准直，以致于通过方向准直透镜曲面发出的所有光线彼此平行，并且在单个方向传播。

制造光学结构的方法和系统

技术领域

本发明一般涉及光传输设备，并且尤其涉及用于制造光传输设备的技术。

背景技术

用于数据处理系统的用户输入设备可以采取多种形式。两种适当的类型是触摸屏和基于笔输入屏（pen-based screen）。利用触摸屏或基于笔输入屏，使用者可以通过用手指或输入设备诸如铁笔或钢笔触摸显示屏来输入数据。

提供基于触摸或基于笔的输入系统的一种传统方法是在显示屏上覆盖电阻膜或电容膜。这个方法具有许多问题。首先，该膜使得显示器显得暗淡并且使得下面（基础）显示器的观看模糊。为了补偿，通常增加显示屏的亮度。然而，在大多数便携设备诸如移动电话、个人数字助理和膝上型计算机的情况中，通常没有提供高亮度屏幕。如果可以利用的话，那么增加的亮度将需要附加的功率，从而减少该设备的电池在重新充电之前的寿命。这些膜也容易被损坏。另外，膜的成本随着屏幕的尺寸急剧按比例增减。如果利用大屏幕，则成本因此一般是过高的。

提供基于触摸或基于笔的输入系统的另一种方式是使用沿着输入显示器的两个相邻 X-Y 侧的发光二极管（LED）源阵列以及沿着输入显示器的相对两个相邻 X-Y 侧的相应光电二极管的互逆（reciprocal）阵列。每个 LED 生成指向互逆光电二极管的光束。当使用者用手指或笔触摸显示器时，由在显示器的相对侧上的相应 X 和 Y 光电二极管检测光束中的中断。因此，通过计算由 X 和 Y 光电二极管所检测的光束的中断的坐标来确定数据输入。但是，这种类型的数据输入显示器也具有许多问题。对于通常的数据输入显示器，要求大量的 LED 和光电二极管。LED 和互逆光电二极管的位置也需要进行对准。相对多的 LED 和光电二极管以及对于精确对准的需要使得这样的显示器复杂、昂贵且难于制造。

鉴于上述的，人们不断地努力提供改善的数据输入设备和方法，这样的设备和方法在和触摸屏以及光学位置数字转换器相邻的自由空间中提供光的连续薄片（sheet）或“薄层（lamina）”，该光学位置数字转换器通过确定由输入设备（诸如手指或铁笔）在接触屏幕时中断薄层而引起的薄层中的“阴影”的位置来检测数据输入。

发明内容

本发明涉及用于在工作面之上的期望平面内光线的有效传输的光传输技术。这些技术具体涉及包括波导和光学透镜的光传输结构。光学透镜形成在工作面上且具有足够大的厚度，以允许形成弯曲的前透镜表面，该表面准直所传送的光线，以使之在与工作面共面的平面内传播。本发明还涉及用于制造光传输结构的技术，该技术涉及光（敏）聚合物材料的使用。光传输结构可以实施在各种系统诸如用于光学数据输入的系统。

作为方法，本发明的一个实施例至少包括将光聚合物材料层施加到支持基底上；提供形成图案的灰度掩模（grayscale mask），该灰度掩模允许某种图案的光以变化亮度通过该掩模；将该光聚合物材料层暴露于通过灰度掩模引导的光，使得选择部分的光聚合物材料被暴露于变化亮度的光；利用显影液对该光聚合物材料层进行显影，以除去部分的光聚合物材料层，以致于剩余部分的光聚合物材料形成与光学透镜结合的波导；并且冲洗该光聚合物材料层，以洗掉被除去部分的光聚合物材料，以及形成光学透镜，以使该光学透镜具有面内准直透镜曲面，该面内准直透镜曲面具有实质上至少被限定在与支持基底的顶面垂直的平面内的轮廓，其中从波导发送的光线被光学透镜准直，以致于经过所述面内准直透镜曲面在实质上与支持基底的顶面共面的平面内发出光线。在一种可选的实施例中，该方法还包括形成光学透镜，使得光学透镜具有面内准直透镜曲面（curve），该面内准直透镜曲面具有实质上被限定在至少与支持基底的顶面垂直的平面内的轮廓（outline），其中从波导传送的光线利用光学透镜准直，使得在基本上与支持基底的顶面共面的平面内通过面内准直透镜曲面发出这些光线。在另一种可选的实施例中，本发明还包括形成光学透镜，使得光学透镜具有方向准直透镜曲面，该曲面具有实质上被限定在至少与支

持基底的顶面共面的平面内的轮廓，其中从波导传送的光线被准直，使得经方向准直透镜曲面发出的基本上所有的光线彼此平行且在单个方向传播。

在本发明的另一实施例中，该方法至少包括至少将光聚合物材料层施加到支持基底上；将该层光聚合物材料暴露于被引导通过形成图案的灰度掩模的光，使得选定部分的光聚合物材料被曝光，其中该灰度掩模允许光图案以变化亮度穿过该掩模；利用显影液对该层光聚合物材料进行显影，以去除部分的光聚合物材料层，使得剩余部分的光聚合物材料形成与光学透镜结合的波导，其中光学透镜具有的高度大于波导的高度，且该光学透镜具有倾斜的、弯曲的前透镜表面；和冲洗该光聚合物材料层，以洗掉被去除部分的光聚合物材料；以及形成光学透镜，以使该光学透镜具有面内准直透镜曲面，该面内准直透镜曲面具有实质上至少被限定在与支持基底的顶面垂直的平面内的轮廓，其中从波导发送的光线被光学透镜准直，以致于经过所述面内准直透镜曲面在实质上与支持基底的顶面共面的平面内发出光线。

在本发明的另一实施例中，该方法至少包括将光聚合物材料层施加到支持基底上；使该光聚合物材料层被引导通过形成图案的灰度掩模的光曝光，以使选定部分的光聚合物材料被变化亮度的光曝光，其中该灰度掩模允许某种图案的光以变化亮度通过该掩模；利用显影液对该光聚合物材料层进行显影，以去除部分的光聚合物材料层，以使剩余部分的光聚合物材料形成与光学透镜结合的波导，其中该光学透镜具有被限定在三维内的具有曲率的前透镜表面，其中从波导传送的光线被光学透镜准直，使得在与支持基底的顶面实质上共面的平面内通过前透镜表面发射光线；以及冲洗该光聚合物材料层，以洗掉被去除部分的光聚合物材料。

本发明的另一方面是用于制造光学结构的系统，该光学结构至少包括具有顶面的支持基底、被施加到支持基底的顶面上的光聚合物材料层、发射光的光源以及具有灰度图案的形成图案的灰度掩模，该灰度图案允许希望图案的光从光源照射到该光聚合物材料层上，该灰度图案还允许光以不同的亮度级通过该灰度掩模，其中具有集成的光学透镜的波导可以通过光刻法处理被形成在光聚合物材料层中，该光学透镜具有前透镜表面，该前透镜表面具有被限定在三维内的曲率，其

