

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 6/12 (2006.01)

G02B 6/42 (2006.01)

H04J 14/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03107040. X

[45] 授权公告日 2007 年 7 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 1328604C

[22] 申请日 2003.2.28 [21] 申请号 03107040. X

[30] 优先权

[32] 2002. 2. 28 [33] JP [31] 2002 - 054375

[73] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本国大阪府

[72] 发明人 石田薰 是永继博

[56] 参考文献

JP2001 - 110188A 2001. 4. 20

JP2000 - 222769A 2000. 8. 11

US20010053260A1 2001. 12. 20

WO0210814A1 2002. 2. 7

审查员 张 苗

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 张政权

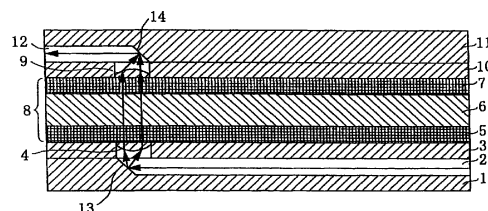
权利要求书 1 页 说明书 16 页 附图 26 页

[54] 发明名称

三维光学波导及其制造方法、光学模块和光学传输系统

[57] 摘要

常规三维波导成本高，要求复杂的调整。通过层叠平面基片，诸如多块透镜基片、隔离器基片和波分复用滤波器，可形成三维光学波导，光学基片至少包括带波导和反射表面的波导基片。在该三维光学波导中，诸平面基片利用一体形成在至少两块平面基片上的标记定位。导入波导的光经反射表面反射，通过透镜基片和隔离器基片。



1. 一种三维光学波导，其特征在于，包括：

至少由具有平面光学波导的第一平面基片和具有透镜层、隔离器层和滤波器层之一的第二平面基片组成的叠层，

其中第一平面基片是平面光学波导在形成玻璃上一体形成的基片，

第二平面基片是所述透镜层、隔离器层和滤波器层之一在形成玻璃上一体形成的基片，

具有凹形或凸形并具有对光透明特性的标记与形成玻璃一起形成在第一和第二平面基片二者上，以及

反射表面形成在平面光学波导上，而光通过所述透镜层、隔离器层和滤波器层之一。

2. 如权利要求 1 所述的三维光学波导，其特征在于，还至少包括受光元件和发光元件中的至少一个。

3. 如权利要求 1 所述的三维光学波导，其中第一和第二平面基片利用在第一和第二平面基片二者的连接表面上形成的标记相互定位。

4. 一种光学发射器模块和接收器模块，其特征在于包括：

电输入端子；

如权利要求 1 的三维光学波导；

连接电输入端子和三维光学波导的发光元件；

连接三维光学波导的受光元件；

与受光元件连接的电输出端子；和

连接三维光学波导的光学输入与输出端子，

其中从电输入端子输入的电信号被转换成光学信号而发送到光学输入与输出端子，而光学输入与输出端子收到的光学信号被转换成电信号并输出给电输出端子。

5. 一种供光学收发的光学传输系统，其特征在于包括：

如权利要求 4 所述的光学发射器模块和接收器模块；和

连接光学发射器模块和接收器模块的光缆。

三维光学波导及其制造方法、光学模块和光学传输系统

技术领域

本发明涉及三维光学波导及其制造方法、光学模块和增强光学装置性能的光学传输系统。

背景技术

通常在形成三维光学波导时，例如为使正在传播通过波导的光相对该波导垂直地输出，如图 26 所示，要把波分复用（WDM）滤波器一类的平面滤波器 1006 插在倾斜形成在平面波导 1001 里的槽 1002 中，被平面滤波器 1006 反射或发射的光相对空间设置的受光元件 1008、透镜系统和另一平面光学波导定向，由此形成三维光学波导。

发明内容

因而，本发明的目的是提供一种三维光学波导及其制造方法、光学模块和光学传输系统，它们的成本低廉，不要求复杂的调整。

本发明的第一方面是一种三维光学波导，包括至少由一块具有平面光学波导的平面基片和一块具有片状光学元件的平面基片组成的叠层。

本发明的第二方面是根据第一方面的三维光学波导，其中具有片状光学元件的平面基片是透镜层、隔离器层和滤波器层之一。

本发明的第三方面是根据第二方面的三维光学波导，其中具有平面波导的平面基片和所述透镜层、隔离器层与滤波器层之一在形成玻璃上一体形成。

本发明的第四方面是根据第二和第三方面的三维光学波导，其总反射表面形成在平面光学波导上，光通过所述透镜层、隔离器层和滤波器层之一。

本发明的第五方面是根据第四方面的三维光学波导，还至少包括受光元件和发光元件中的至少一个。

本发明的第三方面是根据第一方面的三维光学波导，其中诸平面基片利用在至少两块平面基片上一体形成的标记相互定位。

本发明的第三方面是一种制造三维光学波导的方法，其特征在于，包括：

提供多块各自具有平面光学波导的平面基片；

在每块平面基片上同时形成标记；和

通过用标记对诸平面基片定位，层叠诸平面基片。

本发明的第八方面是根据第七方面的制造三维光学波导的方法，其中标记为凹形或凸形，而且在层叠平面基片前，通过对标记加光并使光被标记反射或透射而定位平面基片。

本发明的第九方面是根据第八方面的制造三维光学波导的方法，其中标记底表面是斜表面、散射表面和透镜表面之一。

本发明的第十方面是一种光学发射器模块，包括：

电输入端子；

连接电输入端子的发光元件；

根据本发明第三方面的三维光学波导，用于传输发光元件发射的光；

和

输出经三维光学波导传输的光的光学输出端子。

本发明的第十一方面是一种光学接收器模块，包括：

光学输入端子；

连接光学输入端子的如权利要求3所述的三维光学波导；

受光元件，接收经三维光学波导传输的光；和

与受光元件连接的电输出端子。

本发明的第三方面是一种光学收发器模块，包括：

电输入端子；

三维光学波导，包括至少由带平面光学波导的平面基片、带隔离器的平面基片和带波分复用滤波器的平面基片组成的叠层；

连接电输入端子和三维光学波导的发光元件；

连接三维光学波导的受光元件；

与受光元件连接的电输出端子；和

连接三维光学波导的光学输入与输出端子，

其中从电输入端子输入的电信号被转换成光学信号而从光学输入与输出端子出射，而光学输入与输出端子收到的光学信号被转换成电信号并输出给电输出端子。

本发明的第三方面是一种供收发光学传输系统，包括：

光学发射器模块，包括：

电输入端子；

接电输入端子的发光元件；

三维光学波导具有：

至少由一块带接至发光元件的平面光学波导的平面基片和一块带片状光学元件的平面基片组成的叠层；

波导用于传输从发光元件发射的光；和

输出经三维光学波导传输的光的光学输出端子；

接光学发射器模块的光缆；和
光学接收器模块，包括：

光学输入端子；

三维光学波导，具有：

至少由一块带接至光学输入端的平面光学波导的平面基片和一块带片状光学元件的平面基片组成的叠层；

受光元件，接收经三维光学波导传输的光；和

接受光元件的电输出端子；

光学接收器模块连接光缆。

本发明的第十四方面是一种供光学收发的光学传输系统，包括：

如本发明第十二方面所述的光学收发器模块；和

连接光学收发器模块的光缆。

附图说明

图 1 是表示本发明第一实施例的三维光学波导结构的剖视图。

图 2 是表示本发明第一实施例修正的三维光学波导结构的剖视图。

图 3 是表示本发明第二实施例的三维光学波导结构的剖视图。

图 4 是表示本发明第二实施例修正的三维光学波导结构的剖视图。

图 5 是表示本发明第三实施例的三维光学波导结构的剖视图。

图 6 是表示本发明第三实施例修正的三维光学波导结构的剖视图。

图 7 是表示本发明第四实施例的三维光学波导结构的剖视图。

图 8 是表示本发明第四实施例修正的三维光学波导结构的剖视图。

图 9 是表示本发明的第五实施例的三维光学波导结构的剖视图。

图 10 是表示本发明第六实施例的三维光学波导结构的剖视图。

图 11 (a) ~ 11 (f) 是表示形成在各基片内并在制造本发明的三维光学波导时使用的标记的剖视图。

图 12 (a) ~ 12 (c) 是表示制造本发明的三维光学波导方法的示意图。

图 13 (a) ~ 13 (c) 是表示制造本发明的三维光学波导的修正方法的示意图。

图 14 (a) 与 14 (b) 是表示制造本发明的三维光学波导的另一方法的示意图。

图 15 (a) 与 15 (b) 是表示制造本发明的三维光学波导的再一种方法的示意图。

图 16 (a) 与 16 (b) 是表示制造本发明的三维光学波导的又一种方法的示意图。

图 17 (a) ~17 (d) 是表示制造本发明的三维光学波导的另一方法的示意图。

图 18 (a) 与 18 (b) 是表示制造本发明的三维光学波导的还有一种方法的示意图。

图 19 是表示本发明的光学发射器模块结构的示意图。

图 20 是表示本发明的光学发射器模块结构的示意图。

图 21 是表示本发明的光学接收器模块结构的示意图。

图 22 是表示本发明的光学接收器模块结构的示意图。

图 23 是表示本发明的光学收发器模块结构的示意图。

图 24 是表示本发明的光学收发器模块应用结构的示意图。

图 25 是表示本发明的光学输入端、光学输出端或光学输入与输出端实例的透视图。

图 26 示出原有计数的波导结构。

标号说明

1, 11	波导基片
2, 12	波导
3, 10	透镜基片
4, 9	透镜
8	隔离器基片
13, 14	反射表面
59, 99	表面发射激光器
69, 89	表面安装光二极管
101, 103	标记
102, 104	底表面
105	光源
106	受光器
107, 108	图像

具体实施方式

第一实施例

图 1 示出本发明第一实施例的三维光学波导的剖视结构。

作为具有本发明的平面波导的平面基片，波导基片 1 由形成玻璃（forming glass）构成，波导 2 是本发明的平面光学波导，形成在波导基片 1 的顶表面上。在波导 2 端部，形成反射表面 13，它是本发明的反射表面，包括一小镜

等。在波导基片 1 顶表面上，层叠了透镜基片 3，它是具有本发明透镜层的平面基片。在透镜基片 3 中，透镜 4 由形成玻璃一体构成（与下述的透镜基片一样）。

透镜基片 3 上方依次层叠了偏振片 5、法拉第旋转器 6 和偏振片 7，这些元件构成的隔离器基片 8，是具有本发明隔离器的平面基片。在隔离器基片 8 的顶表面上，层叠了透镜基片 10，这是具有本发明透镜层的平面基片。在透镜基片 10 中，透镜 9 由形成玻璃一体构成。透镜层 10 上方，层叠的波导基片 11 是本发明的平面光学波导，也由形成玻璃构成。

在波导基片 11 下部，形成的波导 12 是本发明的平面光学波导，在其一端形成的反射表面 14 是本发明含小镜的反射表面。设置反射表面 13、透镜 4、透镜 9 和反射表面 14，使它们的垂直位置垂向对准。位置对准方法将在后面描述。反射表面 13 倾斜（ 45° ），使得沿水平方向传播的光沿垂向传播。反射表面 14 倾斜（ 45° ），使垂向传播的光沿水平方向传播。诸基片用紫外固化粘剂粘合。

