[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
H01L 25/16

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98809805.9

[45] 授权公告日 2004 年 9 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 1165994C

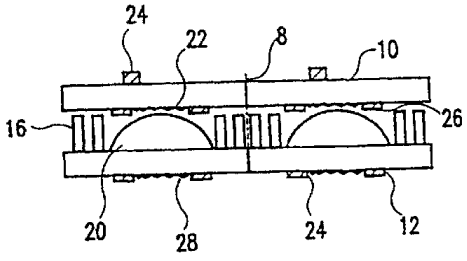
[22] 申请日 1998.10.2 [21] 申请号 98809805.9
[30] 优先权
[32] 1997.10. 3 [33] US [31] 08/943,274
[86] 国际申请 PCT/US1998/020666 1998.10.2
[87] 国际公布 WO1999/018612 英 1999.4.15
[85] 进入国家阶段日期 2000.4.3
[71] 专利权人 数字光学公司
地址 美国北卡罗来纳州
[72] 发明人 布雷恩·哈登 艾伦·凯瑟曼
迈克尔·费尔德曼
审查员 高 伟
[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司
代理人 方 挺 余 朦

权利要求书 2 页 说明书 19 页 附图 4 页

[54] 发明名称 多个光学元件在晶片层的集成

[57] 摘要

通过将含有光学元件的衬底粘合或通过在晶片衬底的任一侧设置光学元件，可形成集成的多个光学元件。 晶片被接着切成块以得到各自独立的单元。 最好对每个切成的块密封以防止在晶片之间出现切割浆料。 光学元件可以用光刻法直接形成，或用光刻法产生的掩模使元件模压出来。 对准特征使这种集成的多个光学元件以及晶片层上的定位过程的生产效率得以提高。



ISSN1008-4274

1. 一种形成集成光学子系统的方法，包括：

在第一晶片上的第一模子阵列中形成围绕每一块模子的多个凸起的沟槽；

用粘合材料填充沟槽；

将多个第二模子与所述第一模子对准，每个第一模子具有一个与其对准的第二模子；

处理所述粘合材料，由此使所述对准的模子粘合；和

将粘合的模子分块，每对分块的、粘合的模子包括至少一个光学元件，从而形成集成光学子系统。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述第二模子在第二晶片上，并且所述对准包括将第一晶片和第二晶片对准。

3. 如权利要求 2 所述的方法，还包括从至少所述第一和第二晶片中之一的用于接合另外元件的预定图形中有选择地去除材料或增加材料。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述第二模子彼此分开，而所述对准包括将每个第二模子与相应的第一模子对准。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述第一模子和第二模子之一是半导体模子。

6. 如权利要求 5 所述的方法，其中半导体模子包含一垂直空腔侧发射激光器。

7. 如权利要求 5 所述的方法，其中半导体模子包含一二极管。

8. 如权利要求 5 所述的方法，还包括在所述第一模子和第二模子之一上安装分立的器件。

9. 如权利要求 8 所述的方法，其中所述安装包括安装至少镜子和激光器之一。

10. 如权利要求 8 所述的方法，其中所述安装包括安装光学元件。

11. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述形成沟槽包括在每块模子的外缘形成沟槽，从而密封该模子。

12. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述形成沟槽包括在所述第一晶片上精确地设置支座，而各沟槽位于所述支座之间，以保证在所述第一和第二晶片之间有合适的间隙。

13. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述粘合材料提供了充分的密封，从而防止在所述切割分块过程中产生的切割浆料进入衬底间的间隙中。

14. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述第一和第二模子包括光学元件，并且所述对准包括对准光学元件、具有至少两个光学元件的集成光学子系统。

多个光学元件在晶片层的集成

技术领域

本发明涉及将多个光学元件集成在晶片层上。更具体地说，本发明涉及集成的多个元件的高效率生产。

背景技术

随着在广泛的领域内对较小型光学部件应用需求的增加，对高效地生产这种光学元件的能力的需求也在增加。在大批量生产中形成这种集成的多个光学元件时，更加需要精确地对准。而且，这种对准在集成超过一个的光学元件时是很重要的。

集成的多个光学元件是沿 z 轴（即光传播方向上）层叠在一起的多个光学元件。这样，沿着 z 轴通行的光依次穿过各光学元件。将这些元件集成是为了不再需要各元件的进一步对准，从而仅使集成的元件与典型地含有有源元件的所需系统对准。

很多光学系统要求多个光学元件。这类所需的多个光学元件包括多个折射元件、多个衍射元件和折射/衍射混合元件。在过去，这些多个元件的系统中很多是通过将独立的元件焊接在一起或将它们个别地焊接在一对准结构上。

在要被安装在用机械加工工具形成的机械对准结构中的大块的或肉眼可见的光学元件中，一般可以达到的对准精度是大约 25-50 微米。为了达到 15-25 微米的更高的精度，需要进行有源对准。有源对准一般包括打开光源例如激光，然后依次用未固化处理的紫外线（UV）粘合剂将各光学件放置各光学件。接着通常是用移动台移动各部件，直到达到来自激光的合适的响应为止。然后该部件被固定并用 UV 光对

环氧树脂进行处理，从而装配好该元件。对系统中的各元件依次进行上述操作。

用有源对准方法可以实现对独立元件的小于 15 微米的对准精度，但这种精度大大地增加了移动元件所需的时间。当要对准不止一个光学元件时，这种时间的增加还会更大。这样，即使使用有源对准，这种对准精度一般也是不切实际的。

美国专利 5，214，535 中公开了将保护性晶片粘合到含有衍射光学元件的晶片上的技术。这些粘合的晶片再被分割以形成多个单独的双衍射光学透镜盖组件。保护性晶片的唯一目的是避免对衍射光学元件的清洗需要。EP 0731 416 A2 公开了将含有超过一个透镜的晶片与其它元件粘合以形成扫描仪的技术，其中只有一个晶片含有透镜。

在光学元件的很多新的应用中，如在共同转让的同时待审的专利申请 08/727，837（在此引用作为参考）中提出的光学头结构中，以及上述的集成光束定形应用中，需要制造由数个微型光学部件构成的光学系统，并且其中所需的公差要比用常规方法所能达到的更紧凑。除了要求更紧凑的公差外，还要求低成本的元件。所需要的对准公差可以是 1 微米到 5 微米，这如果用常规方法来实现成本就会非常高。