中从波导发送的光线被光学透镜准直，以致于经过该前透镜表面在与支持基底的顶面实质上共面的平面内发出光线。

本发明的这些和其它特征与优点将在本发明的随后说明书以及附图中更加详细地展示，其中附图通过例子图示说明本发明的原理。

附图说明

本发明连同其优点可以参照下面结合附图所进行的描述得到最佳理解，其中：

图1图示说明根据本发明的一个实施例的触摸屏显示系统。

图2和图3分别图示说明根据本发明的一个实施例的光传输结构的俯视图和侧视图。

图 4 和图 5 分别图示说明根据本发明的一个可选实施例的光传输结构的俯视图和侧视图。

图 6 图示说明描述根据本发明的一种实施方式的用于制造光学结构的方法的流程图。

图 7 和图 8 是分别图示说明已经应用于支持基底的光聚合物材料层的俯视图和侧视图，其中光聚合物材料层将根据本发明的一个实施例进行处理。

具体实施方式

现在将参照附图中所图示说明的几个优选实施例详细描述本发明。在下面的描述中，为了透彻理解本发明，提供许多特别的细节。然而，对于本领域的技术人员来说，显然没有这些特别细节中的一些或者全部，也可以实现本发明。在其它的例子中，公知的操作没有进行详细描述，以便不使本发明不必要地模糊。

本发明涉及用于在工作面之上的希望平面内有效传送光线的光传输技术。这些技术特别涉及包括波导和光学透镜的光传输结构。光学透镜形成在工作面上且具有足够大的厚度，以允许形成准直所传送的光线的弯曲的前透镜表面，从而它们在与工作面共面的平面内传播。光学透镜形状有效地准直这些光线，而不需要另外的准直透镜以及结合这样的另外透镜所必须的制造过程。本发明还涉及用于制造光传输结构的技术，其涉及光聚合物材料的使用。光传输结构可以实施在各种系统例如在用于光学数据输入的系统。

本说明书将首先描述可以利用本发明的光传输结构的光学数据输入系统。然后，本说明书将探究关于光传输结构以及用于制作光传输结构的方法的细节。注意，本发明的光传输结构可以用于发送和/或接收光信号，即使术语“传输”可能导致人们认为：该结构仅能够用于发送信号。因此，术语“传输”在功能上并没有将光学结构限制为信号的发送。

参照图 1，其显示根据本发明的一个实施例的触摸屏显示系统。触摸屏显示系统 10 包括在与显示屏 14 相邻或恰好在显示屏 14 上方的自由空间中生成的光的连续平面或“薄层 (lamina)” 12。薄层 12 由 X 轴输入光源 16 和 Y 轴输入光源 18 生成，X 轴输入光源 16 和 Y 轴输入

光源 18 中的每一个被构造成分别在 X 和 Y 方向上在显示屏 14 的表面正上方的自由空间上传播光。该自由空间通常平行于显示屏 14 的表面且被定位在正好在显示屏 14 的前面。因而，在输入设备（未示出）诸如用户的手指或手持铁笔或钢笔被用来在数据录入操作期间触摸显示屏 14 时，薄层 12 被中断。X 轴光接收阵列 20 和 Y 轴光接收阵列 22 被分别定位在与 X 轴和 Y 轴光源 16 和 18 相对的显示屏 14 的两个相对侧面上。光接收阵列 20 和 22 检测在数据录入操作期间在显示屏 14 上方的自由空间中因输入设备断开（破坏）薄层 12 而引起的薄层 12 中的任何中断或“阴影”的 X 轴和 Y 轴坐标。与 X 轴和 Y 轴阵列 20 和 22 相耦合的处理器 24 被用来计算该中断的 X 轴和 Y 轴坐标。一起，X 轴和 Y 轴阵列 20 与 22 以及处理器 24 提供用于检测薄层 12 中的中断位置的光学位置检测设备。基于中断的坐标，可以确定显示屏 14 上的数据输入。

根据本发明的一个实施例，光薄层 12 实质上具有均匀亮度。因此，在接收 X 轴和 Y 轴阵列 20 和 22 中的光敏电路所需的动态范围被最小化且保持高的插值精度。然而，在可选的实施例中，可以使用非均匀薄层 12。在这种情况下，薄层 12 的最低亮度区将高于由 X 轴和 Y 轴阵列 20 和 22 所使用的光探测元件的光激励阈值（生效界限）。

根据本发明的不同实施例，显示屏 14 可以是任何类型的数据显示器。例如，显示屏 14 可以是用于下列设备的显示器：个人计算机、工作站、服务器、移动计算机、膝上型计算机、销售终端点、个人数字助理（PDA）、移动电话、其任何组合或者接收和处理数据输入的任何类型的设备。

根据本发明的一种实施例，X 和 Y 输入光源 16 和 18 均是准直光源。可以用许多不同方式中的任何一种方式来生成准直光，例如，来自安装在准直透镜的焦点上的单个光源。可选地，准直光束可以分别从多个点光源和准直透镜中生成。在另外一种实施例中，X 和 Y 输入光源 16 和 18 可以利用荧光灯和漫射体（diffuser）来制作。一个或多个点光源可以是发光二极管（LED）或垂直腔表面发射激光器（VCSEL）。

在另外一种实施例中，光源可以是具有利用垂直激光器供给的间隔排列的刻面的光发射器。

根据本发明的不同的实施例，用于创建薄层 12 的 X 和 Y 轴光源 16 和 18 所生成的光的波长也可以变化。例如，光可以为宽带类型，其具有扩展的从 350nm 到 1100nm 的波长光谱范围，例如来自白炽光源的白光。可选地，输入光可以是具有范围在 2nm 内的有限光谱的窄带类型。使用窄带光能够过滤宽带周围环境噪音光。使用窄带光还能够使光波长与 X 轴光接收阵列 20 和 Y 轴光接收阵列 22 的反应剖面 (response profile) 实质上匹配。在另外一种实施例中，可以使用均匀、单波长光。例如，通常用于无线或远程数据传送通信中的红外或 IR 光可以在这种应用中使用。

无论什么类型的光源也可以连续地或周期地进行操作，在接通/断开循环上使用。接通/断开循环保存功率，使光源生成的热量最小化，并允许瞬间过滤以减少噪音，诸如锁定检测。在断开循环期间，X 光接收阵列 20 和 Y 光接收阵列 22 测量无源的或“暗”光（噪音）。然后，从接通循环期间检测到的有源光中减去暗光测量结果。因此，该减法过滤掉由环境光引起的 DC 背景（光）。在每个断开循环期间，也可以校准无源光，这允许系统适应不断改变的环境光模式。

在另一种实施例中，X 轴和 Y 轴光源 16 和 18 可以间断地被循环断开和接通。在交替循环期间，当 X 轴光源 16 接通时，Y 轴光源 18 断开，并且反之亦然。这种设置要求更少的峰值功率，因为一次只有一个光源接通，同时仍允许减法滤波分别在每个 X 和 Y 接通/断开循环期间发生。

为了减少功率消耗，对于 X 轴和 Y 轴光源 16 和 18，也可以使用“睡眠”模式。如果对于预定的时间周期没有数据输入，则 X 轴和 Y 轴光源 16 和 18 的亮度可以是暗淡的。采样阴影中断的速率也可以以低速率完成，例如，大约一秒种五次。当检测到阴影中断时，X 轴和 Y 轴光源 16 和 18 的亮度以及采样率都被增加到正常操作模式。如果在预定时间周期之后没有检测到阴影中断，则 X 轴和 Y 轴光源 16 和 18 再次变暗淡且采样率降低。

X 轴和 Y 轴阵列 20 和 22 每个都包括基底波导阵列以及光敏元件。光敏元件被构造成将光信号转变为表示接收光的亮度的电信号。具体地，每个基底具有多个波导。每个波导具有最靠近薄层 12 的自由空间端和最靠近光敏元件的输出端。光敏元件分别地或附于波导的输出端