描述中假定垂直与水平（纵向）方向同图 1 的垂直与水平（纵向）方向相符（适于下面描述）。

在制造这种三维光学波导时，必须在带反射表面 13 的波导基片 1 与带透镜 4 的透镜基片 3 之间。透镜基片 3 与带透镜基片 9 的透镜基片 10 之间，以及在透镜基片 10 与带反射表面 14 的光学波导基片 11 之间作精密的位置对准。图 11 与 12 有助于说明这种位置对准方法。

首先，通过压制形成玻璃，使图 11（a）的凹形标记 101 与诸基片（波导基片 1、透镜基片 3 与 10 和波导基片 11）一体构成。如图 11（a）所示，标记 101 的底表面 102 倾斜 45° 。

接着参照图 12（a）～12（c），以波导基片 1 与透镜基片 3 为例，描述对准基片的过程。

上述倾斜的底表面 102 的形成方向与诸基片的长度方向相同。确定形成在基片上的标记 101 的水平位置，以便沿诸基片的长度方向（下称 x 方向）、与基片平面内 x 方向正交的方向（下称 y 方向）和诸基片层叠方向（垂向即与 x 和 y 方向正交的方向，下称 z 方向）设置预定间距。例如，层叠诸基片，如图 12（a）～12（c）所示，使形成在波导基片 1 里的标记 101 的位置和形成在透镜基片 3 里的标记 101 的位置同为基片的 y 方向，在 x 方向设置预定间距 a，在 z 方向设置预定间距 c。

如图 12（a）所示，通过紫外固化粘剂将波导基片 1 置于下面，而将透镜基片 3 置于波导基片 1 的上方。然后，将发射平行光的光源 105 置于波导基片 1 下面，将 CCD 摄像机等受光器 106 置于透镜基片 3 上方的层叠基片一侧。

当光源 105 发射平行光时，部分发射的平行光被底表面 102 中有标记 101 的部分反射，光的反射部分到达层叠基片一侧的受光器 106。在没有标记 101 的部分，发射的平行光全部透射并到达透镜基片 3 上方的受光器 106。

图 12 (b) 示出按这种方式从透镜基片 3 上方的受光器 106 得到的图像。图中，图像 108 对应与形成在波导 1 内的标记 101，图像 107 对应于形成在透镜基片 3 内的标记 101，这些图像在受光器 106 上示成比周围任何部分更暗的部分。然后沿水平方向移动波导基片 1 和透镜基片 3 作调整，使图像 107 与 108 沿 y 方向的位置相合，二者的间距沿 x 方向为预定的间距 a。

图 12 (c) 示出从置于层叠基片一侧的受光器 106 得到的图像，如上所述。图中，图像 116 对应于形成在透镜基片 3 内的标记 101，图像 117 对应与形成在波导基片 1 内的标记 101，这些图像在受光器 106 上示成比周围任何部分更亮的部分。然后沿 z 方向移动波导 1 和透镜基片 3 作调整，使图像 116 与 117 的间距为预定的间距 c。当元件进入预定的位置对准时，对波导基片 1 和透镜基片 3 施加紫外光而固化填充两者之间空间的紫外固化粘剂，由此粘合基片 1 与 3。

同样地，在透镜基片 3 与 10 之间和透镜基片 10 与波导基片 11 之间也作位置调整。此时，透镜基片 3 与 10 之间的位置对准，其操作类似于上述在透镜基片 3 与 10 之间夹着有隔离器基片 8 的情况。

此时虽然诸基片之间的预定间距 a 可能不同，但经测定，基片层叠时，反射表面 13、透镜 4 与 9 以及反射表面 9 的水平位置垂向对准。

接着，将描述使用这种三维光学波导时的操作。

导入波导基片 1 的光传播通过波导 2，被反射表面 13 向上反射而入射在透镜 4 上。从透镜 4 出射的光通过隔离器基片 8 和透镜 9，经反射表面 4 的水平反射而传播通过波导 12。

这样提供的廉价而精密的三维光学波导，不要求复杂的调整。

在上面描述中，虽然把基片定位成使形成在基片内的标记 101 的水平位置（沿 x 与 y 方向）沿 y 方向相同，而且沿 x 方向设置了预定间距 a，但是诸基片也可定位成沿 y 方向设置预定间距 b。

在第一实施例中，透镜基片 10 出现在隔离器基片 8 与波导基片 11 之间。然而，当只用图 2 所示的透镜 24 把反射表面 13 反射的光聚集在反射表面 14 上时，透镜基片 10 就不需要了。此时可得到与上述类似的效果。

例中，虽然在波导基片 1 与透镜基片 3 之间作位置对准时把光源 105 置于波导基片 1 下面，但是也可将光源 105 置于波导基片 1 和透镜基片 3 一侧，如图 13 (a) 所示。此时，在与标记 101 底表面 102 不一致的部分，光源 105 发射的平行光在到达置于波导 1 和透镜基片 3 一侧的受光器 106 时，被透射到波导基片 1 和透镜基片 3 的相对侧，而在与标记 101 底表面 102 相一致的

部分，部分平行光向上反射而到达透镜基片 3 上方的受光器 106。

因此，作为在透镜基片 3 上方的受光器 106 上得到的图像，如图 13 (b) 所示，对应于透镜基片 3 的标记 101 的图像 109 和对应于波导基片 1 的标记 101 的图像 110，在受光器 106 上示成比周围部分更亮的部分。如上所述，在光源 105 置于波导基片 1 和透镜基片 3 一侧时，通过类似于上述情况调整图像 109 与 110 之间的间距 a ，可将波导基片 1 和透镜基片 3 沿水平方向置于预定位置。

图 13 (c) 示出如上述那样从置于波导基片 1 和透镜基片 3 一侧的受光器 106 得到的图像，这里的图像 118 对应于形成在透镜基片 3 内的标记 101，图像 119 对应于形成在波导基片 1 内的标记 101，这些图像在受光器 106 上示为比周围部分更暗的部分。然后，沿 z 方向移动波导 1 和透镜基片 3 作调整，使图像 118 与 119 的间距为预定的间距 c 。当诸元件进入预定的位置对准时，波导 1 和透镜基片 3 就像上述那样粘合在一起。

在以上描述中，虽然用凹形标记 101 定位诸基片，但是也可用凸形标记 103 来定位。图 11 (d) 示出凸形标记 103 底表面 104 倾斜 45° 的情况，图 11 (e) 示出凸形标记 103 底表面 104 具有散射表面的情况，图 11 (f) 示出凸形标记 103 底表面 104 有一透镜结构的情况。

使用这些凸形标记 103 时，诸基片的水平与垂直位置的调整类似于凹形标记 101 的情况，如上所述，各基片之间的空间由隔片固定（未示出）或用粘剂填充，光源 105 置于下面或波导 1 一侧。

在以上描述中，虽然标记 101 和 103 底表面倾斜 45° ，但是也可倾斜不同的角度，此时通过设置受光器 106，使来自光源 105 的光相对于基片斜向上或斜向下投射到受光器 106 上，通过观察受光器 106 上示出的图像，同样可调整各基片的间距。

在以上描述中，虽然用底表面倾斜的标记 101 和 103 沿水平与垂直方向定位诸基片，但是可以考虑使用底表面 102 结构不同的标记 101。

图 14 (a) 与 15 (a) 示出几例在底表面 102 具有透镜结构的标记 101 的情况中使用的元件配置。如图 14 (a) 所示，光源 111 是漫射光源，置于波导基片 1 下面一预定距离。受光器 106 位于透镜基片 3 上方。在波导基片 1 中，设置一凹形标记 101，从下面看时，其透镜结构的底表面 102 为凹形，而在透镜基片 3 中，设置一凹形标记 101，当从下面看时，其透镜结构的底表面 102 为凸形。这里，形成在波导基片 1 内的底表面 102 的凹镜有一透镜结构和折射率，将离波导基片 1 预定距离的光源 111 发射的漫射光折射成平行光。

像凸镜一样的透镜结构和形成在透镜基片 103 内的底表面 102 的折射率，是将入射在透镜基片 3 底表面 102 上的平行光聚集在透镜基片 3 上方受光器 106 上的透镜结构与折射率。基片标记 101 的位置沿 x 与 y 方向均相同，即预定位置。在该配置中，光源 11 发光时，光通过波导基片 1 的标记 101 和透镜基

片3的标记101而聚集在受光器106上,此时从受光器106得到的图像示于图14(b),即在受光器106上,形成的图像112时标记101自身的图像,由带透镜结构的底表面102聚集的图像113形成在图像112里边。如上所述,沿水平方向调整波导基片1或透镜基片3,使图像113形成在图像112里边,可沿水平方向定位波导基片1和透镜基片3。

调节波导基片1与透镜基片3的间距,使受光器106上图像113的外径为预定值(即光源111发射的光大部分聚集在受光器106上),可调节(垂直方向定位)波导基片1与透镜基片3的间距。图14(b)中,虽然两图像112与113并排安置,但是这些图像是在设置了同类型的另一标记101而在基片上并排时形成的。标记101在每块基片上一个一个设置,如图14(a)所示。

图15(a)示出图14(a)结构的修正,此时,形成在波导基片1里的标记101底表面102具有从下面看呈凸形的透镜结构。形成在波导基片1的底表面102和形成在透镜基片3的底表面102的作为凸镜的透镜结构和折射率,利用波导基片1和透镜基片3的底表面102,把光源111发射的光聚集在透镜基片3上方的受光器106上。在受光器106上,像图15(b)那样形成图像114与115,且与上述情况一样沿水平与垂直方向定位波导基片1和透镜基片3。

虽然图14(a)、14(b)、15(a)与15(b)参照应用凹形标记101的实例作了描述,但是上述情况适用于应用如图11(f)的凸形标记101的情况。

图16(a)与16(b)示出标记101底表面102为散射表面的情况(见图11(b))。此时如图16(a)所示,受光器106和光源105置于波导基片1下面而相互邻接。在该配置中,当光源105发射平行光时,光在标记101底表面102的散射表面被散射,部分散射光到达波导基片1下面的受光器106。图16(b)示出受光器106接收的图像光。图中,图像120对应于形成在透镜基片3内的标记101,图像121对应于形成在波导基片1内的标记101。把图像120与121的距离调节预定间距a,可沿水平方向定位诸基片。

图17(a)~(d)示出标记101底表面102为斜散射表面的情况。此时如图17(a)所示,受光器106在波导基片1和透镜基片3一侧置于波导基片1下面或透镜基片上方。在该配置中,应用来自波导基片1下面的光源105的光,调节诸基片的水平或垂直位置。

例如,将受光器106置于透镜基片3上方和波导基片1与透镜基片3一侧,可同时沿水平与垂直方向定位基片,像图12(a)~(c)的情况一样。再者,将受光器106置于波导基片1下面和波导基片1与透镜基片3一侧,也可同时沿水平与垂直方向定位基片。图17(b)示出透镜基片3上方受光器106所示的图像,图像122对应于形成在透镜基片3内的标记101,图像123对应于形成在波导基片1内的标记101。图17(c)示出透镜基片3和波导基片1一侧受光器106所示的图像,图像124对应于形成在透镜基片3内的标记101,

图像 125 对应于形成在波导基片 1 内的标记 101。图 17 (d) 示出波导基片 1 下面受光器 106 所示的图像, 图像 126 对应于形成在透镜基片 3 内的标记 101, 图像 127 对应于形成在波导基片 1 内的标记 101。

如上所述, 在标记 101 底表面为斜散射表面时, 因受光器 106 可相对基片沿三个方向设置, 故定位方法具有灵活性。例如, 当层叠基片不透射光时, 也可以定位, 如后面描述的那样。调节观察沿三个方向设置的受光器 106, 可更精密地定位。