为了达到更好的对准公差，被动对准技术已被用于如授予 Feldman 的美国专利 5，683，469 中，该专利题为“具有光学和电气互连的微电子组件”。一种被动对准技术是将金属焊点设置在光学元件上和激光器上，并将焊剂置于它们之间，用自对准特征来实现对准。当焊剂软熔时，其中的表面张力使各部件自对准。但是被动对准并没有用于晶片与晶片的对准。特别是，所需焊剂块的高密度以及晶片的厚度和质量使这种对准是不实际的。

将形成在分离晶片上的多个光学元件在晶片层上集成的另一个问

题是由于形成独立的集成元件时的切割工艺所引起的。由于使用切割浆料而使该切割工艺很脏乱。当切割单个晶片时，其表面可以被清洁以去除切割浆料。但是，当晶片被粘合在一起时，浆料进行入晶片之间的空隙里。从晶片之间的空隙中去除浆料是非常困难的。

集成元件有时还通过浇铸方法来制成。利用浇铸方法，可以制成塑料元件，其具有两个位于衬底相对侧上的成型元件。多个塑料元件可以用多空腔注入成型工具同时形成。

如同授予 Carpenter 的题为“用于浇铸玻璃光学元件的设备”的美国专利 4，883，528 中所提出的，也可以通过浇铸方法来形成玻璃元件。在这种情况下，就象塑料浇铸一样，通过在衬底的相对侧浇铸两个元件来形成多个集成元件。但玻璃浇铸具有制造工具价格高和可使用尺寸有局限的缺点。

为了使光学件便宜，一般采用复制技术。除了上面讨论过的塑料浇铸和玻璃浇铸外，还可以使个别元件模压。这种模压的例子可见于授予 Galarneau 的题为“用于复制大面积衍射光学元件的按比例扩大的工艺”的美国专利 5，597，613。复制的光学元件开始并未与焊点自对准技术一起使用。对于每种复制方法，尽可能廉价地生产很多独立的元件。

这种复制工艺还没有在晶片层上与后继的切割一起使用。这主要是由于在切割期间加在模压层上的应力的缘故。当在晶片层上使用模压时，其独有的问题是，例如诸如保持被模压的聚合物与衬底有充分的配合，以便在小规模或在集成超过一个元件的情况时个别元件的对准不会混乱。

而且，这些复制工艺与晶片层光刻工艺是不相容的。特别是，复制工艺没有达到所需的对准精度。即使模压与光刻工艺相容，一次对

一个元件光刻构图成本也太高了。而且，光刻工艺的化学处理部分将作用于模压材料。

常规工艺的塑料上模压以及光刻工艺还有其它的问题。具体地说，塑料还被光刻工艺的化学物质作用。塑料也会由于热效应而弯曲，这对于光刻工艺过程中的对准来说是有害的。

发明内容

考虑到上述的背景，本发明的一个目的是高效地生产集成的多个光学元件。这种高效的生产通过形成在晶片层上形成集成的多个光学元件来实现。

本发明还有一个目的是解决当要实现这种集成的多个光学元件的晶片层生产时所引起的问题。这些问题包括保证精确地对准、当有多个晶片粘合在一起时可以精确地将晶片切割为各个集成的多个光学元件部分，以及提供另外的特点，使集成的多个光学元件能容易地组合为用于所需的整个系统。

本发明的另一个目的是提供模压，其具有充分的对准以用于光刻的特征，以及足够的粘性以承受切割。

为了实现上述目的，本发明的第一个方面在于提供了一种形成集成光学子系统的方法，包括：在第一晶片上的第一模子阵列中形成围绕每一块模子的多个凸起的沟槽；用粘合材料填充沟槽；将多个第二模子与所述第一模子对准，每个第一模子具有一个与其对准的第二模子；处理所述粘合材料，由此使所述对准的模子粘合；和将粘合的模子分块，每对分块的、粘合的模子包括至少一个光学元件，从而形成集成光学子系统。

本发明的第二个方面在于根据第一个方面的方法中，所述第二模

子在第二晶片上，并且所述对准包括将第一晶片和第二晶片对准。

本发明的第三个方面在于根据第二个方面的方法还包括从至少所述第一和第二晶片中之一的用于接合另外元件的预定图形中有选择地去除材料或增加材料。

本发明的第四个方面在于根据第一个方面的方法中，所述第二模子彼此分开，而所述对准包括将每个第二模子与相应的第一模子对准。

本发明的第五个方面在于根据第一个方面的方法中，所述第一模子和第二模子之一是半导体模子。

本发明的第六个方面在于根据第五个方面的方法中，半导体模子包含一垂直空腔侧发射激光器。

本发明的第七个方面在于根据第五个方面的方法中，半导体模子包含一二极管。

本发明的第八个方面在于根据第五个方面的方法还包括在所述第一模子和第二模子之一上安装分立的器件。

本发明的第九个方面在于根据第八个方面的方法中，所述安装包括安装至少镜子和激光器之一。

本发明的第十个方面在于根据第八个方面的方法中，所述安装包括安装光学元件。

本发明的第十一个方面在于根据第一个方面的方法中，所述形成沟槽包括在每块模子的外缘形成沟槽，从而密封该模子。

本发明的第十二个方面在于根据第一个方面的方法中，所述形成沟槽包括在所述第一晶片上精确地设置支座，而各沟槽位于所述支座之间，以保证在所述第一和第二晶片之间有合适的间隙。

本发明的第十三个方面在于根据第一个方面的方法中，所述粘合材料提供了充分的密封，从而防止在所述切割分块过程中产生的切割浆料进入衬底间的间隙中。

本发明的第十四个方面在于根据第一个方面的方法中，所述第一和第二模子包括光学元件，并且所述对准包括对准光学元件、具有至少两个光学元件的集成光学子系统。

本发明的这些和其它目的将从下面的详细说明中变得易于理解。但是，应当理解这些关于本发明优选实施例的详细说明所给出的详细的例子只是一种说明方式，因为通过这些详细说明，熟悉本技术的人员在本发明精神和范围内的各种变化和改进。