或定位于相邻波导的输出端。对于波导的使用和制造的详细解释说明，参见本申请的发明人 David Graham 等人的号为 5,914,709 的美国专利，并且该专利为了所有目的被结合在此作为参考。光敏元件可以使用多种已知的方式（例如使用电荷耦合设备（CCD）或 CMOS/光电二极管阵列）来实现。任何类型的成像元件可以用许多形式来实现，包括实施在专用集成电路诸如专用集成电路、可编程电路或包含光敏区域或部件的任何其它类型的集成或分立电路上。再者，关于可以与本发明一起使用的各种类型的光敏元件的附加细节在前述专利中进行了讨论。无论使用哪种类型的光敏元件，表示沿 X 和 Y 坐标的接收光亮度的输出电信号都被提供给处理器 24。处理器 24 基于电信号确定在输入操作期间由于薄层 12 中的中断而引起的薄层中的任何阴影的位置。

图 2 和图 3 分别图示说明根据本发明的一个实施例的光传输结构 100 的俯视图和侧视图。光传输结构 100 包括波导 102 和光学透镜 104。光传输结构 100 形成在底部包覆层（cladding layer）120 上，而底部包覆层 120 形成在支持结构 106 上。顶部包覆层 122 覆盖波导 102 的顶面。图 2 和图 3 的虚线方向线通常图示说明穿过光学结构 100 的光线路径。方向箭头表示从光学结构 100 传送出的光线，但是，应该明白的是，这些光线还可以沿着利用虚线所表示的实质上相同的路径被接收到光学结构 100 中。

波导 102 和光学透镜 104 可以利用用于通过其介质传送光或光信号的任何适当的材料例如基于聚合物的材料、光学塑料和环氧树脂来形成。波导 102 和光学透镜 104 可以相互整体形成或分别地形成并且然后彼此附着、或甚至相对彼此形成在最靠近的位置中。如图 2 和图 3 所示，波导 102 和 104 相互整体形成。整体形成的波导 102 和光学透镜 104 更容易制造，因为避免了这两个部件之间的对准问题。通常，波导 102 和光学透镜 104 利用相同材料形成。然而，在一些实施例中，波导 102 和光学透镜 104 单独形成，这两个部件可以利用不同的材料来制作。

顶部和底部包覆层 122 和 120 分别用于改善波导 102 的光学传输质量。顶部和底部包覆层 122 和 120 被选择为具有的折射率补足波导 102 的折射率。这些包覆层还用于物理上保护能够由易碎材料制成的波导

102。顶部包覆层 122 在图 3 中覆盖波导 102。然而，在替换实施示例中，顶部包覆层 122 也覆盖光学透镜 104 的背表面 110。顶部包覆层 122 不应覆盖用于光线传播进入和传播出去而经过的光学透镜 104 的表面。在一些实施示例中，没有顶部包覆层施加到波导 102 的顶面上。在这些实施示例中，波导 102 没有任何物理保护，并且周围空气用作包覆层。空气的折射率对于光传输目的来说通常可以是最佳的。注意，顶部包覆层 122 在图 2 中未示出，以便更清楚地图示说明波导 102 的结构。

底部包覆层 120 在波导 102 和光学透镜 104 的下方延伸。在一些实施示例中，不使用底部包覆层 120，因为支持基底 106 可以用作包覆层。在这些实施示例中，应适当地选择支持基底 106 的折射率。

波导 102 是用于在两点间传送光的纵长构造。在本发明中，波导 102 的一个末端被连接到光学透镜 104，而相对末端被连接到光源或光探测设备。波导 102 的光传输容量可以通过改变波导 102 的尺寸而进行调节。例如，可以适当地确定波导 102 的直径或宽度和高度的尺寸。波导 102 的高度或厚度 H_w 在图 3 中能够看到，并且波导 102 的宽度 W_w 在图 2 中能够看到。波导 102 的截面形状可以是矩形或圆形。

光学透镜 104 具有高度或厚度 H_L ， H_L 大于 H_w 。光学透镜 104 在高度上从其与波导 102 的接触面上升至光学透镜 104 的 H_L 的顶点 108。背表面 110 限定在波导 102 与顶点 108 之间光学透镜 104 的形状。在这个实施示例中，背表面 110 具有实质上平坦的表面。光学透镜 104 的高度允许光学透镜 104 的正面具有限定在二维或三维中的曲率。光学透镜 104 的二维曲率是具有在单个平面内（例如，在 X-Y、X-Z、Y-Z 平面中）所定义的轮廓的曲线。换句话说，该曲线是在二维内定义的。三维曲率是在三维内定义的。例如，这样的曲线将具有在两个平面（如 X-Y 和 X-Z 平面）中每一个内定义的轮廓形状。如将要描述的，图 2 和图 3 的光学透镜 104 具有三维曲率，其中该曲率具有在 X-Y 和 X-Z 平面内定义的轮廓形状。

光学透镜 104 的正面从顶点 108 向下倾斜到与支持基底 106 相接触的透镜 104 的前边缘。这个斜率在图 3 的光学结构 100 的侧视图中能够看到。图 3 还图示说明了在 X-Z 平面内光学结构 100 的截面视图。倾斜的平面是弯曲的且形成面内准直透镜曲面 112。面内准直透镜曲面

112 遍及光学透镜 104 的整个正面而形成，且准直出射光线，以使它们实质上平行于支持基底 106 的顶面。面内准直透镜曲面 112 引导光线越过整个支持基底而不允许其中一些光线射出远离支持基底 106。

面内准直透镜曲面 112 的轮廓被限定在垂直于支持基底 106 的顶面且与特定光线传播的方向对准的平面内。这样，面内准直透镜曲面 112 从图 3 的侧面图中是可见的，这也代表 X-Z 平面。图 3 显示对于如图 2 的顶视图中所见到的沿着波导 102 的纵轴 116 传播的光线的面内准直透镜曲面 112。面内准直透镜曲面 112 的曲率取决于光学透镜 104 的高度和光学透镜 104 的正面距离波导 102 的距离。面内准直透镜曲面的曲率也取决于其它因素，如光线的性质以及透镜材料的折射率和周围环境。对于图 1 的数据输入系统 10，光学透镜 104 的面内准直透镜曲面 112 允许输入光源 16 和 18 更有效地形成光的薄层 12，因为经历了更少的光损失。有益地，这降低了形成光的薄层 12 所需的功率要求。如果没有面内准直透镜曲面 112，则来自光学结构 100 的光线将衍射，且一部分光线将被引导远离支持基底 106。为了实现面内准直透镜曲面 112 的相同功能，附加的光学透镜将需要被定位在光学透镜 104 的前面。这将在时间、努力和资源方面制造更复杂的光学系统。例如，将附加透镜与光学透镜 104 对准的过程将是耗时的，并且非常容易受校正误差的影响。

注意，面内准直透镜曲面 112 具有形成部分半球状弧的曲面。因此，据说光学透镜 104 可以形成全透镜的一半，其中缺少的一半将是沿 X 轴的光学透镜 104 的镜面反射。如下面将要描述的，光学透镜 104 的形状比其具有全透镜形状的情况更容易制造。还有，光学透镜 104 的“半透镜”形状允许与波导 102 更容易集成和对准。具体地，光学透镜 104 的“半透镜”形状使得光刻制造过程对于制造光学结构 100 是理想的。

如图 3 的侧视图所见的面内准直透镜曲面 112 独立于方向准直透镜曲面，这能够从图 2 的光学透镜的俯视图看到。注意，图 2 图示说明了 X-Y 平面中的光学结构 100 的视图。方向准直透镜曲面 114 的轮廓形状（外形）被限定在与支持基底 106 的顶面共面的平面内。方向准直透镜曲面 114 使出射光线准直，以便相互平行地、以单一方向传播。本质上，方向准直透镜曲面 114 允许光学透镜 104 创建均匀