而且, 要考虑标记 101 底表面 102 为斜透镜表面的情况。此时如图 18 (a) 与 18 (b) 所示, 将受光器 106 设置成偏离光源 105 的光轴。

另外, 要研究标记 101 底表面 102 为带散射表面的透镜表面的情况。

在以上描述中, 形成在基片内的标记 101 是同类标记 101 的组合, 但也可用不同类标记 101 的组合实现定位。例如, 执行定位时, 可在一块基片内形成底表面 102 倾斜的标记 101, 在另一块基片内形成底表面 102 具有散射表面的标记 101。再者, 执行定位时, 可在一块基片内形成底表面 102 倾斜的标记 101, 在另一块基片内形成底表面 102 具有透镜表面的标记 101。另外, 执行定位时, 可在一块基片内形成底表面 102 具有扫描表面的标记 101, 在另一块基片内形成底表面 102 具有透镜表面的标记 101。在组合带透镜表面的标记 101 时, 光源 105 发射的光不必严格平行。

以上描述中, 基片定位法被描述成定位波导基片 1 和透镜基片 3 的情况, 但该方法同样可用于定位其它基片 (即本发明的平面基片) 的情况。

以上描述中, 定位应用了来自基片下面的光, 但也要研究应用来自基片上方的光。例如, 如图 1 所示, 在层叠了波导基片 1、透镜基片 3、隔离器基片 8 和透镜基片 10 的状态下, 还将波导基片 12 层叠在透镜基片 10 上并对透镜基片 10 与波导基片 11 定位, 光源 105 和受光器 106 置于波导基片 11 上方, 且受光器 106 位于透镜基片 10 和波导基片 11 一侧。此时, 使用底表面 102 为斜散射表面的标记 101。当将来自波导基片 11 上方的光加到无标记 101 的部分时, 光被隔离器基片 11 反射, 而在由标记 101 的部分, 光侧向反射。因而在波导基片 11 上方的受光器 106 上, 投射出类似于图 12 (b) 的图像。在波导基片 11 一侧的受光器 106 上, 投射出类似于图 12 (c) 的图像, 这样, 利用来自基片上方的光, 可沿水平与垂直方向同时对基片定位。

第二实施例

下面参照图 3 描述本发明的第二实施例。

在图 3 的三维光学波导中, 波导基片 31 有两个波导 22 与 32, 波导 32 位于图 3 平面较远一侧而平行于波导 22。波导 22 在其端部有一反射表面 313, 波导 32 在其端部有一反射表面 333。透镜基片 33 的透镜 34 对应于反射表面 313, 透镜 304 对应于反射表面 333。

在隔离器基片 8 上方，层叠的透镜基片 30 具有对应于透镜 34 的透镜 29，在透镜基片 30 上方，层叠的波导基片 31 具有波导 312 和位于波导 312 一端对应于透镜 29 的反射表面 314。在波导基片 31 上方，层叠了具有对应于透镜 304 的透镜 209 的透镜基片 300，而在透镜基片 300 上方，层叠的波导基片 301 具有波导 302 和位于波导 302 一端对应于透镜 209 的反射表面 324。

图中，反射表面 313 与 333 倾斜 45° ，像第一实施例的反射表面 13 一样。反射表面 314 与 324 都倾斜 45° ，像第一实施例的反射表面 14 一样。与第一实施例一样，反射表面 314、透镜 34 与 29 和反射表面 314 的水平位置都沿垂直方向对准，而反射表面 33、透镜 304 与 209 和反射表面 324 的水平位置以垂向对准。

其中，波导基片 31 与透镜基片 33 的定位、透镜基片 33 与 30 的定位、透镜基片 30 与波导基片 31 的定位、波导基片 31 与透镜基片 300 的定位，透镜基片 300 与波导基片 301 的定位，都类似于第一实施例（同样适用于下述诸实施例）。

构制上述的三维光学波导，通过类似于第一实施例的措施，把导入波导基片 31 的波导 22 与 32 的光分别导向波导 312 与 302。如上所述，将本发明的平面基片层叠起来并以三维方式形成两个波导，可提供不要求复杂调整的廉价与高性能的三维光学波导。

在第二实施例中，透镜基片 30 位于隔离器基片 8 与波导基片 31 之间，透镜基片 300 位于波导基片 31 与 301 之间，当能够只用透镜 44 把反射表面 313 反射的光聚集在反射表面 314 上，并且如图 4 所示，当只用透镜 404 把反射表面 333 反射的光聚集在反射表面 324 上时，就不需要透镜基片 30 与 300 了，此时效果与上述情况相同。

在第二实施例中，波导 32 位于离图 3 平面较远一侧而平行于波导 22，但波导 22 与 32 的配置并不限于此。只要将波导 22 和 32 分开置于同一波导基片 31 上，并使导入其内的光分别导向其它波导 312 和 302，任何配置都可获得上述一样的效果。

波导 22 与 32 不一定出现在同一波导基片 31 上，可以出现在不同的层叠波导基片上，而波导 312 与 302 不一定出现在波导基片 31 与 301 上，可以出现在同一波导基片上，此时效果与上述同。

第三实施例

图 5 示出本发明第三实施例的三维光学波导结构。

在本发明该三维光学波导中，置于隔离器基片 8 上方的表面发射激光器（VCSEL）59 是本发明的发光元件，而设置反射表面 513、透镜 54 和表面发射激光器 59 的水平位置使可垂向对准。其中，波导基片 51、透镜基片 53 和隔离器基片 8 构成的部件结构与第一实施例类似，故不再描述。

根据上述结构，表面发射激光器 59 发射的激光束通过隔离器基片 8 和透镜 54，导向波导基片 51 的波导 52。这样，可提供不要求复杂调整的廉价而高性能的三维光学波导。

在第三实施例中，虽然透镜基片 53 与表面发射激光器 59 之间有隔离器基片 8，但是隔离器基片 8 不一定需要有，而效果与上述相同。

以上描述参照了将表面发射激光器 59 置于隔离器基片 8 上方的一个实例，如图 6 所示，可以用作为本发明受光元件的表面安装光二极管 69 来代替表面发射激光器 59。图 6 的三维光学波导包括带波导 62 的波导基片 61、带透镜 64 的透镜基片 63 和表面安装光二极管 69。其中波导基片 61 和透镜基片 63 的结构类似于上述结构，不再描述。在图 6 结构中，隔离器基片 8 可以层叠在透镜基片 63 与表面安装光二极管 69 之间。

第四实施例

图 7 示出本发明第四实施例的三维光学波导结构。

在第四实施例的三维光学波导中，波导基片 71 具有波导 72 和与之反向的波导 702。在波导 72 一端形成反射表面 713，在波导 702 一端形成反射表面 733，其中这两个反射表面相互相对，各自沿形成梯形斜率的方向与水平面倾斜 22.5° 。在层叠于波导基片 71 上方的透镜基片 73 上，将透镜 74 和 704 同透镜基片 73 形成一体而相互邻接。

透镜基片 73 上方层叠了波分复用滤波器 76，它是具有本发明的滤波层的平面基片，在其上方层叠了带透镜 79 的透镜基片 70。在透镜基片 70 上方，层叠的波导基片 711 具有波导 712 和形成在波导 712 一端的反射表面 714，其中反射表面 714 与水平面倾斜 22.5° 。从反射表面 713 看，透镜 74 与 79 和反射表面 714 对准成从水平面向左上方倾斜 45° 。当从反射表面 733 看时，透镜 704 沿 向右上方倾斜的方向与水平方向倾斜 45° 。

下面描述上述三维光学波导结构的操作。

沿水平方向向左传播通过波导 72 的光，被反射表面 713 沿水平传播方向成 45° 。向上反射并通过透镜 74。通过透镜 74 的部分光通过波分复用滤波器 76（即被波分复用滤波器分出），经透镜 79 到达反射表面 714 而沿水平方向反射，并向左传播通过波导 712。包括被波分复用滤波器 76 分出的其余波长分量的光，沿向下倾斜的方向与水平方向成 45° 向透镜基片 73 与波分复用滤波器 76 的截面左侧反射，并通过透镜 704 被反射表面 733 反射，沿水平方向向左传播通过波导 702。

如上所述，根据本例的三维光学波导，入射波导 72 的光在传播通过波导 712 的光与传播通过波导 702 的光之间分离后，可提取波长分量。

本例中，当透镜 74 足以把光聚集在反射表面 714 上时，就不需要透镜基片 70，此时可得到与上述同样的效果。

图 8 示出本例的修正。修正中，在透镜基片 70 上方设置了表面安装光二极管 89，不层叠波导基片 711。因而对于入射波导 72 的光，只把波长分量被波分复用滤波器 76 分出的光导入表面安装光二极管 89，而把波长分量未被波分复用滤波器 76 分出的光导入另一波导 702。

在形成本例的三维光学波导时，可按要求应用来自三维光学波导上方的光对基片定位。例如，在如图 7 所示层叠了波导基片 71、透镜基片 73、波分复用滤波器 76 和透镜基片 70 的条件下定位波导基片 711 的场合中，当光源 105 发射的光波长不通过波分复用滤波器 76 时，就把光源 105 置于波导基片 711 上方，以类似于第一实施例的方法应用来自上方的光定位波导基片 711。

第五实施例

图 9 示出本发明第五实施例的三维光学波导结构。

本例的三维光学波导，左侧有一三维光学波导，其中在第三实施例所示的三维光学波导（图 5）上方层叠了带透镜 919 的透镜基片 900，右侧具有第四实施例所示的三维光学波导（图 8）。其中透镜基片 900 左右侧的厚度不一。本例三维光学波导右侧比左侧厚，厚度为法拉第旋转器 96 与偏振片 97 的厚度之和。再者，将波分复用滤波器 906 设计成反射表面发射激光器 99 发射的光波长，并且发射自波导 92 入射的光波长。其它元件类似于第三与第四实施例，不再复述。

在这种结构的三维光学波导中，向左传播通过波导 92 的光被反射表面 913 以与水平传播方向成 45° 向上反射，通过透镜 94、波分复用滤波器 906 与透镜 909 而到达表面安装光二极管 999。表面发射激光器 99 发射的光向下通过透镜 919、隔离器基片 98 与透镜 914，被反射表面 943 沿水平方向朝右反射，再被反射表面 933 沿与传播方向成 45° 的方向朝上反射。反射表面 933 反射的光通过透镜 904，沿下斜方向以 45° 向波分复用滤波器 906 与透镜基片 93 的截面右侧反射，通过透镜 94 而到达反射表面 913。被反射表面 913 沿水平方向朝右反射的光，向右传播通过波导 92。

如上所述，根据本例，提供一种廉价而高性能的三维光学波导，尽管结构复杂，但是不要求作复杂的调整。

第六实施例

图 10 示出本发明第六实施例的结构。

图 10 所示三维光学波导右侧的结构类似于第二实施例的三维光学波导结构（图 3），不再复述。图 10 所示三维光学波导左侧的结构是将第四实施例中三维光学波导结构（图 7）作垂直与水平倒置后得到的，其中设置的波分复用滤波器 1316 是本发明的一例波分复用滤波器，可发射波长 λ_1 的光而不发射波长 λ_2 的光。

在这种结构的三维光学波导中，当不同波长 λ_1 与 λ_2 的光分别导入波导

1322 和 1332 时,导入波导 1322 的波长 λ_1 的光通过反射表面 1313、透镜 1334、隔离器基片 1308、透镜 1324、反射表面 1363 和波导 1342 到达反射表面 1373。反射表面 1373 反射的光通过透镜 1344、波分复用滤波器 1316 和透镜 1364,经反射表面 1393 反射而到达波导 1362。