附图说明

本发明将通过下面的详细说明和附图而得到更好的理解，它们只是对本发明的说明而非对本发明的限制。附图中，

图 1 表示了用于将两个晶片粘合在一起的第一实施例；

图 2 表示了用于将两个晶片粘合在一起的第二实施例；

图 3a 是待被粘合的晶片的透视图；

图 3b 是待被粘合的晶片上的一单个模子（die）的俯视图；

图 4a 和 4b 显示了将两个衬底粘合在一起的具体例子；

图 5 是本发明所述粘合过程的流程图；

图 6a 显示了一个待被晶片形式的原模元件模压的表面；

图 6b 显示了一个待被晶片形式的原模元件模压且其上含有可模压材料的表面；

图 7 显示出了一个晶片，在此晶片的两侧上都形成有光学元件；以及

图 8 是一个衬底的截面图，该衬底含有一个由一小透镜和一直接集成在小透镜上的衍射元件组成的混合元件。

具体实施方式

如图 1 所示，第一衬底晶片 10 和第二衬底晶片 12 将会被粘合在一起，其目的是为了提供集成化的多光学元件。晶片一般是一个圆盘，其直径通常为 4、6、8 或 12 英寸，其厚度一般在 400 微米至 6 毫米之间。衬底晶片可具有任何所需的结构。根据所需应用的要求，衬底最好是透光且平坦的，即，衬底表面上的高度变化应很小，如，小于一个波长。

在这些晶片的一个或两个表面上具有一由各光学元件组成的阵列。各光学元件可以是衍射元件、反射元件或它们的组合。虚线 8 表示了将在晶片上进行切割的地方，其用途是为了提供单个集成元件。

一种粘合材料 14 被放置在各衬底的关键位置上以便于进行粘合。通过用它围绕将形成最终集成模子的光学元件，粘合剂 14 将在晶片的重要接合处形成密封。在切割分块期间，该密封可防止切割浆料进入元件之间，因其可造成对元件的污染。由于元件保持粘合，所以几乎不可能清除夹在元件之间的切割浆料。在粘合衍射元件时，切割浆料会带来更多的问题，因为衍射元件的结构容易夹住浆料。

粘合材料 14 最好使用粘合剂或焊剂。在很多应用中最好使用焊剂，因为它比粘合剂更为平滑，而且在粘合前更容易进行轻微的移动。而粘合剂的优点在于它们在一些应用中较为便宜，它们可用加热方式粘合，也可用不加热方式，它们不会氧化而且可以是透明的。

当使用液体粘合剂作为粘合材料时，液体粘合剂的粘性十分重

要。粘合剂不能太稀，否则就会起泡，而这将使粘性不确定，并会使切割浆料进入到晶片上的元件之间，进而污染元件。粘合剂也不能太稠，否则就会使恢复力太大，从而不能实现待被粘合的衬底 10 和 12 之间的充分紧密接触。液体粘合剂的粘性最好在 1，000 至 10，000 厘泊之间。适宜的环氧树脂包括 Norland 68 和 Masterbond UV 15-7。

当采用液体粘合剂时，必须用一种控制方式来提供粘合剂，例如从一个喷嘴喷出，该喷嘴根据待接收液体粘合剂的所需坐标而受到控制。当晶片对准之后，整个组件都得到处理，由此使液体粘合剂固化并完成粘合。

当使用焊剂时，可采用电镀或喷涂处理。例如，可把一个掩模材料放在衬底不需焊剂的地方上。然后将整个晶片放入一个浴室或喷涂室。接着将焊剂置于整个晶片之上并将掩模材料抽走，使得焊剂留在没有掩模材料的地方。一旦晶片被正确对准后，焊剂将被加热并进行软熔。在焊剂冷却并再固化后，粘合完成。

当在图 1 中单独使用的粘合材料为一种液体粘合剂时，为了保证粘合材料保留在其被淀积的地方，就需使用更为粘稠的粘合剂。即使用了粘稠的粘合剂，粘合剂仍然会在一个相对较大的面积上扩散开，其结果会导致在待被集成的元件之间需要更大的起泡空间以容纳这种扩散，而在此空间上将没有粘合剂对元件本身的干扰。

在单独使用粘合剂时，还很难控制粘合剂的高度。其结果常会使粘合剂的量过度，并且会使粘合剂的高度以及晶片之间的间隔大于所需距离。对粘合剂高度进行控制的困难还可导致空气进入包含有光学元件的空间。而这是由对于晶片对抽真空时高度和时间的不确定性所引起的。这样的空气不是所需的，因其会在受热时膨胀并破坏元件的粘合。

因此，在图 2 中显示了一个具有优点的替代方案，该图中仅显示了晶片的一个单个集成光学元件。在用于衬底晶片 12 的光学元件阵列被制作的同时，用于待被集成的各元件的支座 16 也被蚀刻或复制进底部衬底晶片 12，支座 16 的材料一般与衬底晶片的材料相同。这些支座 16 最好在两个表面之间形成一个沟槽，其中将放置粘合剂 14。这些沟槽可在待被粘合的衬底之间提供精确的空间，并可提供更多的粘合表面以供粘合剂 14 进行粘合。这个增加了的表面区域还可减少起泡问题。

在使用焊剂作为粘合材料 14 时，最好采用固体支座以在晶片间提供所需的间隔。然后焊剂被淀积入支座顶部的一个薄层内（如，4-5 微米的薄层）。在可以单独使用焊剂时（如图 1 所示），将焊剂与支座一起使用可以更加灵活和经济。

使用支座可以获得更加均匀和可预测的高度，它能减少进入粘合元件之间的空气。因为分隔的可变性被减少，所以可在粘合材料与其它衬底接触时或之前就进行抽真空。

不含有支座的衬底可以在其上形成各个凹槽，用于在其中接纳支座 16。这些凹槽可以在任何光学元件被形成于其表面上的同时被生成。在这种结构中，支座 16 及相应的凹槽将起到对准的作用，其目的是为了便于将晶片与其它晶片对准。