的光束。对于图 1 的数据输入系统 10，方向准直透镜曲面 114 允许每个光学结构 100 形成在显示屏 14 上传播的均匀光束。

光学透镜 104 被成形，以允许光线在前透镜表面 112 与波导 102 之间传播。为了允许来自波导 102 的最大光量利用前透镜表面 112 准直，背表面 110 应具有至少 $\sin^{-1}(\sqrt{n_1^2 - n_2^2}/n_3)$ 的角度。这样的角度被称为光学透镜 104 的临界角 118。注意， n_1 是波导 102 的折射率， n_2 是顶部包覆层 120 或底部包覆层 122 的折射率之中较大的一个折射率，并且 n_3 是光学透镜 104 的折射率。注意，当光学透镜 104 和波导 102 利用相同材料形成时， n_1 和 n_3 将具有相同的值。注意，可以利用前透镜表面 112 准直的最大光量由于光学透镜 104 的形状而固有地受到限制。由于光学透镜 104 具有部分透镜形状，其中全透镜将具有沿 X 轴（镜面）反射光学透镜 104 的形状，几乎从波导 102 所传送的一半的光被丢失。这样，光学结构 100 具有大约 3dB 光损失。在一些实施例中，由于允许背表面 110 具有小于临界角的角度，牺牲稍多的光损失以得到具有更小 H_L 的光学透镜是合适的。在可选实施例中，光学透镜 104 的背表面 110 可以升高超过由临界角 118（见图 4 和图 5）所限定的平坦表面。这样的实施例也是有效的，因为在临界角 118 之上的材料并不影响传播通过光学透镜 104 的其余部分的光线。

如从图 2 的俯视图所看到的，光学透镜 104 具有圆锥形，其中光学透镜 104 的宽度 W_L 随着光学透镜 104 延长远离波导 102 而增加。光学透镜 104 的圆锥形允许来自波导 102 的光线在整个光学透镜 104 上扩展，直到它们利用方向透镜曲面 114 准直成为均匀光束。光学透镜 104 的类似锥形的比例部分取决于每个光学结构 100 的光学性能要求。

在可选实施例中，光学透镜 104 可以具有各种大小和形状。例如，光学透镜 104 不需要如从图 2 中的俯视图所见到的那样具有锥形。还有，在光线不必以均匀光束被发射的情况下，光学透镜 104 可以具有如从图 2 的俯视图所见到的那样的平坦正面。在一种实施例中，光学透镜 104 可以具有范围在 50~200um 的高度 H_L 以及范围在大约 0.8~1.2mm 内的长度。有时，光学透镜 104 的大小受其用于其中的系统（例如图 1 中所示的显示屏）的大小的限制。光学透镜 104 的特定尺寸还利用对于光学结构 100 和周围环境的相对折射率来决定。例如，包围光学结构 100 的覆层的类型也是光学透镜 104 尺寸的决定因素。

支持结构 106 可以是任何表面，其中光线打算通过此表面被引导越过例如图 1 中所示的显示屏 14。可选地，支持结构 106 也可以是与显示屏分离的结构。例如，支持结构可以是支持每个光学结构 100 的单独安装平面，其中每个光学结构 100 随后被定位为靠近诸如显示屏之类的工作面。在这些其它的实施例中，支持结构可以是塑料、环氧树脂或聚合物的层。支持结构 106 也可以是由于保护波导 102 免受物理损害以及增加波导 102 的光传输效率的包覆层。

在一种实施例中，多个光学结构 100 被成行形成，使得多条光束被引导经过工作面，例如图 1 中的显示屏 14。同时，另一行的光学结构 100 被形成接收每条光束。然后两组这样的光学结构可以被形成，以使光束沿着两条轴（例如 X 轴和 Y 轴）经过显示屏 14。

图 4 和图 5 分别图示说明根据本发明的一个可选实施例的光传输结构 200 的俯视图和侧视图。光传输结构 200 包括波导 202 以及光学透镜 204。光传输结构 200 被形成在支持结构 206 上。图 2 和图 3 的虚线方向线通常图示说明穿过光学结构 100 的光线路径。这些方向箭头表示被从光学结构 100 传送出的光线，然而，应该明白，光线也可以沿实质上由虚线所示的相同路径被接收到光学结构 100 中。

注意，没有顶部包覆层被施加在波导 202 和光学透镜 204 的顶部上。还有，注意，没有底部包覆层支持光学结构 200。然而，支持基底 206 通过选择支持基底 206 的材料以具有适当的折射率而可以用作底部包覆层。

如相对于图 2 和图 3 所述的，光学透镜 104 还具有能在图 5 中看到的面内准直透镜曲面 212 和能够在图 4 中看到的方向透镜曲面 214。然而，如在图 5 中能看到的，光学透镜 204 具有延伸超过临界角 118 的背表面 210，如图 3 所示。背表面 210 具有实质上均匀的高度 H_L ，直到它快速下降为与波导 202 接合。还有，如从图 4 的俯视图所能够看到的，光学透镜 204 具有延伸部分 208，该延伸部分 208 具有均匀宽度 W_L 。在一些情况下，特定尺寸和比例的光学透镜 104 可以容易地制造，并且可以更容易地与其它系统结合。

图 6 图示说明描述用于制造根据本发明的一种实施例的光学结构的方法的流程图 300。在一些实施例中，所制造的光学结构具有透镜表面，该透镜表面具有限定在三维中的曲率。图 7 和图 8 也将与图 6 一

起描述，以便更全面地图示说明流程图 300 的操作。图 7 和图 8 图示说明已经被施加到支持基底 402 上的光聚合物材料层 400 的俯视图和侧视图，其中光聚合物材料层将根据本发明的一种实施例进行处理。

通常，流程图 300 描述使用光聚合物、灰度掩模 (grayscale mask) 和光刻技术来制造光学结构。然而，应该明白的是，存在其它的用于制造本发明的光学结构的技术。例如，微型塑模 (micromolding) 技术可以用于以期望大小和比例来制造透镜结构。还有，透镜结构可以使用三维灰度光刻胶 (光致抗蚀剂) 结构、利用“回流”技术 (其后面跟随着“干燥”工业蚀刻过程 (包括电抗离子蚀刻、离子铣磨)) 而制造的三维抗蚀剂结构 (resist structure) 和其它的基于等离子体的化合物及方法、利用玻璃、塑料、陶瓷和其它材料来制造。

光聚合物是基于聚合物、低聚物或单体的成像合成物，其可以选择地经暴露于光辐射 (如紫外光) 而被聚合和/或被交联。光聚合物在工业上被调节 (leverage) 为可形成图案的系统，其中聚合物化学中的光感应化学反应导致曝光的区域与未曝光 (被掩模) 的区域之间可溶性的微变。光聚合物可以制成不同的形式，包括膜/片、液体、溶液等，其可以在印刷板中用作光致抗蚀剂以及用于铅版平版印刷 (stereolithography) 和成像中。光聚合物的一种常规使用是形成印刷板，其中将光聚合物板暴露于一种模式的光，以形成印刷板。然后，该板用于墨印刷。光聚合物广泛地在电子学和微设备工业中用于制造半导体芯片、印刷电路板和其它产品上的微观电路中的复杂图案的光致抗蚀剂。光聚合物也被用作相连光纤的紫外粘合剂和用于其它工业应用。