导入波导 1332 的波长 λ_2 的光,通过反射表面 1333、透镜 1304、隔离器基片 1308、透镜 1314 和反射表面 1353 而到达反射表面 1383。被反射表面 1383 反射的光,通过透镜 1354 从右上方斜向入射到波分复用滤波器 1316。由于波分复用滤波器 1316 不发射波长 λ_2 的光,所以从其右上方斜向入射的光在该滤波器 1316 与透镜基片 1350 的界面反射,朝左向上斜向传播,通过透镜 1364 与反射表面 1393 导入波导 1362。

如上所述,当波长 λ_1 与 λ_2 的光导入波导 1322 与 1332 时,波长分量为 λ_1 与 λ_2 的光就从波导 1362 输出。如上所述,根据本例提供的廉价而高性能的三维光学波导,虽结构复杂,但无需复杂的调整。

第七实施例

应用上述任一实施例的三维光学波导,可构成一种光收发模块。图 19 是一例这种光学发射器模块的结构。如图 19 所示,其中对电输入端 1105 接一只激光二极管 1109,电输入端 1105 是一例本发明的电输入端,激光二极管 1109 是一例本发明的发光元件。激光二极管 1109 接波导 1102,后者经隔离器 1108 接波导 1112。对波导 1112 接光学输出端 1107,后者是一例本发明的光学输出端。应用图 1 的三维光学波导(本发明的一例三维光学波导),可以构成这种光学发射器模块。此时,图 19 的波导 1102 对应于图 1 的波导 2,其一端接有激光二极管 1109(为边缘发射激光器)。图 19 的波导 1112 对应于图 1 的波导 12,在其一端,例如设置图 25 所示的 V 槽 1042 作为光学输出端 1107,并固定了光缆(未示出)。

这样,根据输入电输入端 1105 的电信号,可以从输出端 1107 输出光学输出,因而可提供无需复杂调整的廉价型光学发射器模块。

不用图 1 的三维光学波导,可以使用图 2 的三维光学波导,还可应用图 3 或图 4 的三维光学波导。此时,两个波导 22 与 32 对应于波导 1102,两个波导 312 与 302 对应于波导 1112。各波导 22 与 32 的一端置有激光二极管 1109。各波导 312 与 302 的一端接光学输出端 1107,各激光二极管 1109 发射的光从光学输出端 1107 输出。而且,可以使用图 5 的三维光学波导,此时可省去波导 1102,用表面发射激光器 59 作为激光二极管 1109。

另外,图 20 示出一例波分复用光学发射器模块结构,其两只激光二极管 1119 和 1129 各自有电输入端 1105。激光二极管 1119 和 1129 分别接波导 1132 和 1142,这两个波导通过隔离器 1118 分别接波导 1152 和 1162,而后两个波导通过波分复用滤波器 1106 接光学输出端 1107。

例如，应用图 10 的三维光学波导结构可构成这种波分复用光学发射器模块，此时将输出波长 λ_1 光的激光二极管 1119 置于波导 1322 一端，把输出波长 λ_2 光的激光二极管 1129 置于波导 1332 一端，输出端 1107 置于波导 1362 一端。

这样，由两只激光二极管 1119 和 1129 输入的电信号因相互组合而输出为一个光学信号。

第八实施例

图 21 示出一例光学接收器模块的结构。如图 21 所示，作为本发明一例光学输入端的光学输入端 1117（如图 25 的 V 槽）置于波导 1122 一端，而作为本发明一例受光元件的光二极管 1209 接波导 1122。对光二极管 1209，接电输出端 1115，这是一例本发明的电输出端。例如，应用图 6 的三维光学波导（一例三维光学波导），可构成这种光学接收器模块。根据这种结构的光学接收器模块，根据从光学输入端 1117 输入的光学信号，可从电输出端 1115 得到电输出。

图 22 示出一例波分复用光学接收器模块的结构。在该结构例中，光学输入端 1117 接波分复用滤波器 1116，波导 1172 和 1182 接波分复用滤波器 1116，光二极管 1219 和 1229 分别接波导 1172 和 118。

例如，应用图 7 的三维光学波导，可构成这种波分复用光学接收器模块。此时，光学输入端 1117 接波导 72 一端，光二极管 1219 和 1229 分别接波导 712 和 702 的端部。把波分复用滤波器 76 置成发射波长 λ_1 光而不发射波长 λ_2 光。

在这种结构的波分复用光学接收器模块中，在波长 λ_1 与 λ_2 的光导入波导 71 时，波长 λ_1 光通过波导 712 到达光二极管 1219，波长 λ_2 光通过波导 702 到达光二极管 1229，据此，电输出从接至各光二极管 1219 和 1229 的电输出端 1115 输出，即由一个光学输入端 1117 输入的光学信号，可以作为两个分离的电信号从各电输出端 1115 获得。

上述光学发射器模块和光学接收器模块，通过一条光缆，可用作收发的光学传输系统。

第九实施例

图 23 示出一例波分复用光学收发器模块的结构，具有光学发射与接收两种功能。在图 23 的结构中，具有电输入端 1105 并发射波长 λ_1 光的激光二极管 1139，通过波导 1192、作为本发明一例隔离器的隔离器 1128 和波导 1212，接波分复用滤波器 1126（本发明的一例波分复用滤波器）。具有电输出端 1115 并接收波长 λ_2 光二极管 1239，通过波导 1202 接波分复用滤波器 1126。波分复用滤波器 1126 接光学输入与输出端 1127（如图 25 的 V 槽），后者是本发明一例光学输入与输出端。

例如，应用图 9 的三维光学波导可构成这种波分复用光学收发器模块，此时光学输入与输出端 1127 置于波导 92 一端。波分复用滤波器 906 设置成不发射表面激光器 99 发射的波长 λ_1 光，而发射输入到光学输入与输出端 1127 的波长 λ_2 光。

根据该结构，表面发射激光器 99 发射的波长 λ_1 光在波分复用滤波器 906 与透镜基片 93 的界面反射，通过波导 92 从光学输入与输出端 1127 输出。输入光学输入与输出端 1127 的波长 λ_2 光，通过波分复用滤波器 906 到达表面安装光二极管 999。根据这种波分复用光学收发器模块，只用一个光学输入与输出端 1127 就可收发光。

图 24 示出一例应用这种波分复用光学收发器模块的光传输设备。图 24 中，激光二极管 1149 接激光二极管驱动器 IC1104，后者接输入多个信号的电信号输入端 1125。激光二极管驱动器 IC1104 控制加到激光二极管的偏流并叠加数字信号。

另一方面，光二极管 1249 接接收前端 IC1114，而接收前端 IC1114 接收解复用器 1113，后者接输出多个信号的接收信号输出端 1135。接收前端 IC1114 对光二极管 1249 输出的微弱信号作低噪声放大。

在图 24 中，激光二极管 1149 和置于光二极管 1249 右侧的诸元件如上所述。应用这种光学传输设备，可在一条光缆上通过一个光学输入与输出端发射多个电信号。

通过光缆将上述多个用于收发光学模块连接起来，可以用作收发的光学传输系统。此时，例如通过设定一个光学收发器模块的波长 λ_1 发射和以波长 λ_2 接收，另一光学收发器模块以波长 λ_2 发射和以波长 λ_1 接收，可将成对的两个光学收发模块用作光学传输系统的一对收发模块。

以上描述中，上下左右固定成图示那样，只要能获得同样效果，固定方式可以与之不同。

以上描述中，来自水平方向的光沿垂向或以 45° 角传播，但这些仅为举例。光可以相对层叠基片以任意角度传播，此时可设定反射表面角度和透镜与反射表面的配置，使光以这种方式传播。

在上述诸实施例中，基片用形成玻璃构成，但本发明并不限于此，它们可用树脂等构成。例如，在硅基片上可通过干蚀刻法与波导一起同时形成标记 101 与 103，效果与上述一样。