图 3a 显示了在进行粘合和切割之前的两个衬底 10 和 12。待被集成的单个光学元件 19 可由一个或多个光学元件构成。另外，晶片上的光学元件可与其它晶片相同或不同。在连接晶片 10 和 12 之前，粘合材料 14 被按上述方法放置在其中至少一个晶片上。衬底 10 和 12 最好在其某处含有基准标记 18，一般是在其外沿处，这是为了保证晶片的对准，从而使其上的所有单个元件被同时对准。另外，可用基准标记 18 在晶片 11 和 12 上产生机械对准特征 18'。可使用一个或两个基准

标记 18 以及 18'使晶片对准。

图 3b 显示了一个待被粘合的衬底 12 的俯视图，该图还包括了用于特殊元件 19 的环绕粘合材料 14 的位置。从这个俯视图中可以看出，粘合材料 14 完全环绕了单个光学元件，图中用 19 表示。

对图 1 或图 2 所示的实施例来说，既可直接提供粘合材料，也可通过利用支座完全密封各待被单独使用的元件来提供粘合材料。因此，在对晶片进行切割以实现单个元件时，就可防止切割过程中所产生的切割浆料污染光学元件。这样，在切割期间，除了提供一功能组件以保持对准和刚性外，粘合材料密封也可使切割成为一个更加干净的过程以用于最终的集成的模子。

图 4a 中显示了集成光学元件的一个具体实例。在第一衬底 12 的一个表面上形成有一个折射面 20。在另一个衬底 10 的一个表面上则形成有一个衍射面 22。两个衬底之一的一个底面上还可形成有一个衍射面 28。形成用于接纳粘合剂 14 的沟槽的支座 16 被同时形成以作为一个折射透镜。

当晶片 12 上的透镜 20 正对另一个晶片时，透镜 20 的顶端也可被用于在衬底 10 和 12 之间提供恰当的空间，则可将支座 16 做得更高一些以实现所需的适当空间。

除了利用图 3a 所示的基准标记 18 来对准衬底 10 和 12 以外，基准标记 18 还可用来在衬底不是其粘合表面的背侧提供金属化的焊点 24 以便于进行对准以及将集成多光学元件插入至目标端以供使用。这些焊点在用于为集成多光学元件铺垫一个活动元件或电子元件时特别有用，如，在激光器中使用的光学头，激光指针，探测器，等等。另外，为了阻挡光束，可在衍射器 22 本身使用基准标记 18 时将金属 26 放置在相同的表面上。

图 4b 中显示了一个替代光学系统，该系统混合使用了多个分立器件，这些器件被提供在一个安装衬底上。如图 4b 所示，对于一些结构来说，其优点在于，它是先对其中一个晶片进行切割以形成多个单独的模子，再被动地将单独模子与另一个晶片对准，然后提供粘合材料以密封集成光学系统的各个元件并接着切割出晶片模子对。如 4b 中，集成光学子系统包括一个侧发光激光二极管 25、一监视二极管 29 以及一个镜子 27，该镜子用于将激光二极管 25 发出的光引向形成在晶片 10 上的一个衍射光学元件 22，此元件已被预先切割分块成一个单独模子 11。分立元件 25、27 和 29 被安装在衬底 12 中。粘合材料 14 密封住各子系统。图中的虚线 8 表明了将要进行切割的位置。在仍需将模子单独摆放在晶片上时，仍可有效地采用被动对准特征，而且形成在被粘合晶片一模子对四周的密封仍可防止切割浆料进入晶片模子对之间。当在一安装衬底上提供单独元件时，该安装衬底上含有用于各个子系统的基准标记。相关的结构可在 US 专利申请 No.08/727,837 申请于 1996 年 9 月 27 日且名为“用于光盘驱动的集成光学头及其形成方法”以及 US 专利申请 No.08/917,865 名为“集成光束整形器及其使用”（于 1997 年 8 月 27 日申请）中找到，本文在此将其引入以作为参考。

图 5 显示了根据本发明所示将两块晶片粘合在一起的一般过程的流程图。在步骤 30 中，一块衬底晶片被相对于待用的粘合材料而放置。在步骤 32 中，粘合材料以一种图形被施加给晶片，以在光学元件的四周直接地或利用支座 16 提供密封。在步骤 34 中，第二衬底晶片被与第一衬底晶片对准。在实现接触之前，衬底之间将被抽真空与清除空气。在步骤 36 中，晶片被接触在一起。在步骤 38 中，两个晶片的对准得到确认。在步骤 40 中，对粘合剂进行处理或者使焊剂软熔然后再固化，一旦粘合牢固后，在步骤 42 中，粘合的晶片将被切割成多个单独的元件。

待被粘合的元件最好采用直接光刻技术生成，例如，在 Swanson

的 US 专利 No.5,161,059（本文将其引入以作为参考）中，对于衍射光学元件所采用的技术，或者如在 O.Wada 的“InP 的 Ion-束蚀刻及其在高辐射 InGAsP/Inp 发光二极管结构中的应用”（通用电化学杂志，固态科学及技术，Vol.131, No.10,1984 年 10 月，第 2373-2380 页）一文中，通过熔化光刻胶以生成球形折射元件所采用的技术，或者如在 1997 年 3 月 21 日申请的临时专利 No.60/041,042（本文将其引入以作为参考）中所采用的用于制作任何形状的折射元件的光刻技术，该技术是一种在当所用的掩模为灰度掩模（gray scale mask）（如高能光束敏感(HEBS)或吸收灰度掩模）时用于制作衍射光学元件的技术。

另外，这些光刻技术可被用于在玻璃中制作原模元件 48，该原模元件 48 可被用来在晶片层（level）上从一个可模压材料 50 构成的层中切割出所需的元件（待被置于衬底 52 之上），如图 6a 所示。层 50 最好由聚合物制成，而衬底 52 则可由玻璃（如：熔丝硅石（fused silica））或塑料（最好是多碳酸盐或聚丙烯）制成。聚合物最好是一种紫外线可固化聚丙烯光聚合物，它可从原模上良好地分离下来并能很好地附着在衬底上。这样，在切割期间，它就不会在被固化之后发生破裂或从衬底上脱落下来。合适的聚合物包括 PHILIPS 型的 40029 树脂或 GAFGARD 233。图中的虚线 58 表示了晶片上用于形成一单独集成元件的切割线。