光聚合物材料可以被暴露于通过形成图案掩模引导的光。这种形成图案掩模可以是灰度掩模。灰度掩模具有设计的图案，该图案除了允许光以期望的图案通过 (掩模) 之外，还允许光以不断改变的亮度通过掩模。因此，灰度掩模可以允许光聚合物层被暴露于具有不断变化的光亮度的光图案。以这种方式，部分光聚合物层能够根据接收的光亮度级被去除。这意味着，光聚合物材料去除的深度可以被控制。例如，光聚合物材料可以从整个区段中去除或部分光聚合物材料可以被去除，以剩下具有变化厚度的剩余层的光聚合物材料。因此，光聚合物可以被形成为具有三维的预定尺寸的特定结构。在本发明的可选

实施例中，也可以使用允许光完全通过或完全阻挡光的掩模。

图 6 的流程图 300 开始于方框 302，其中光聚合物材料层 400 被施加到支持基底 402 的顶面上。注意，在流程图 300 的说明中提及的附图标号反映在图 6、7、8 中所示的附图标号。光聚合物材料层 400 通常具有相对均匀的厚度。因为制造过程 300 的一些实施例将被用来制造图 2-5 中所见到的光学结构，所以光聚合物材料层 400 应当具有至少等于光学透镜的高度 H_L 的厚度。光聚合物材料应当具有有效传送光的品质。例如，光聚合物材料可以是具有非常清楚（透明）的品质。光聚合物材料可以为了光刻目的而具有正或负的色调。

支持基底 402 具有顶面，其上施加有光聚合物材料层 400。支持基底 402 通常是可以安装在光刻系统内的基底，以使光聚合物材料层 400 可以被处理。支持基底 402 可以由诸如但不限于塑料、聚合物、陶瓷、半导体、金属以及玻璃之类的材料形成。支持基底 402 也可以是用于包围将由光聚合物材料形成的波导的包覆层。这样的包覆层保护由光聚合物层 400 形成的结构并且其固有的折射率有助于光经过光聚合物材料的传输。在制造过程的末尾，支持结构 402 和由光聚合物材料层 400 所形成的结构可以被传送并且然后被连到设备（例如，如图 1 中所示的光学输入设备 10）上。

在一种可选的实施例中，底部包覆层被应用到支持基底 402 上，之后，随即在底部包覆层的顶部施加光聚合物材料层 400。在图 6-8 所示和所描述的实施例中，取决于材料选择，支持基底 402 可以用作底部包覆层。底部包覆层也可以通过光刻技术被施加到支持基底 206 的表面上。

在方框 304，光聚合物材料层 400 被暴露于利用形成图案的灰度掩模 404 产生的光图案（模式）。这通过经过形成图案的灰度掩模 404 照耀光源或通过阻止光通过该掩模来执行。灰度掩模 404 被图形化，以便在光聚合物材料层 400 内创建波导和光学透镜。波导和光学透镜可以被整体形成，如图 2-5 所示。使用图 2 和图 3 相同的附图标记，图 7 和图 8 中的交叉影线代表将被形成在光聚合物材料层 400 内的波导 102 和光学透镜 104。换句话说，交叉影线区代表在完成光刻过程之后将保持的部分光聚合物层 400。图 7 的顶视图显示灰度掩模 404 允许光曝光波导 102 和光学透镜 104 外侧的光聚合材料层 400 的区域且相反地

保护将由于曝光而形成波导 102 和光学透镜 104 的光聚合物材料 400。

经过灰度掩模 404 照射的光利用图 8 中的方向线和虚线 406 来表示。掩模 404 的灰度特性允许光以不断变化的亮度通过，并因此允许光穿透光聚合物材料层 400 到达不断变化的深度。每条线 406 的端点代表每条光线穿透光聚合物材料层 400 的深度。光聚合物层 400 的材料组分仅仅相对于光穿透的深度而改变曝光量，并在由这个曝光梯度所生成的光聚合物系统内导致化学变化。曝光量梯度指的是由灰度掩模所生成的光的图案，其中通过掩模的光线具有变化的亮度。以这种方式，三维（或“外形”）结构诸如光学透镜 104 可以利用光聚合物材料层 400 形成。具体地，具有面内准直透镜曲面 112 的前透镜表面可以被形成如图 8 的侧视图中所见到的样子。如上所述，该面内准直透镜曲面具有被限定在垂直于支持结构 106 的顶面的平面内的轮廓。还有，前透镜表面具有如图 7 的顶视图中所见到的那样的方向准直透镜曲面 114。如上所述，方向准直透镜曲面具有被限定在与支持基底 106 的顶面共面的平面内的轮廓。还有，光学透镜 104 具有倾斜的且从波导 102 扩展延伸到光学透镜 104 的顶部的背表面 110。灰度掩模 404 可以被形成图案，以使得背表面 110 可以具有任何形状，只要它至少上升到 $\sin^{-1}(\sqrt{n_1^2 - n_2^2}/n_3)$ 的临界角 118 以上，其中 n_1 是波导 102 的折射率， n_2 是支持基底 402（其用作底部包覆层）的折射率，并且 n_3 是光学透镜 104 的折射率。

在方框 304 的可选实施方案中，光聚合物材料层 400 可以经过灰度掩模 404 被暴露于各种图案的光，以便在光聚合物材料层 400 内形成各种结构。例如，可以形成各种三维或二维结构。具体地，光学透镜 104 可以具有或者面内准直或方向准直曲面之一的透镜表面。仅具有方向准直透镜曲面 114 的光学透镜 104 可以具有与波导 102 相同的高度，使得光学结构具有平坦的顶面。

波导 102 可以被形成为具有矩形或圆形的截面形状。在一种实施例中，波导 102 可以被形成为具有矩形截面形状，其均具有大约 8-10 微米的高度和宽度。波导 102 的纵向尺寸可以沿直线或曲线路径延伸，以便连接到光源或光探测器。

光聚合物材料层 400 的使用是有益的，因为光学透镜 104 和波导 102 可以容易地相互形成为整体。这消除了使波导与光学透镜对准的任

何费力的工作。形成具有面内准直透镜曲面 112 的光学透镜的能力也简化了某些光学结构的制造过程，原因在于单独的透镜不必执行面内准直透镜曲面 112 的功能。这样的单独透镜对于透镜本身以及对于定位和对准将要求附加的资源。

与负色调(negative-tone)光学光聚合物一起使用正色调(positive-tone)掩模或者通过与正色调光学光聚合物一起使用负色调掩模，可以在光聚合物中形成相同的光学透镜结构。正色调光聚合物材料系统和负色调光聚合物材料系统可以与灰度掩模技术一起用于形成曝光梯度，在显影之后得到三维聚合结构。再有，由光聚合物材料所形成的结构形成设计的结构，例如波导或光学透镜。

在图 7 和图 8 中，被曝光的光聚合物材料层 400 的部分可以在后续的显影处理-正色调期间被去除。图 8 中每个虚线 406 的长度可以表示能量矢量或者照射到光聚合物材料层 400 上的每个光线的光能量的数量。

在光聚合物材料层是负色调的可选实施例中，光引起光聚合物材料交联成比利用正色调光聚合物系统所形成的结构更坚固的结构。光聚合物材料中未曝光区将被冲洗掉。其中图 8 的各条虚线 406 的长度可以被看作与用于正色调光聚合物材料层的各光线的光能量成比例，利用每条虚线 406 所代表的能量的逆数量适合于负色调光聚合物材料层。