在上述诸实施例中，除了或者替代透镜层，隔离器层与滤波器层，平面基片不带波导，是片状光学元件。这类片状光学元件的例子包括衰减光功率的片状衰减器。

发明的效果

本发明可提供无需复杂调整的廉价型三维光学波导。

而且，当在形成玻璃上一体形成平面波导和透镜层、隔离器层或滤波器层时，可提供无需复杂调整的廉价型三维光学波导。

再者，当平面基片具有透镜层、隔离器层或滤波器层时，可提供高性能的三维光学波导。

另外，按照本发明制造三维光学波导的方法，可提供能够无需复杂调整的精密而廉价的三维光学波导。

还有，根据具有本发明的三维光学波导的光学模块，可提供无需复杂调整的廉价型光学模块。

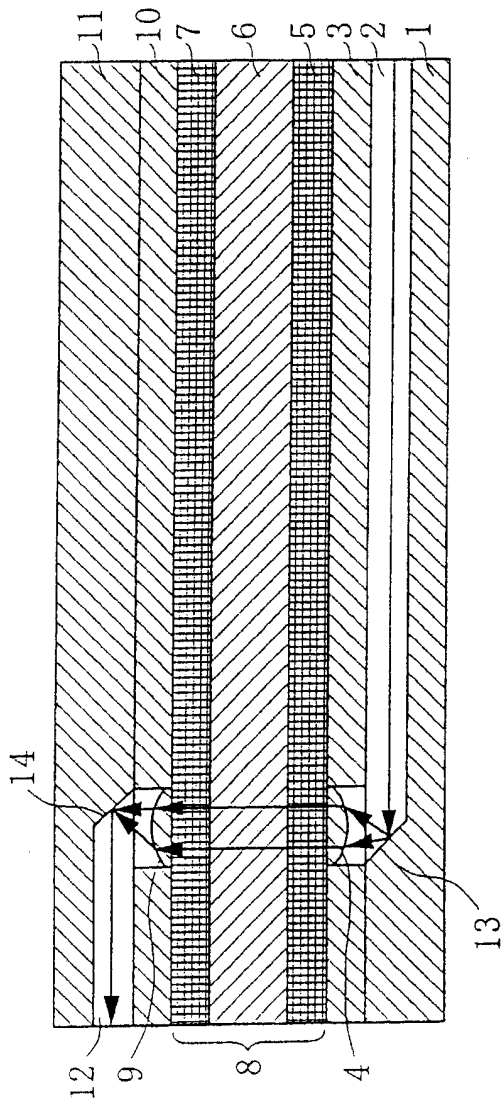


图 1

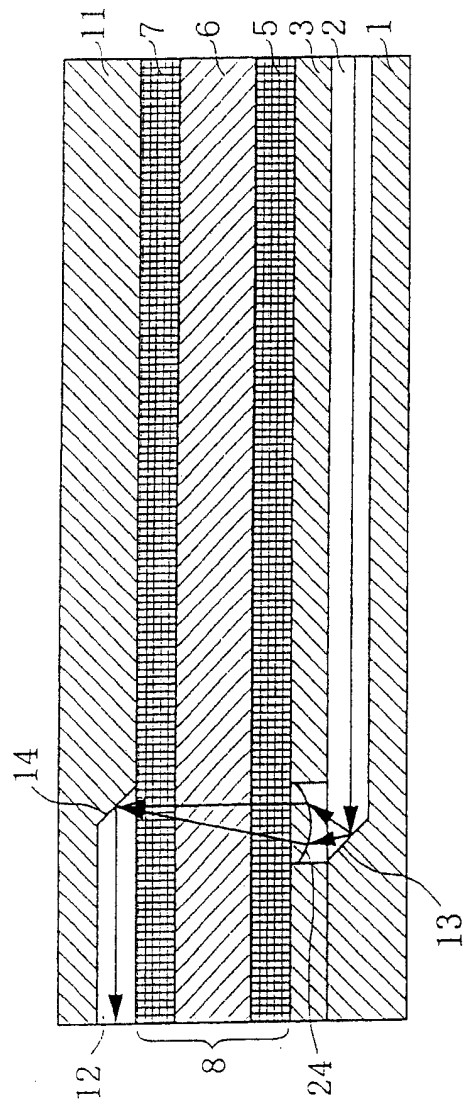


图 2

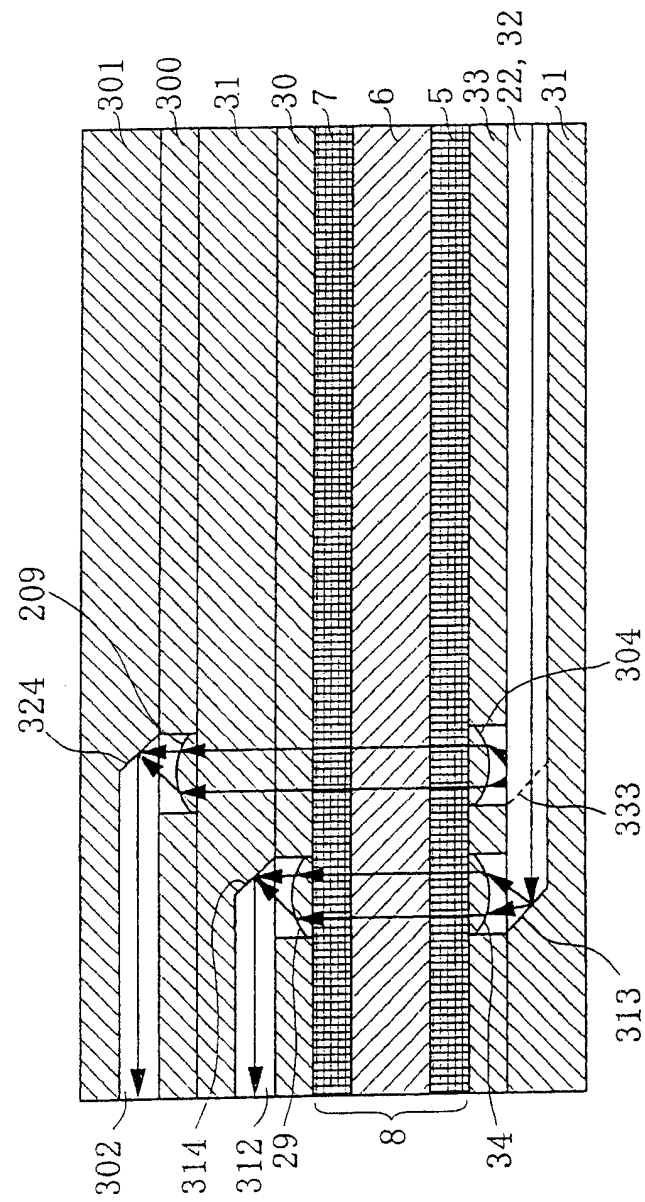


图 3

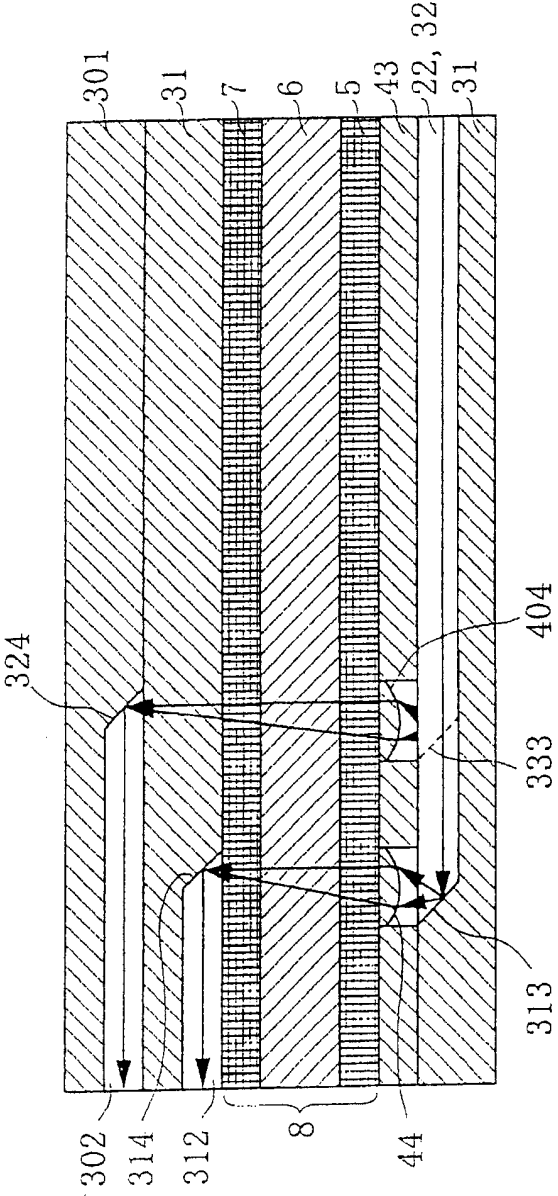


图 4

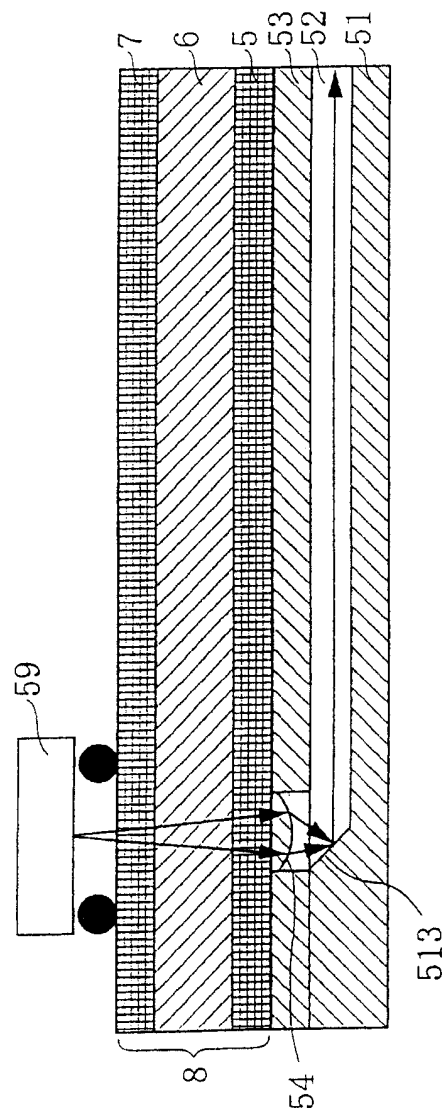


图 5

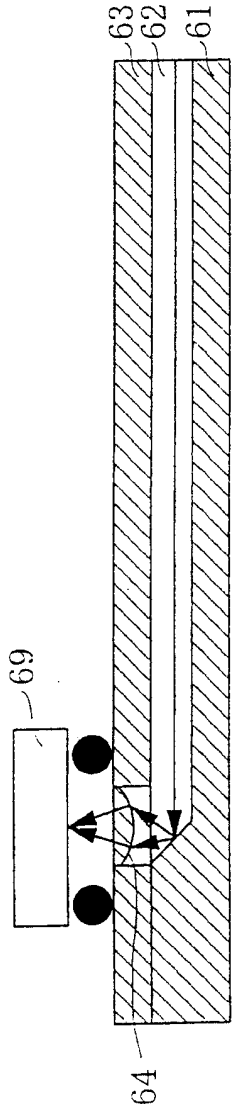


图 6

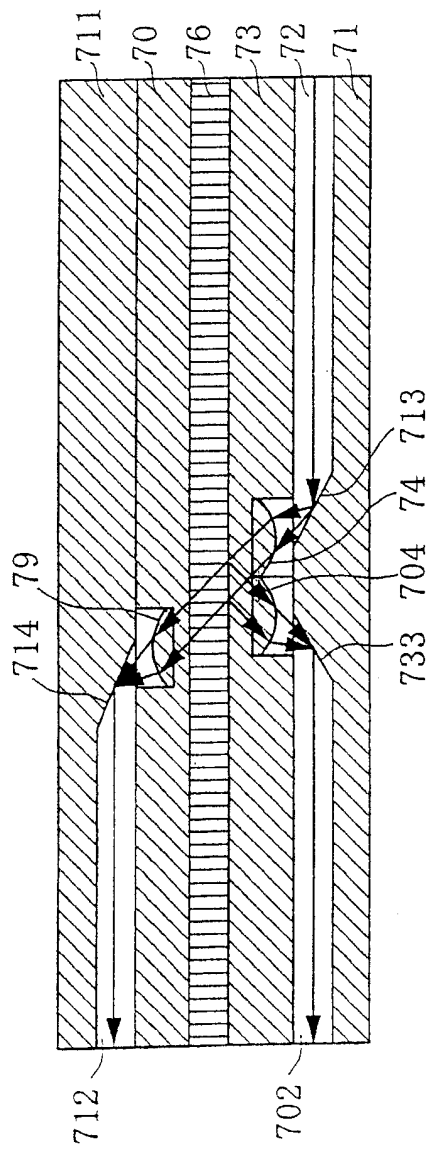
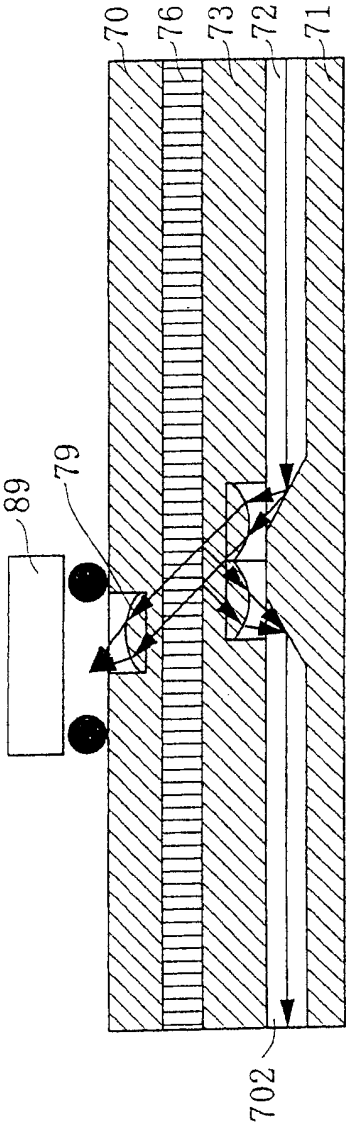