在图 6a 所示的实施例中，原模元件 48 上提供有可模压材料层 50。在衬底 52 上最好有一层粘合催化剂 54 并且/或者在原模元件与模压材料之间的原模元件 48 上最好有一层分离剂。当原模和衬底采用相同材料时，或者当原模自然地具有较高的亲和力以附着可模压材料时，使用粘合催化剂和/或分离剂尤为重要。

所采用的粘合催化剂的类型是待被用作可模压材料、原模材料和衬底材料的光聚合物的一个函数。适用于玻璃衬底的粘合催化剂为 HMDS(hexamethyl disilizane)。这种粘合催化剂可促使可模压材料更好

地粘合在衬底 52 上，这对在晶片层上进行模压尤其重要，因为被模压的晶片要承受上述的切割。

原模 48 上提供的可模压层 50 以及衬底 52 上的粘合催化层 54 最好具有光滑的表面，因该表面将用于模压接触，而光滑的表面则易于消除空气泡，如下所述。原模 48 上的可模压层还提供了一种方便的机制以用于保持与未被粘合的晶片之间的对准，后面将有说明。

如果衬底或原模中有一个是由塑料制成，则最好在另一个非塑料制成的组件上放置聚合物，因为塑料会在紫外线区产生强烈吸收，而紫外线区正好用于激发聚合物。因此，如果需要使紫外线辐射穿透塑料，就要有高强度的光束以达到所需的效果，而这显然缺乏效率。

当利用光刻处理在晶片上提供其它的功能时，在晶片层上进行模压的作法十分有益。即，可有选择地从晶片上增加或减少材料。这种进一步的功能可包括抗反射涂层功能或其它功能，例如，在模压上的金属化焊点，它用于对从一系统的衬底 52 上切割下来的模子进行对准。任何这类功能也可通过在衬底 52 的背面 56 进行光刻而获得。

抗反射涂层一般应被施加在整个表面上，而不是有选择地施加。但是，当同时使用抗反射涂层和金属焊点时，金属不应附着在涂层出现的地方并且让涂层覆盖金属也是不行的。另外，如果要将晶片与另一晶片粘合，也不应将粘合材料附着在具有抗反射涂层的表面上，这就需要在涂层上进行位置选择。

为了实现用于与模压处理一起进行的光刻处理所需的对准要求，可在衬底 52 和原模 48 上提供多个如图 3 所示的基准标记。当执行光刻处理时，它所需的对准容限使得衬底的材料更倾向于选择玻璃而不是塑料。因为玻璃具有相对较小的热膨胀系数并且玻璃比塑料更为光滑，即，它的这些特征对于当在晶片层上形成元件时尤为重要。

尽管在图 6a 中显示了被提供于原模 48 之上的可模压材料 50，但当将其施加给原模 48 时，却很难控制可模压材料 50 的厚度。由于希望使可模压材料成为一个尽可能薄的层但同时又能得到图形，所以最好通过（例如）在光刻胶或树脂上旋涂的办法将可模压材料 50 放置在衬底 52 上，如图 6b 所示。可模压材料 50 的层越厚，就需要越长的蚀刻时间，从而导致费用的增加，由于暴露在蚀刻过程的时间增加，用于构图的材料的退化也会相应增加，而且由于在元件中蚀刻速度的变化，也会增加其不准确性。设置于衬底 52 上的可模压材料 50 的厚度可用传统方法进行精确控制。

当将原模放置于衬底之上时，不能让晶片直接进行接触。这是因为会出现能对模压产品产生负面影响的空气气泡，而且它们还无法消除。

因此，在将原模接触向衬底时，原模一开始只接触到衬底材料的一边，然后再被转动着向下接触衬底。这种倾斜的接触可将出现在模压材料中的空气气泡挤出去。由于原模是透明的，所以可目视观察到气泡，因而就可成功地消除它们。如上所述，这些气泡的存在使得最好让待被接触的表面是光滑的，因为在原模 48 表面上形成的衍射元件甚至在倾斜接触期间也会产生气泡。

用于消除空气泡的倾斜程度取决待被复制的装置的尺寸和深度。倾斜应足够大，以使最大的装置在初始接触时不会穿过整个晶片而碰到另一个晶片。

另外，如果被复制的晶片是可弯曲的，则复制品晶片可被弯曲以形成一个轻微凸出的表面。然后将原模向下接触复制晶片的中心，接着复制晶片被松脱以完成整个表面上的接触，从而消除了空气气泡。所需的弯曲量应正好足够，以使得最大的装置在初始接触时不会穿过

整个晶片而碰到另一个晶片。

当根据本发明所示使用基准标记来将原模元件 48 与玻璃衬底 52 对准时，可使用一种改进样式的传统掩模对准器。一般在掩模对准器中，掩模被与一块平板接触，然后掩模和平板将进行对准真空密封。但是，当晶片顶部的可模压材料为液体（如聚合物）时，就不能产生真空。因此，就需采用上述的倾斜接触。一旦接触建立，晶片将在被处理之前利用基准标记以传统方式而被对准。

另外，固化聚合物所需的能量非常高，如：3-5W/cm2，并且需要在很短的时间例如，在少于 30 秒内将全部能量加上。如果在这个时间内没有施加足够的能量和强度，则聚合物的固化将不会实现。这是因为聚合物中的光引发剂(photoinitiator)会被这种不完全的暴露所消耗而不会被完全聚合。但是，要想提供这样一种具有掩模对准器的高强度源不是十分容易。这是由于所需高能光源的尺寸和温度而造成的。高能光源发出的热量会使掩模对准器在暴露于热辐射时发生卷曲变形。当掩模对准器可以得到热补偿或者就适于在高温下工作时，采用以下的解决方案将更为经济而且也可提供满意的结果。

除了用于使原模与衬底的掩模对准器完全接触所需的倾斜接触之外，一旦实现这种完全接触（而不是对整个表面进行固化处理），则将有一个传输系统（如光纤）从一紫外线源向与掩模对准器接触的原模一衬底提供辐射。该传输系统仅向聚合物的个别点上提供紫外线的辐射。

上述传输系统应足够小以便于安装在掩模对准器中，而且不会消耗太多的热量。这样就不需对掩模对准器进行重新设计。当使用一条光纤时，这些点约为 2mm。另外，还需有一个小的紫外线激光源，也就是说，它不会对系统施加大量的热效应。