在制造过程 300 的一些实施方式中，可以形成由波导 102 和光学透镜 104 所形成的多个光学结构。多个光学结构能够被形成，以使光束阵列被引导离开光学透镜 104。这样的光束阵列可以形成如图 1 中所示的光薄层 12。

在方框 306 中，在光聚合物材料层 400 上冲洗显影液，以显影光聚合物材料层 400。显影液可以是有机溶剂或水溶液。示例性显影液包括但不限于甲基异构丁基酮(Methyl-Iso-Butyl-Ketone)(MIBK)、氢氧化四甲基铵(Tetra-Methyl-Ammonium-Hydroxide)(TMAH)以及氢氧化钾(Potassium Hydroxide)(KOH)。使用基于等离子体处理的干燥显影也是有可能的。显影液以与未被曝光区域不同的速率去除被曝光的区域(差异溶解度(Differential solubility)由于光聚合物中的光感应化学反应而引起)，在显影处理之后得到有用的图案。未被曝光

的光聚合物材料 400 的部分保持完好无缺，并且形成期望的结构，例如波导 102 和光学透镜 104。

在方框 308 中，另一种水溶液例如有机溶剂被用来漂洗掉显影液以及被溶解的光聚合物材料层 400 的部分。

随后，在方框 310 中，使支持基底 402 以及利用光聚合物材料层 400 所形成的剩余光学结构经受干燥处理。在这个处理中，漂洗水溶液被弄干。方框 310 的干燥操作可以用各种方式（例如利用加热、旋转和/或吹气）来进行。

支持基底 402 以及光聚合物材料 400 可以以适于安装在光刻系统内（例如适于半导体制造）的大小和形状来形成。在一种实施例中，支持基底 402 以及光聚合物材料 400 可以形成在可以被放置在光刻系统内的晶片（诸如半导体晶片）上。

在方法 300 的一些实施方式中，顶部包覆层可以被施加到波导 102 和光学透镜 104 上。

虽然本发明利用若干优选实施例来描述，但具有落入本发明的保护范围内的变更、置换以及等价物。还应注意，存在着实施本发明的方法及设备的许多种可选方式。因此，意旨在于随后所附的权利要求应被解释为包括落入本发明的实质精神和范围内的所有这样的变化、置换和等价物。