图 7



 8

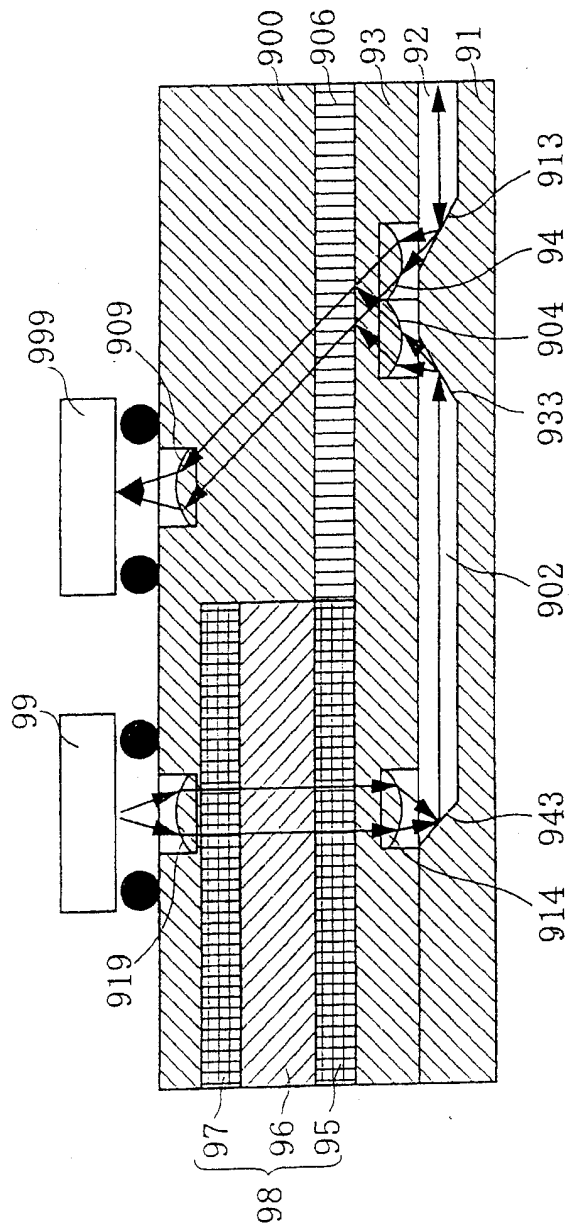


图 9

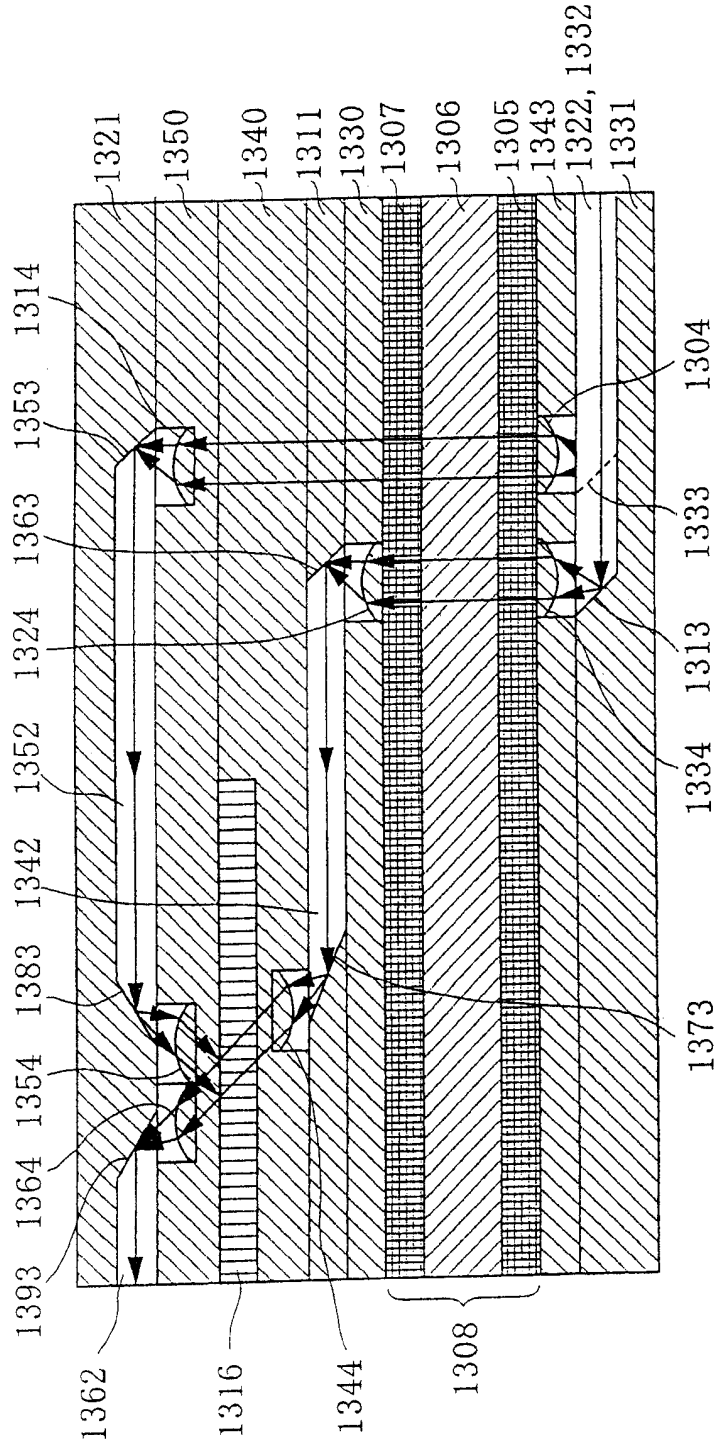
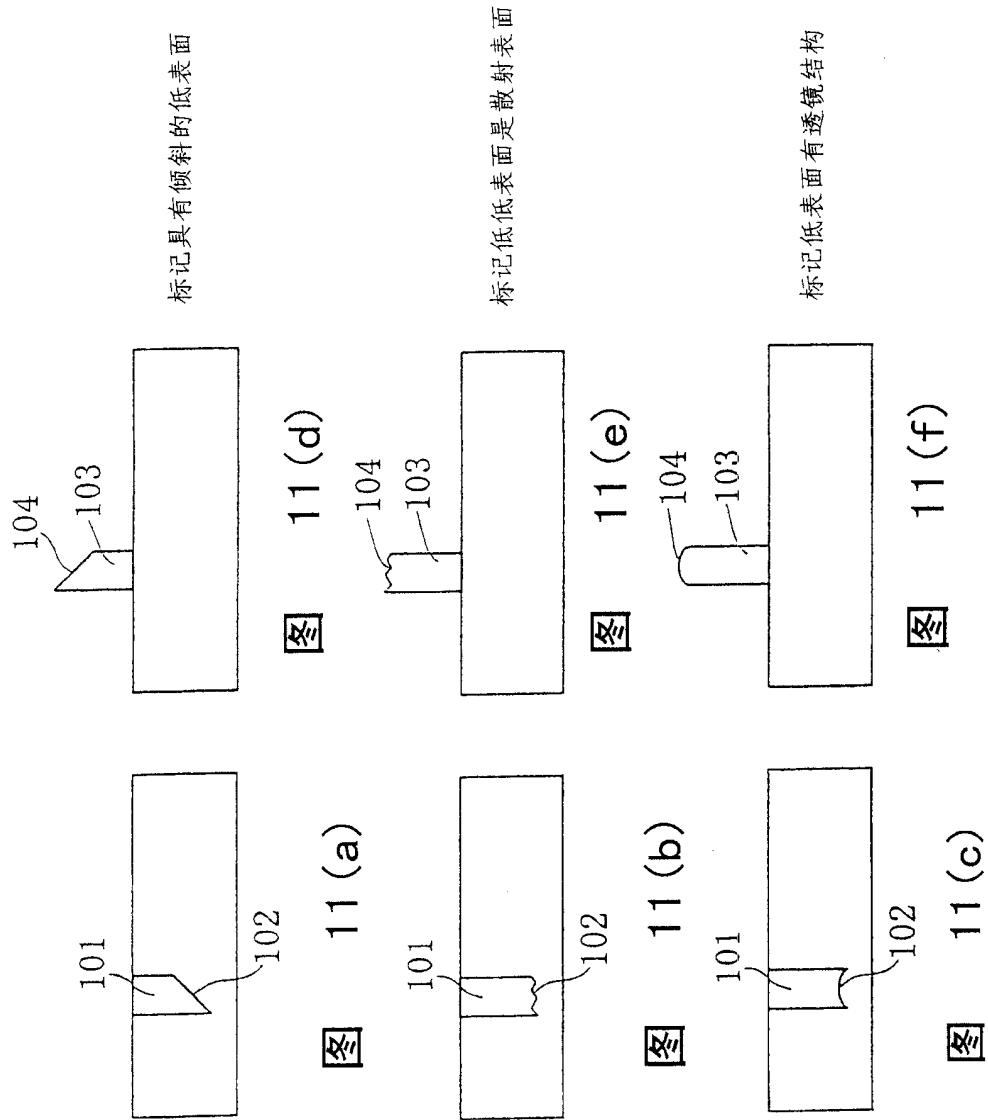


图 10



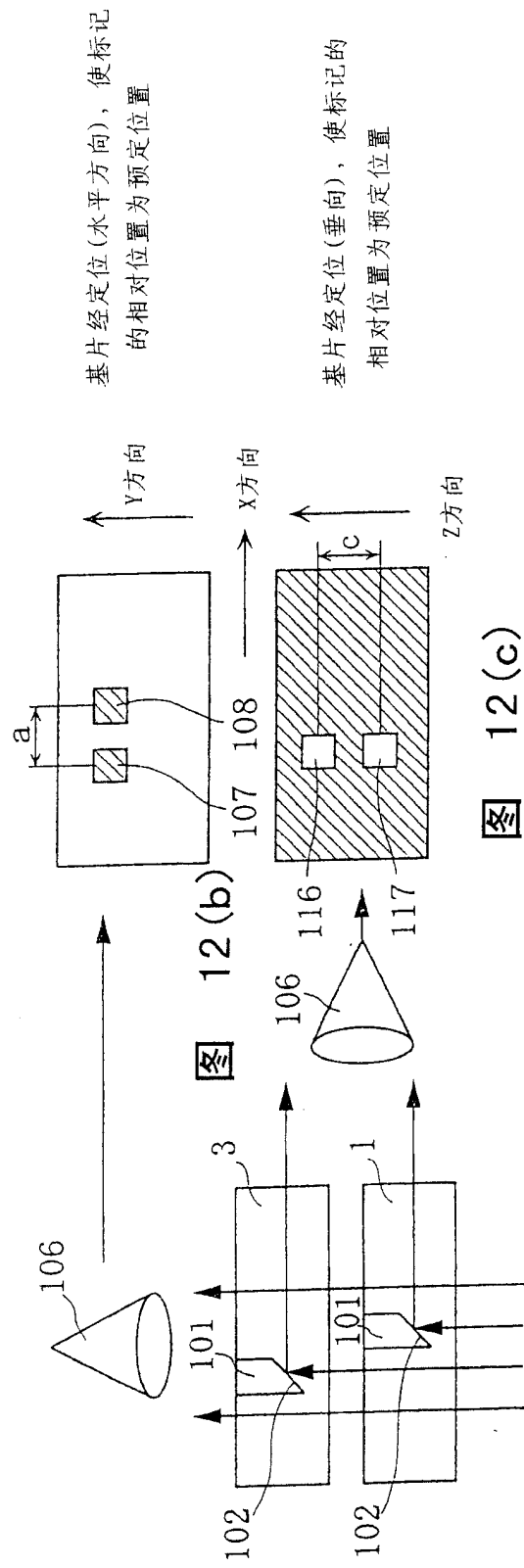
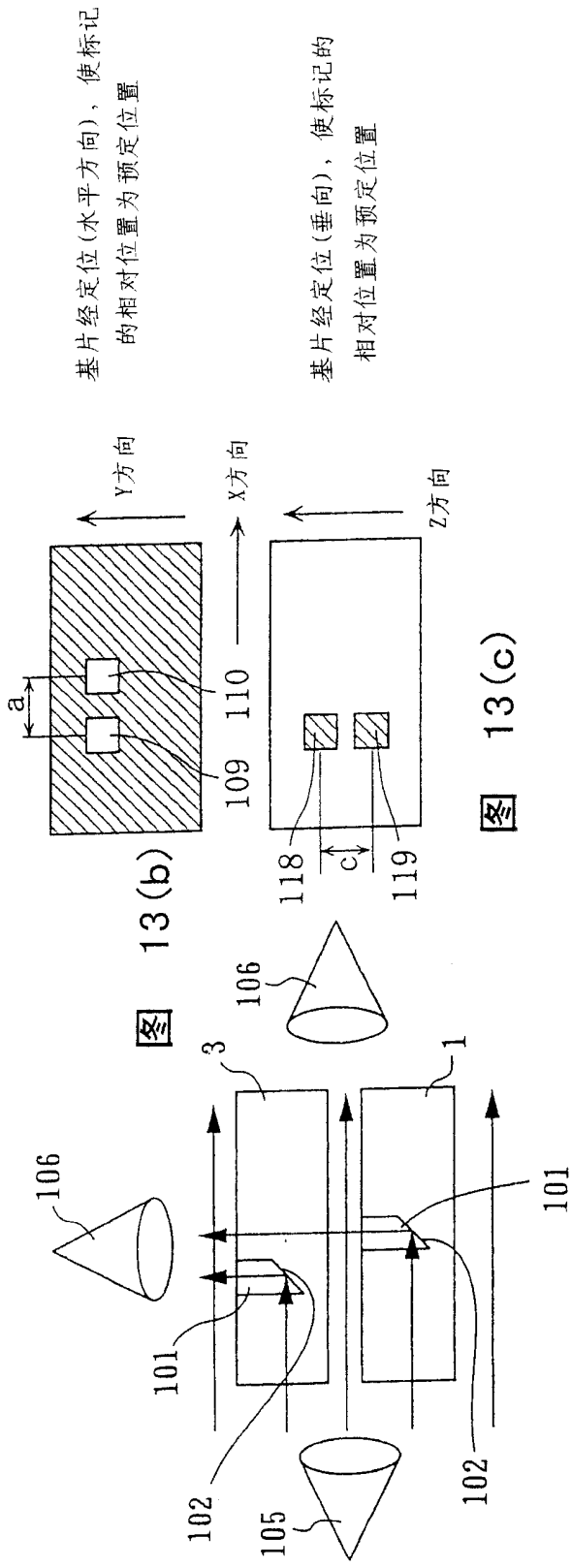