传输系统最好以一种对称形式来为晶片周边的点提供辐射。对一个 4 英寸的晶片来说，仅需 6-12 个点即可。如果为了增加稳定性而需要更多的点，也可在晶片的中心位置上放几个点。这些点最好被放置在晶片的外围，而且其数量越少越好，因为与没有点辐射的区域相比，有粘合点的区域不能实现均匀的聚合反应。

这些粘合点可在其所在位置上粘合衬底。用于对粘合点进行固化处理的照射仅被局部地施加，而且只需几个这样的粘合点就已足够，因而可使接受照射的区域足够小以对剩余的可模压材料产生较大的影响。一旦实现对准并且原模被粘合入位，则衬底-原模对将被从对准器上取下，并且其整个表面将在高强度的紫外线光源下得到固化处理以实现完全的聚合反应。在衬底-原模对被从掩模对准器移去以便用掩模对准器外部的高能光源对聚合物进行固化处理时，粘合点可防止由掩模对准器实现的对准发生偏移。

另外，基准标记可被用来在待被接触的表面周围形成机械对准特征。机械对准特征可沿任何轴向提供对准，而且可以有多个这样的机械对准特征。例如，图 4 中的支座就用于沿 y 轴对准晶片，而金属焊点则用于使晶片沿 x 和 z 轴与其它元件对准。对准特征最好通过模压自身而形成。

晶片背面上的模压和光刻处理可以按照任一顺序进行。如果模压先被执行，则其优点在于，它可使原模保持覆盖在模压层上，直至晶片背面的其它后续处理完成为止。然后原模将作为对模压结构的一种密封，这样就可防止聚合物在光刻过程期间熔化，并可在光刻过程期间的加热过程中始终保持装置的精确度。

如果光刻处理先被执行，则在模压期间就需要进行更加精密的对准，这样才可为光刻装置提供比正常模压期间所需的对准度更加精确的对准度。因此，就不需要将模压设备设置成执行这种对准。接下来，

在模压期间就需要用到上述的对准技术。

一旦全部所需处理都已完成，晶片就会被切割以形成单独的元件。这种切割可将机械应力施加在被模压的晶片上。因此，为了保证模压部分在切割期间不发生脱落，模压部分与衬底之间的完全聚合以及充分粘合就变得尤为重要。所以，在选择具体的聚合物、粘合剂催化剂和衬底以及这些元件如何作用时应非常仔细。为了防止模压层在切割期间发生脱落，聚合物与衬底之间的粘合力应最好可承受约 100 克的剪切力强度。

当如图 1-4 所示的两个待被粘合在一起的晶片已被用一种紫外线固化聚合物模压时，适合用于这种粘合的普通紫外线树脂就不再是最好的选择。这是由于紫外线固化聚合物仍会在紫外线区域中产生较高的吸收，因而可使用于固化环氧树脂的有效紫外线光的强度降低，也就是说，为了向待被固化的环氧树脂提供充足的紫外线光，所需的紫外线光的强度就应非常高。所以，有些时候使用热固化树脂来粘合这样的晶片，其效果会更好。

另外，处于未构成元件本身的部分上的聚合物应被清除，然后可在这些不再含有紫外线聚合物的干净区域中采用紫外线环氧树脂以直接将具有紫外线聚合物的玻璃衬底晶片与另一晶片粘合起来。由此就防止了图案内的聚合物产生固化。当使用液体聚合物时，未被固化的聚合物清洗掉。用于晶片-晶片粘合的其它材料（如紫外线环氧树脂）或用于活动元件粘合或遮光的金属可被放置在聚合物已被清除的地方上。

除了用于粘合图 1-4 所示的两个衬底以外，基准标记也可被用于在衬底本身的另一侧生成光学元件，如图 7 所示。用于生成光学元件的生成方法可采用以上所述方法中的任何一种。图 7 中的双面单元 70，其第一表面 70a 上具有一个衍射元件 72，而其第二表面 70b 上则

具有一个折射元件 74，也可在其上提供任何所需的元件。还有，在进行光刻处理时可在混合元件上提供多个金属焊点 76。

图 8 显示了一种集成多光学元件的进一步的结构。在图 8 中，衍射元件 82 被直接形成于一个折射元件 84 上。该折射元件可以采用上述光刻技术中的任一种技术制成。在图 8 所示的特定实例中，折射元件是通过利用一掩模将一由光刻胶 86 构成的圆形层放置在一种光学材料的表面上而形成的。然后光刻胶在控制加热下产生部分流动，从而形成了一个部分球形的形状 87。接下来，其表面被蚀刻并且一个与光刻胶 87 形状基本相同的折射元件 84 通过在光刻胶 87 的厚度方向上进行连续变化的可变蚀刻速率而被形成。微透镜 84 接着得到进一步的处理以在其上形成衍射元件 82。衍射元件可利用光刻处理或模压处理而形成。

被对准并粘合或模压的晶片可含有相同元件的阵列，或者也可含有不同的元件。另外，当对准需求允许时，晶片也可是塑料而不是玻璃的。根据本发明所述在晶片层上制作出来的集成元件，其尺寸约在 100 微米至几个毫米之间，其所需对准精度为±1-2 微米，此精度可利用本发明所述的基准标记和/或对准特征而得以实现。

当光学元件被提供于一个衬底的背面之上而不是面对面地粘合时，可容许的对准精度为±10 微米。这是因为当光穿过玻璃厚度时会产生一个需要纠正或引入的轻微倾斜量。

作为用于被动对准的基准标记的另一个用途，基准标记也可用于生成机械对准特征，如：由一个球体连接的相应枝丛(groves)、由一个焊球连接的金属化焊点、以及具有一个相应凹口的支座。要对整个晶片进行对准，只需几个这样的对准特征即可。

作为将粘合材料放置在各模子周边的另一个用途，也可在模子本

身光路的至少一部分上覆盖粘合材料。这些增加的粘合材料可增加模子的稳定性。但是，光学元件与下一个表面之间的折射系数之差应尽可能大，或者说衍射元件应得到更深的蚀刻并且折射元件需有一个更大的下落高度，这样它们才可以相同的方式进行工作。所以，在其沟槽中需有空气，因为空气的系数为 1.0。如果需要更高的稳定性，则可在当粘合材料要覆盖光学元件的一部分光路时，使用具有尽可能低的折射系数的粘合材料。然后，最好让光学元件在光刻胶中形成（光刻胶的折射系数大于玻璃），也就是说，在光刻胶中形成的元件并未被蚀刻入衬底，但它却可作为元件自身来使用。

