



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101276028 B

(45) 授权公告日 2011.05.04

(21) 申请号 200810088364.4

JP 特开 2000-151013 A, 2000.05.30, 说明

(22) 申请日 2008.03.28

书 0014-0021 段、图 1-2.

(30) 优先权数据

审查员 魏会敏

2007-086131 2007.03.29 JP

(73) 专利权人 优迪那半导体有限公司

地址 日本山梨县

(72) 发明人 米田昌博 山日竜二

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 李辉

(51) Int. Cl.

G02B 6/42(2006.01)

H04B 10/12(2006.01)

(56) 对比文件

US 2003/0122061 A1, 2003.07.03, 说明书
0010, 0060-0062 段, 图 2, 35A-35B.

JP 昭 57-160189 A, 1982.10.02, 说明书第 2
页上侧的左栏和右栏、图 2.

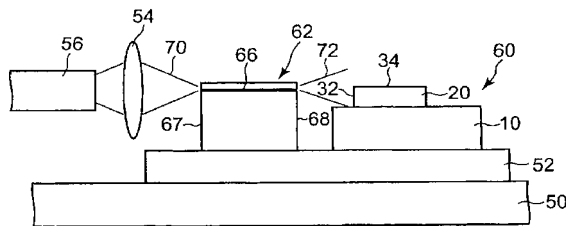
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 10 页

(54) 发明名称

光学半导体模块和受光组件

(57) 摘要

本发明涉及光学半导体模块和受光组件。该光学半导体模块包括：发光组件；受光组件，该受光组件在其上表面和侧表面上具有受光面，在所述受光面上形成有防反射膜；以及安装单元，在该安装单元上按如下位置关系安装所述发光组件和所述受光组件，即，使从所述发光组件发射的光至少光耦合在所述受光组件的所述侧表面的所述受光面上。



1. 一种光学半导体模块,该光学半导体模块包括:

发光组件;

受光组件,该受光组件是台型光电二极管,并在所述受光组件的台部的上表面和侧表面上具有受光面,在所述上表面和侧表面上直接形成有防反射膜;以及

安装单元,在该安装单元上按如下位置关系安装所述发光组件和所述受光组件,即,使从所述发光组件发射的光至少光耦合在所述受光组件的所述侧表面的所述受光面上,

其中,所述发光组件和所述受光组件安装在所述安装单元的同一平面上,所述受光组件的所述上表面处于比所述发光组件的上表面低的水平位置处。

2. 根据权利要求1所述的光学半导体模块,该光学半导体模块还包括:

反射膜,该反射膜被设置在所述受光组件的与面对所述发光组件的侧表面相对的一侧上的另一侧表面上。

3. 根据权利要求1所述的光学半导体模块,其中,所述受光组件具有倒台状的侧表面。

4. 根据权利要求1所述的光学半导体模块,其中,所述受光组件的所述侧表面具有平坦表面。

5. 根据权利要求1所述的光学半导体模块,其中:

所述受光组件具有光吸收层、第一导电型的半导体层,以及第二导电型的半导体层,所述光吸收层插在所述第一导电型的所述半导体层与所述第二导电型的所述半导体层之间;并且

所述光学半导体模块还包括第一焊盘和第二焊盘,所述第一焊盘和所述第二焊盘设置在所述受光组件的台部的与所述发光组件相对的一侧上,并且分别连接至所述第一导电型的所述半导体层和所述第二导电型的所述半导体层。

6. 根据权利要求5所述的光学半导体模块其中,所述第一焊盘设置在所述第二焊盘的两侧。

7. 根据权利要求1所述的光学半导体模块,其中,所述防反射膜是多层膜。

8. 根据权利要求1所述的光学半导体模块,其中:

所述受光组件具有光吸收层、第一导电型的半导体层,以及第二导电型的半导体层,所述光吸收层插在所述第一导电型的所述半导体层与所述第二导电型的所述半导体层之间;并且

所述第一导电型的半导体层和所述第二导电型的半导体层接触所述侧表面。

9. 根据权利要求2所述的光学半导体模块,其中,所述反射膜由 $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 、 TiON 、 Si 、 Au 、 Ag 以及 AuGe 中的一种制成。

10. 一种受光组件,该受光组件监测从发光组件发射的光,

所述受光组件是台型光电二极管,所述受光组件包括:

受光面,该受光面形成在所述受光组件的台部的上表面和侧表面上,并且在所述上表面和侧表面上直接形成有防反射膜。

11. 根据权利要求10所述的受光组件,其中,所述受光组件的侧表面形成为倒台状。

12. 根据权利要求10所述的受光组件,该受光组件还包括:

反射膜,该反射膜形成在所述受光组件的除设置在所述受光面中的所述侧表面外的其它侧表面上。

13. 根据权利要求 12 所述的受光组件, 其中, 所述反射膜由 $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 、 TiON 、 Si 、 Au 、 Ag 以及 AuGe 中的一种制成。

14. 根据权利要求 10 所述的受光组件, 该受光组件还包括:

电极, 该电极形成在所述受光组件的所述上表面上;

互连部, 该互连部连接至所述电极, 并且延伸至所述受光面的外侧; 以及

电极焊盘, 该电极焊盘连接至所述互连部。

光学半导体模块和受光组件

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及光学半导体模块和受光组件。更具体地说,本发明涉及包括发光组件和受光组件的光学半导体模块,并且涉及所述受光组件。

背景技术

[0002] 其上安装有诸如半导体激光器的发光组件的光学半导体模块通常被用于光学通信等。例如,在要用于光学通信的光学半导体模块中,希望从发光组件发射出的光具有恒定强度。因此,这种光学半导体模块包括发光组件和受光组件,并且该受光组件接收从该发光组件发射的光的一部分。将受光组件的输出反馈至该发光组件,以维持该发光组件的恒定光发射。