图 12(a)

图 12(c)

图 12(b)



基片经定位(水平方向), 使标记
的相对位置为预定位置

基片经定位(垂向), 使标记的
相对位置为预定位置

图 13(a)

图 13(b)

图 13(c)

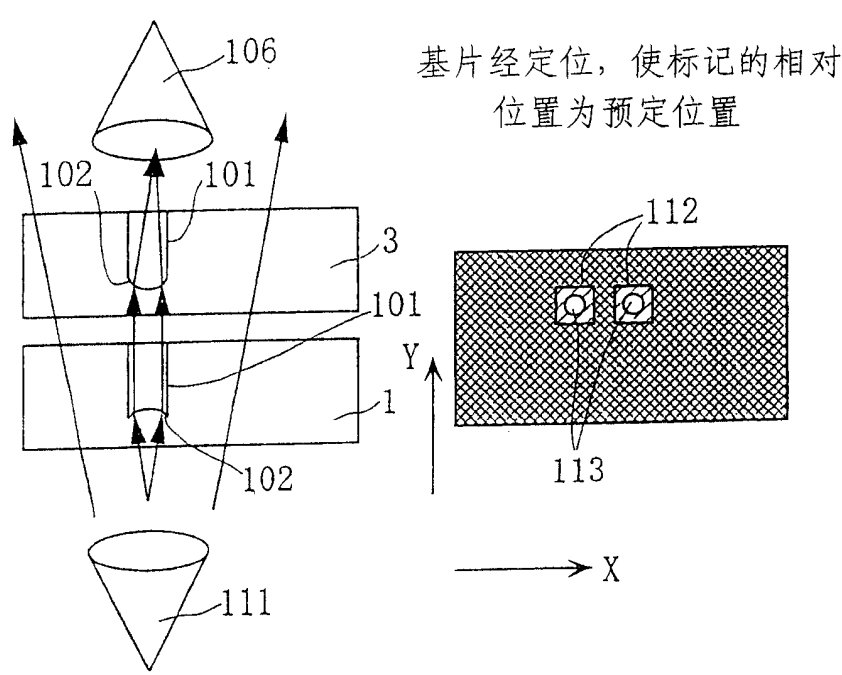


图 14(a)

图 14(b)

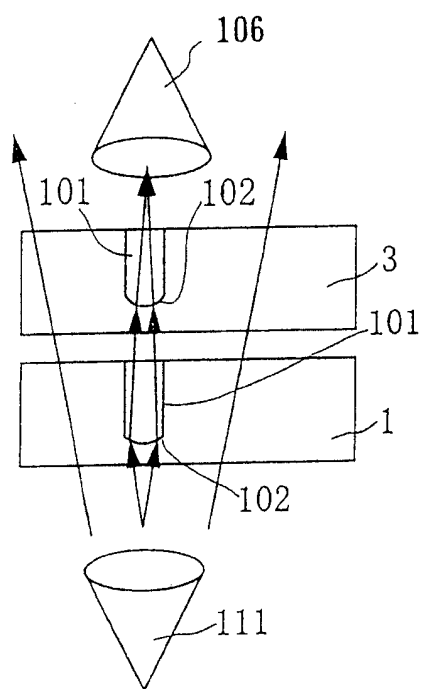


图 15(a)

基片经定位，使标记的相对
位置为预定位置

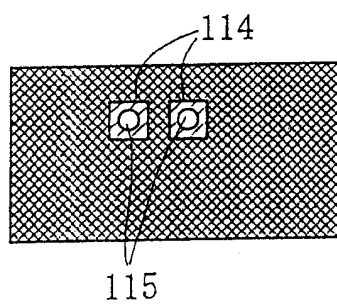


图 15(b)

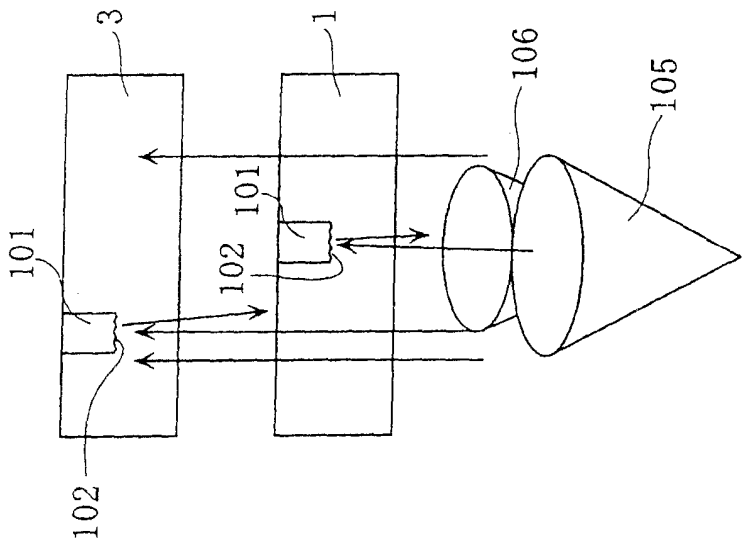


图 16(a)

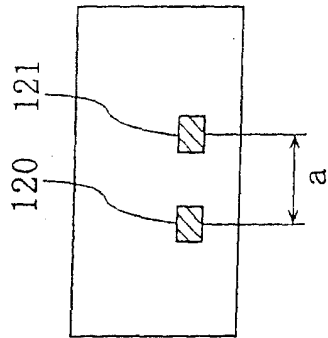


图 16(b)

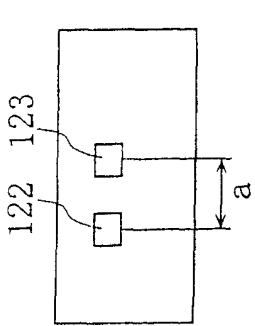


图 17(b)

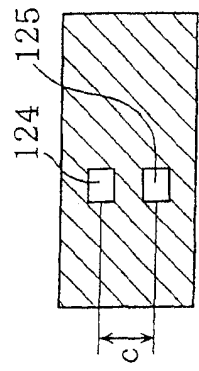


图 17(c)

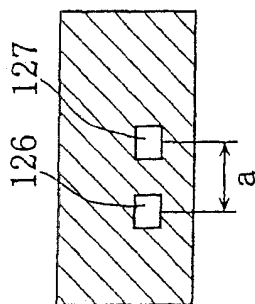


图 17(d)

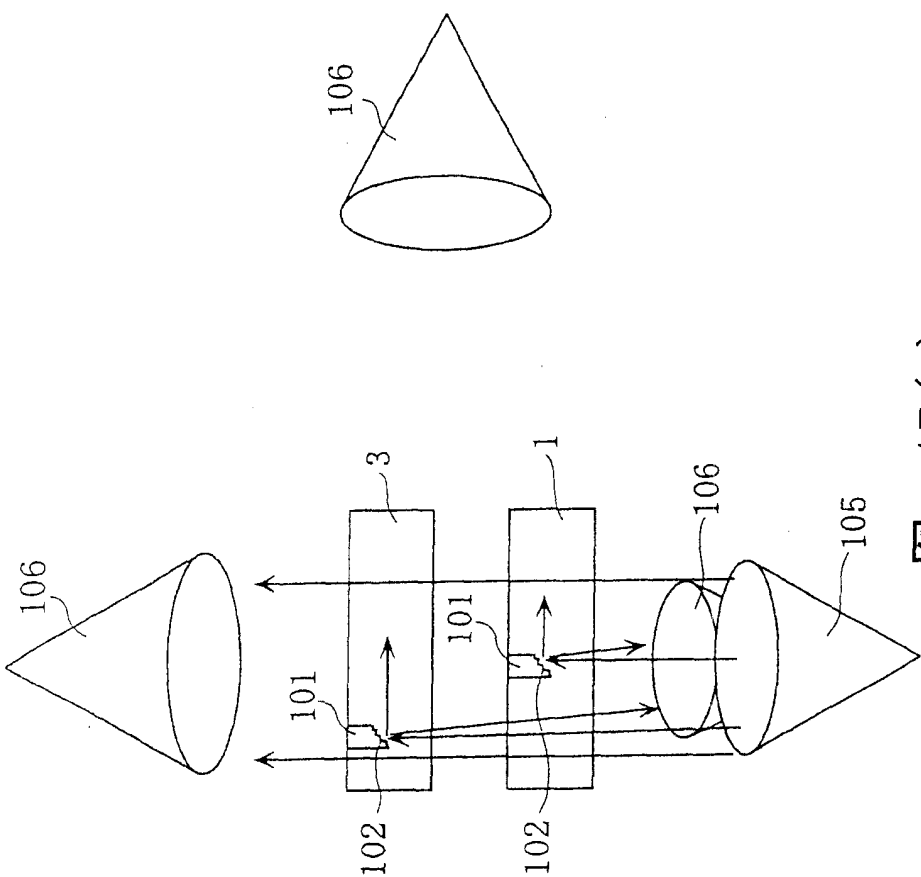


图 17(a)