另外，粘合材料区域的增大也会增加其中产生空气气泡的可能性，而气泡会对元件的光学性能造成影响。因此，就在粘合材料覆盖在整个模子上时，最好使粘合材料只覆盖模子光路的一部分，同时用它环绕光路中的一条完整光束，这样就可大大减少出现气泡的可能性。还有，如果在间隙中有有源元件，则不能放置粘合材料以免干扰这些有源元件的作用。

本发明所述的所有元件（包括对准特征）最好配备有多个金属化焊点以便于在通常含有多个有源元件的系统中使用。金属化焊点可通过在晶片层上进行光刻而得到有效实现。

另外，尽管上述衬底都是由单一材料制成，但也可采用具有多个层的衬底。例如，可采用一种夹心式的衬底，该衬底的两个偏振层之间夹有一层光敏材料，从而构成了一个光隔离器。

至此，对本发明的说明已基本完成。很明显，对于同一方法可变化出多种方法。这些变化都不能被认为是脱离了本发明的精神和范围，而且对熟练人员来说，这些修改很明显都应被包含在以下权利要求的范围之中。

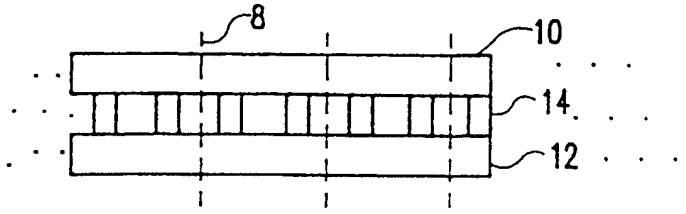


图1

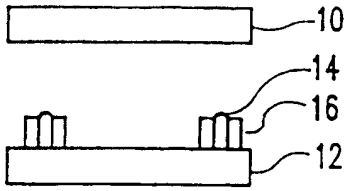


图2