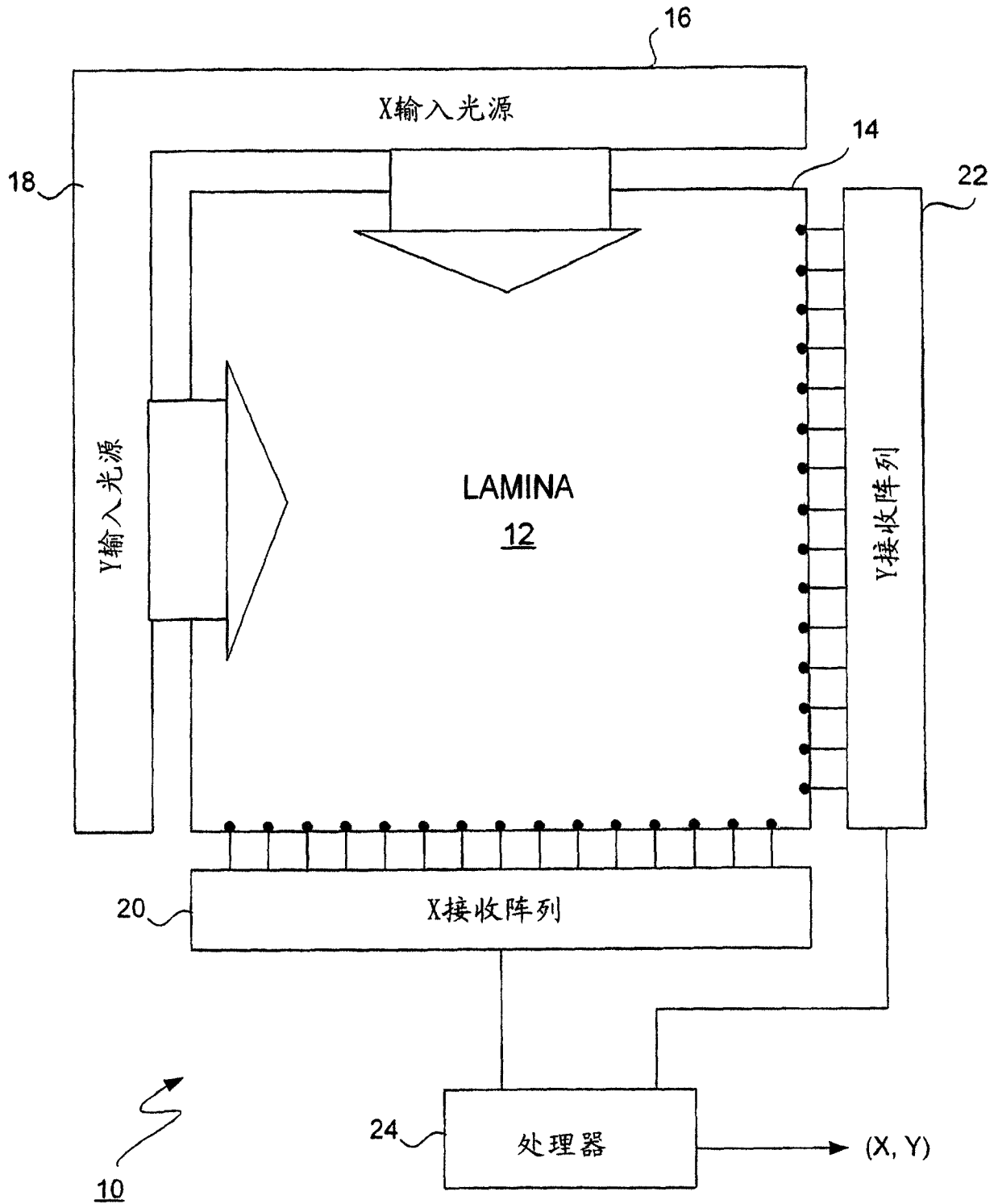


图 1

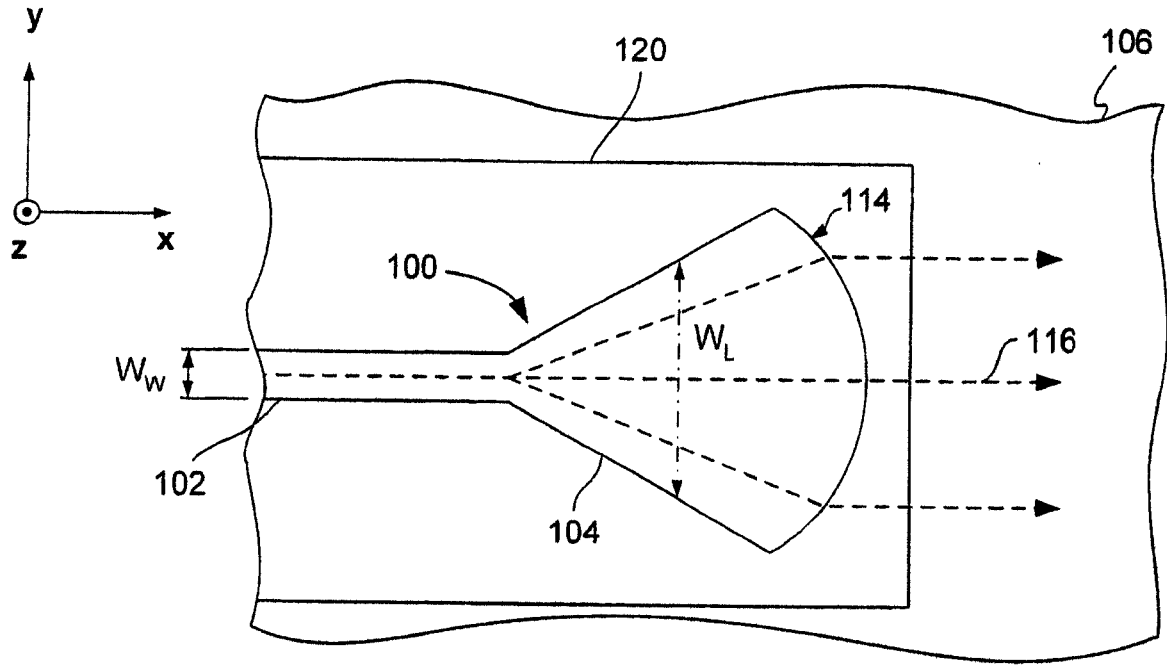


图 2

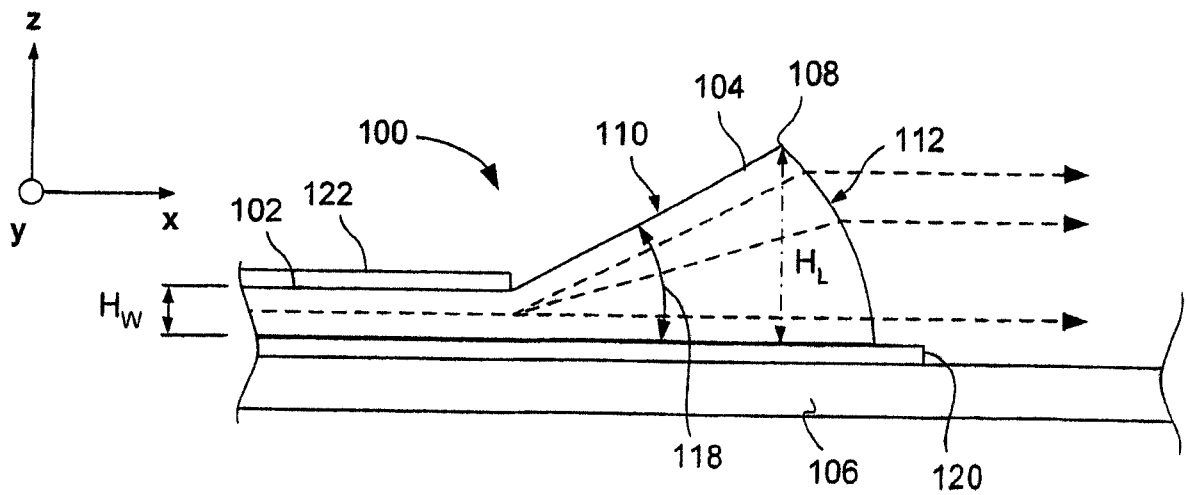


图 3

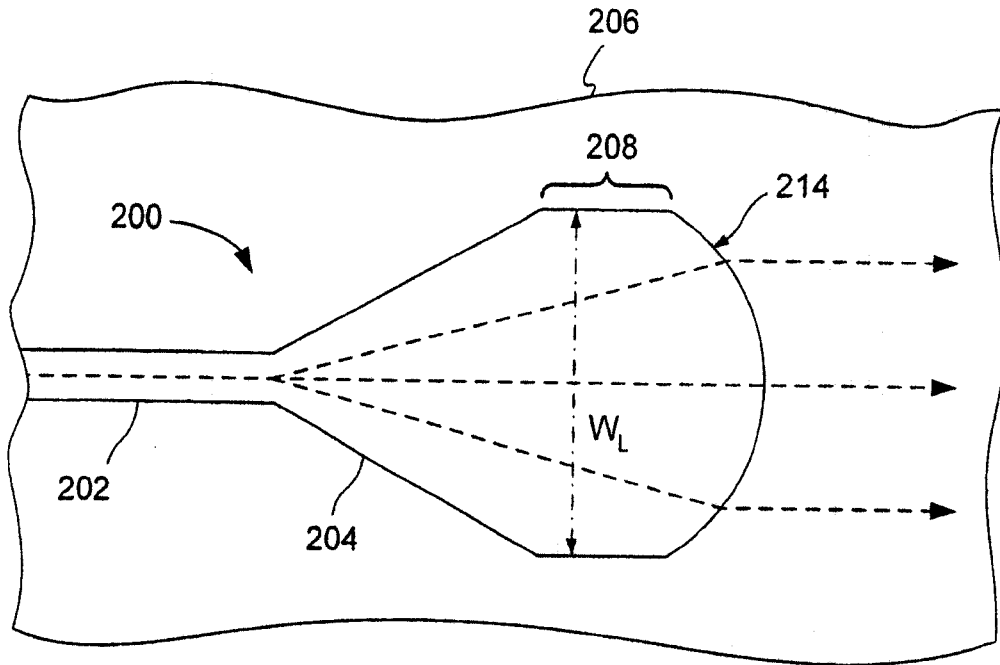


图 4