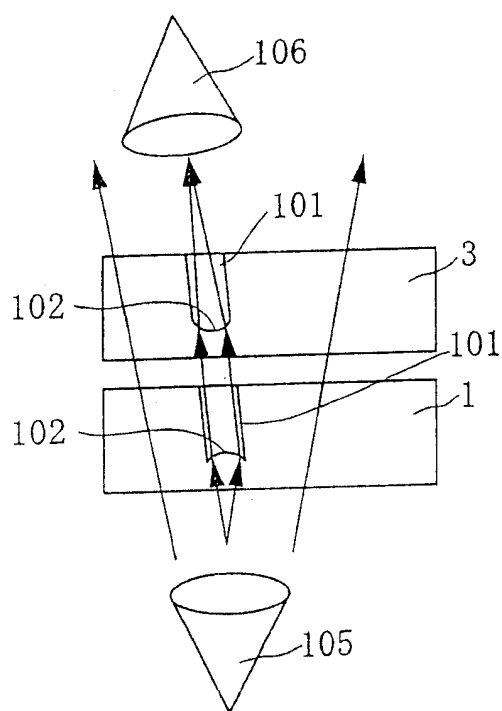


图 18(a)

基片经定位，使标记的相对位置为预定位置

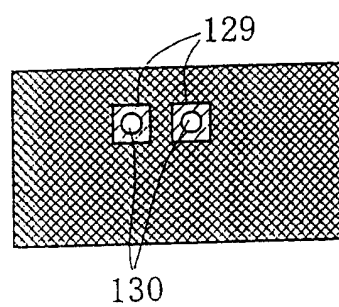


图 18(b)

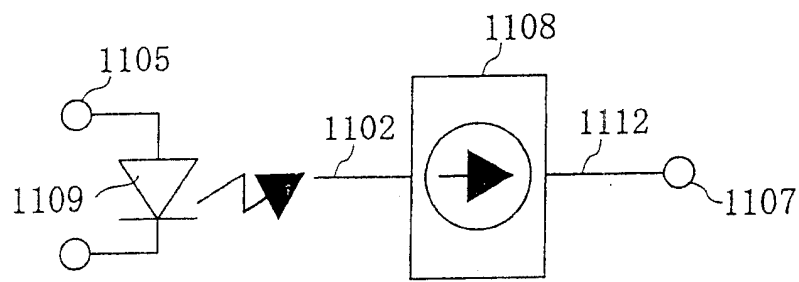


图 19

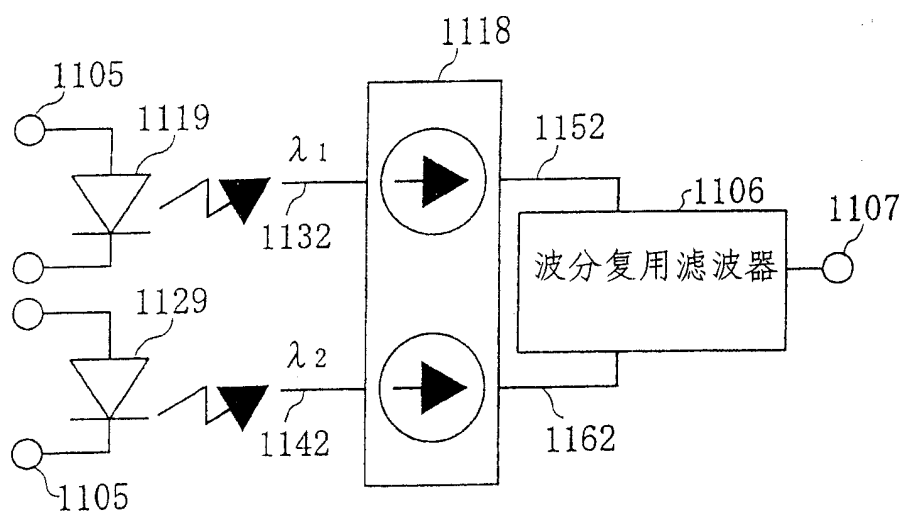


图 20

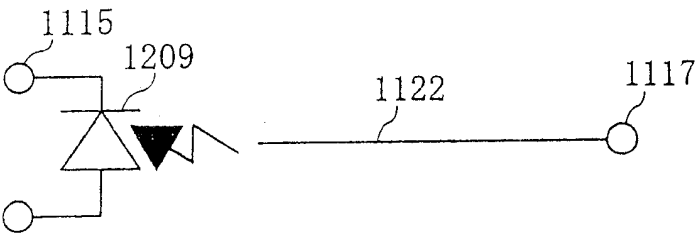


图 21

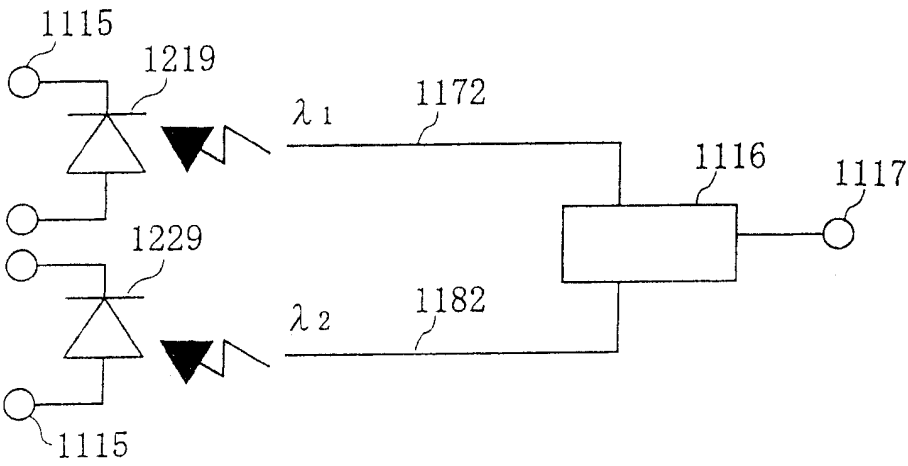


图 22

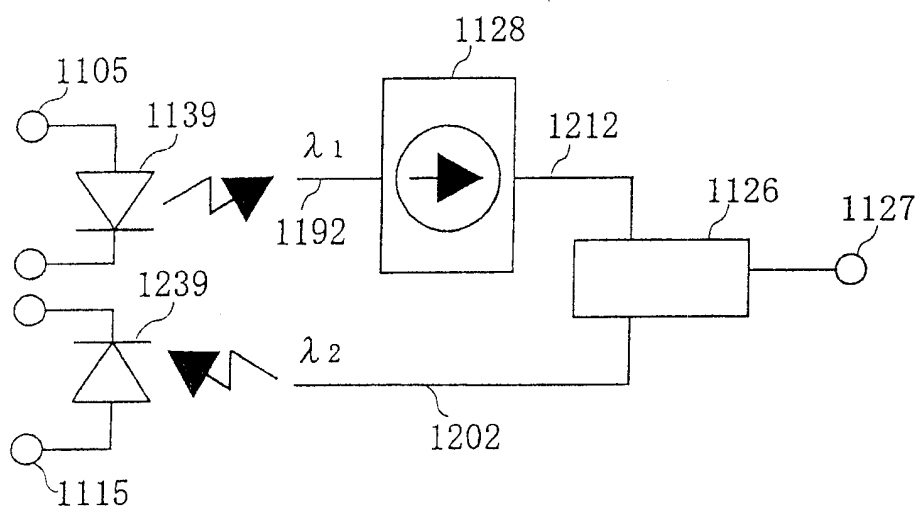


图 23

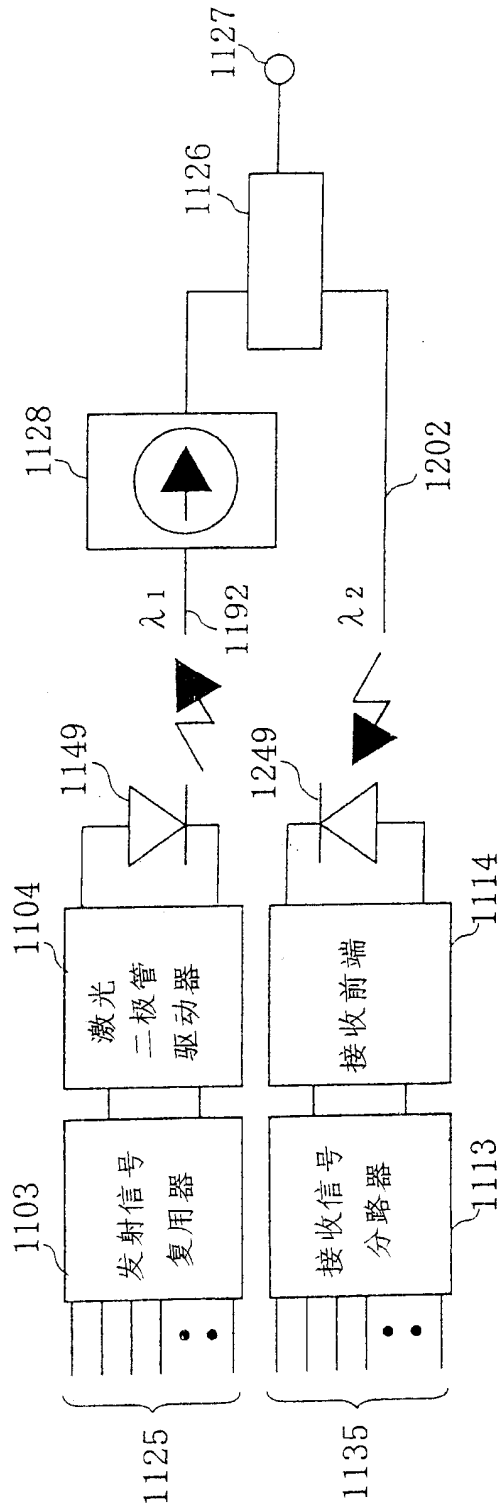


图 24

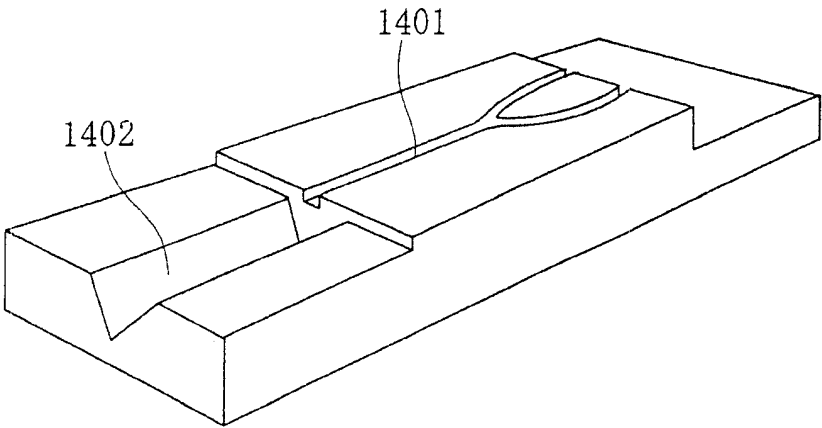


图 25

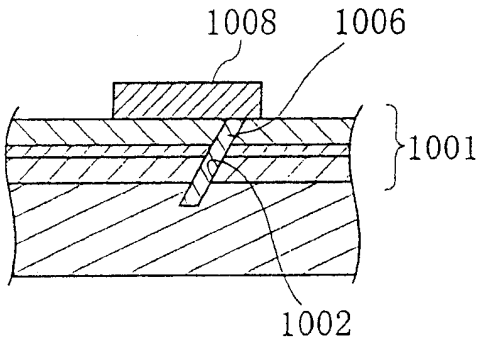


图 26