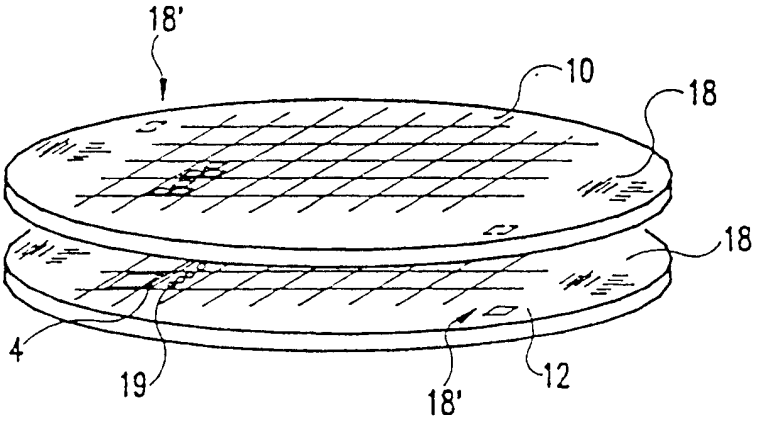


图3A

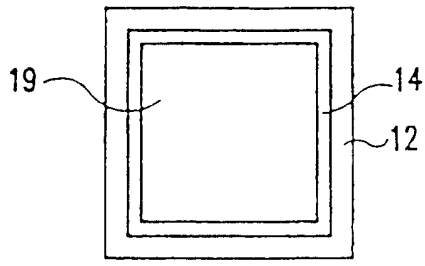


图3B

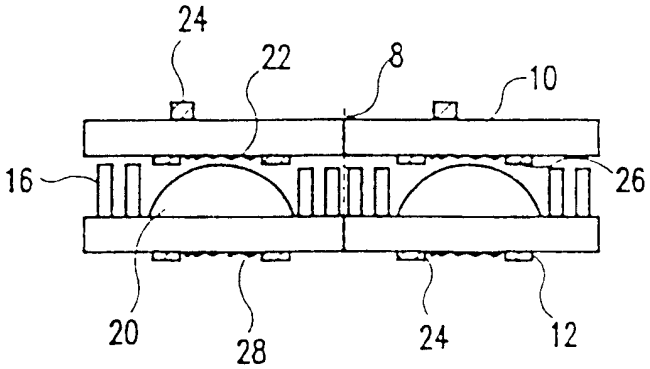


图4A

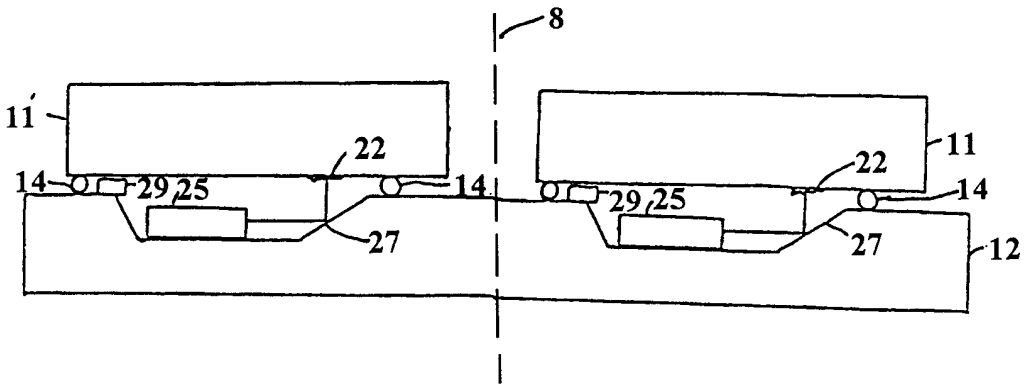


图4 B

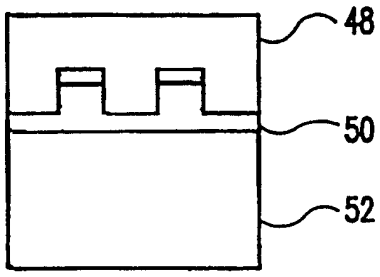


图6B

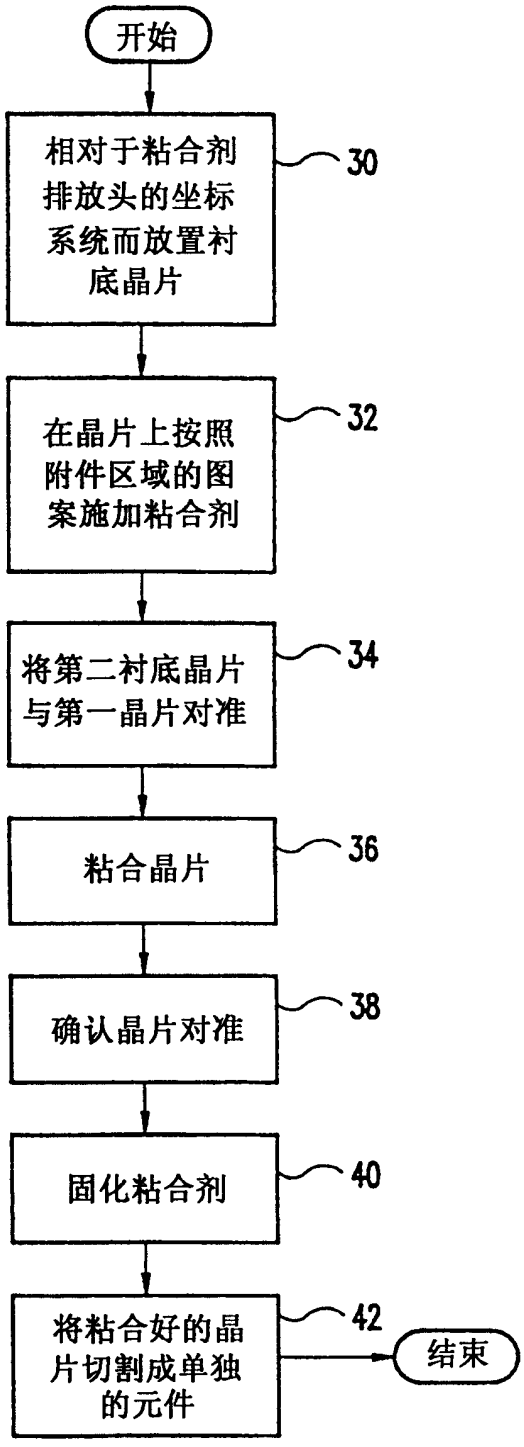

开始
相对于粘合剂排放头的坐标系统而放置衬底晶片
30
在晶片上按照附件区域的图案施加粘合剂
32
将第二衬底晶片与第一晶片对准
34
粘合晶片
36
确认晶片对准
38
固化粘合剂
40
将粘合好的晶片切割成单独的元件
42
结束

图5

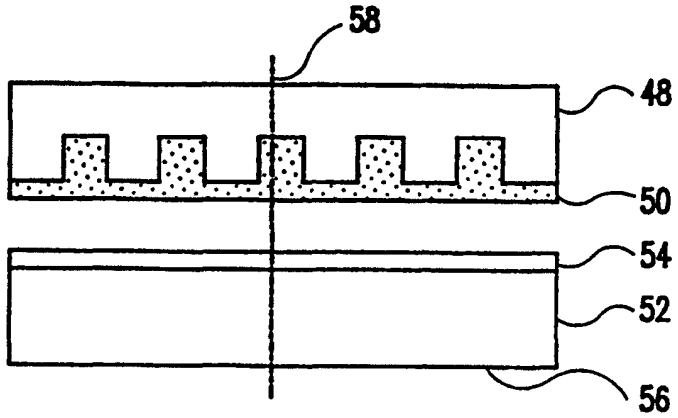


图6A

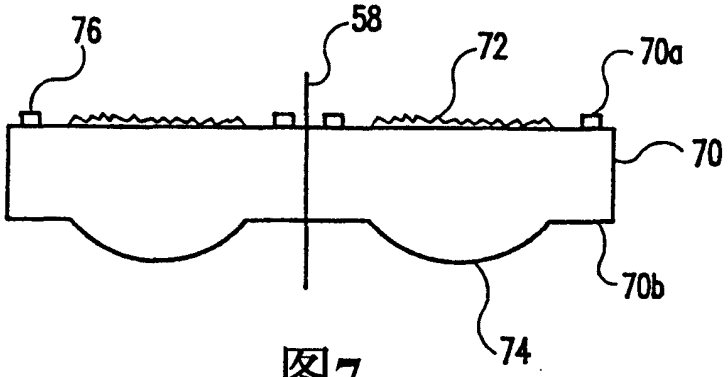


图7

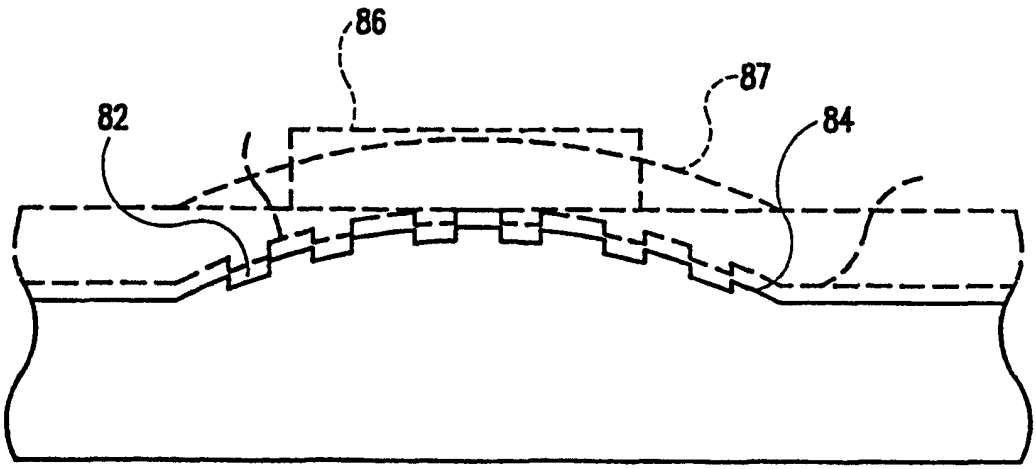


图8