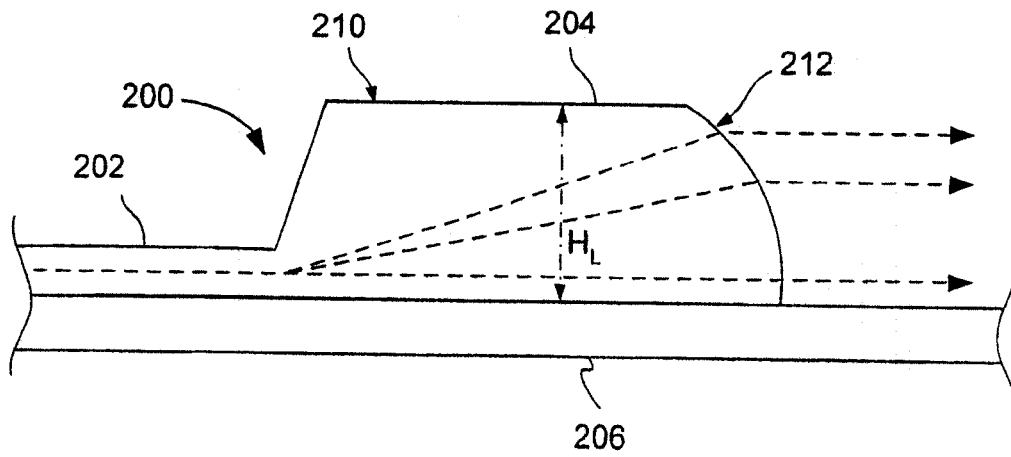


图 5

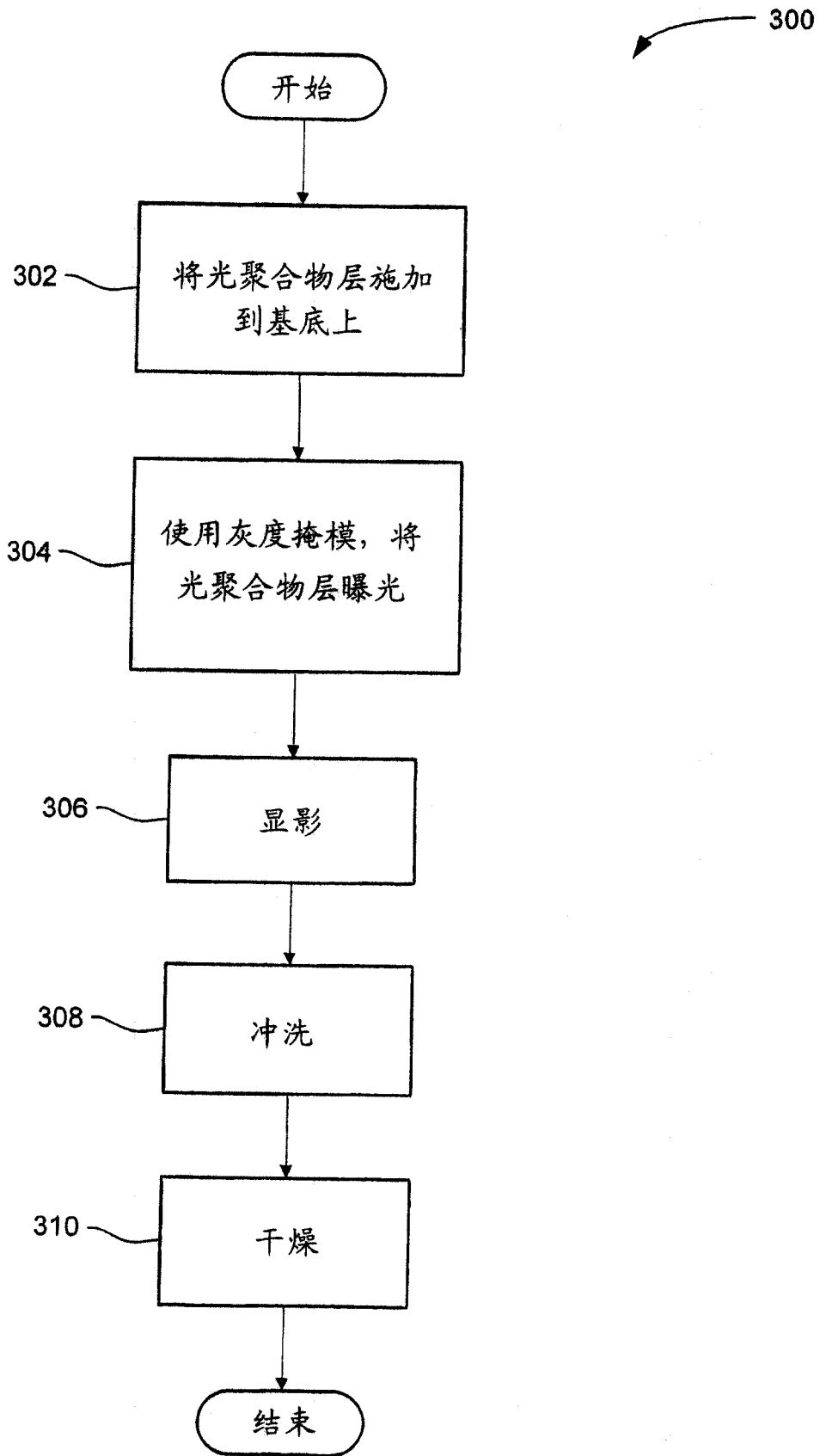


图 6

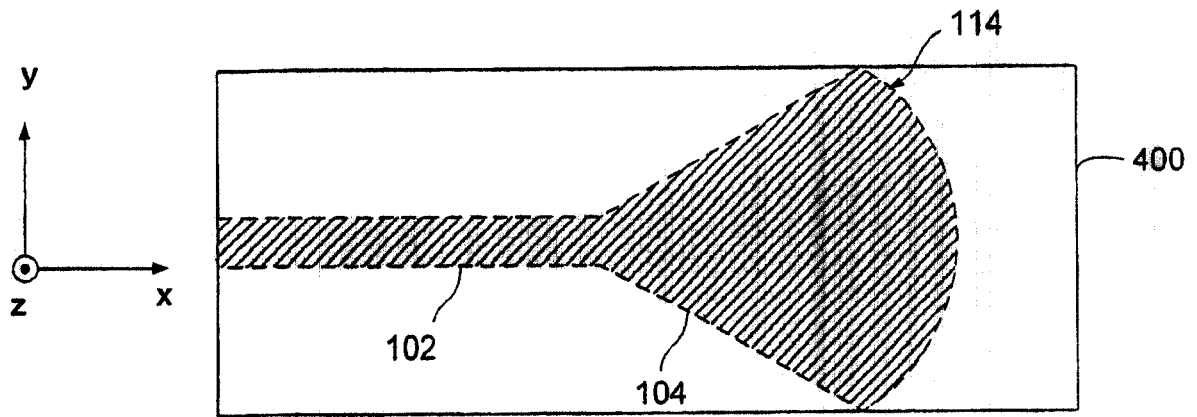


图 7

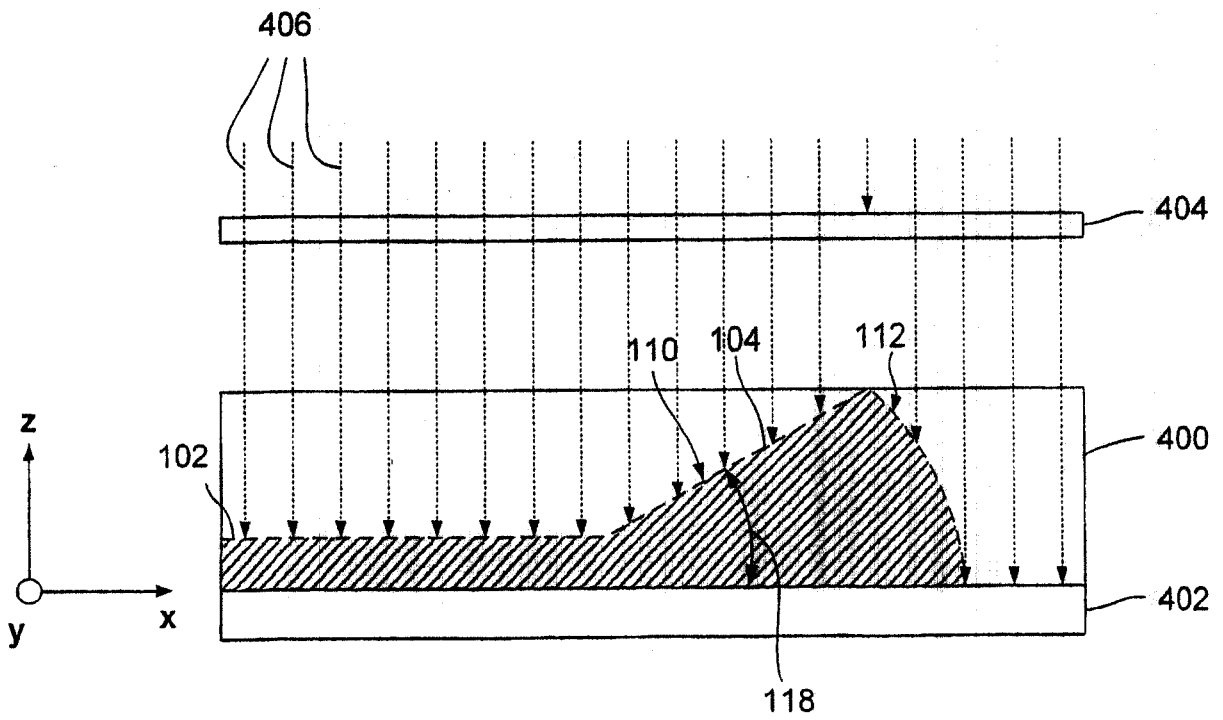


图 8