[0003] 图 1 是上述常规光学半导体模块的示意图。作为激光二极管(LD)芯片的发光组件 62 经由专用安装载体 53 安装在模块外壳 50 上。作为平坦型光电二极管(PD)芯片的受光组件 80 经由安装载体 51 安装在外壳 50 上。光纤 56 和聚光透镜 54 经由固定单元(未示出)固定到外壳 50 上。发光组件 62 具有发光的激活层 66。受光组件 80 具有光吸收层 84 和光传送层 85,而在光传送层 85 中形成有作为受光区的杂质扩散区 86。

[0004] 从发光组件 62 的正侧表面 67 发射出的正向发射光 70 通过聚光透镜 54 进入光纤 56。同时,从背侧表面 68 发射出反向发射光 72,并且反向发射光 72 进入受光组件 80 的杂质扩散区 86。反向发射光 72 是用于监测正向发射光 70 的发光强度的光。因此,反向发射光 72 的强度可以比正向发射光 70 的强度低很多。受光组件 80(LD 监测器)根据反向发射光 72 的光强度输出电信号。基于该电信号,控制单元(未示出)控制发光组件 62 的发光强度。按这种方式,可以将正向发射光 70 的发光强度维持在恒定水平。

[0005] 日本特开平 No. 5-175614 和 10-321900 公开了光学半导体模块。在每一种光学半导体模块中,发光组件的安装面与受光组件的安装面平行,并且从发光组件发射的光被反射接着进入受光组件。日本特开昭 No. 59-96789 公开了一种光学半导体模块,其中,发光组件的安装面与受光组件的安装面平行,并且受光组件直接安装在安装面上,这与图 1 所示的常规结构不同。

[0006] 诸如 LD 的发光组件从相对于安装面(要安装在安装单元等上的面)是侧表面的面发射光。同时,诸如 PD 的受光组件通过相对于安装面是上表面的面接收光。因此,在图 1 所示常规结构中,在受光组件 80 的上表面上的杂质扩散区中接收从发光组件 62 的背侧表面 68 发射出的光。为了实现这种结构,受光组件 80 的安装面应当被加工成与发光组件 62 的安装面垂直。因此,如图 1 所示,发光组件 62 的安装载体 53 需要与受光组件 80 的安装载体 51 分开制备。结果,装配过程数、需求组件数以及产品成本由此增加。

[0007] 在日本特开平 No. 5-175614 和 10-321900 中公开的每一种结构中,发光组件和受光组件可以安装在同一安装载体上。然而,需要制备反射从发光组件发射的光的组件。结果,产品成本变高。根据日本特开昭 No. 59-96789 中公开的技术,不需要制备这种组件,并且产品成本的增加不如图 1 所示常规结构的情况下的增加那么大。然而,因为平坦型受光

组件与发光组件平行安装,所以感光灵敏度变得低于图 1 所示常规结构的情况下的感光灵敏度。而且,因为来自发光组件的额外光通过受光面外侧的光吸收层进入,所以存在大部分入射光不能转换成电信号的问题。

发明内容

[0008] 因此,本发明的一个目的是,提供一种消除了上述缺点的光学半导体模块和受光组件。

[0009] 本发明的更具体的目的是,提供一种可以降低生产成本并且可以获得和常规结构的感光灵敏度一样高的感光灵敏度的光学半导体模块和受光组件。

[0010] 根据本发明的一个方面,提供了一种光学半导体模块,该光学半导体模块包括:发光组件;受光组件,该受光组件在其上表面和侧表面上具有受光面,在所述受光面上形成有防反射膜;以及安装单元,所述发光组件和所述受光组件按如下位置关系安装在所述安装单元上,即,从所述发光组件发射的光至少光耦合在所述受光组件的所述侧表面的所述受光面上,其中,所述发光组件和所述受光组件安装在所述安装单元的同一直线上,所述受光组件的所述上表面处于比所述发光组件的上表面低的水平位置处。所述发光组件和所述受光组件可以安装在同一安装单元上。因此,可以缩减加工过程数、需求组件数以及生产成本,同时实现更高感光灵敏度。

[0011] 根据本发明的另一方面,提供了一种受光组件,该受光组件监测从发光组件发射的光,所述受光组件包括:受光面,该受光面形成在所述受光组件的上表面和侧表面上,并且其上形成有防反射膜。所述发光组件和所述受光组件可以安装在同一安装单元上。因此,可以缩减加工过程数和需求组件数,并且可以降低生产成本。而且,可以维持和常规结构的感光灵敏度一样高的感光灵敏度。

附图说明

[0012] 结合附图阅读下面的详细说明,本发明的其它目的、特征以及优点将变得更清楚,其中:

[0013] 图 1 是常规光学半导体模块的示意图;

[0014] 图 2 是受光组件的截面图;

[0015] 图 3 是根据本发明第一实施方式的光学半导体模块的示意图;

[0016] 图 4 是根据第一实施方式的受光组件的截面图;

[0017] 图 5A 到 5C 是示出根据第一实施方式的用于加工受光组件的过程的截面图;

[0018] 图 6A 到 6C 是示出根据第一实施方式的用于加工受光组件的过程的截面图(续图);

[0019] 图 7A 和 7B 是根据本发明第二实施方式的光学半导体模块的示意图;

[0020] 图 8 是根据本发明第三实施方式的光学半导体模块的示意图;

[0021] 图 9 是根据第三实施方式的受光组件的截面图;

[0022] 图 10 是根据本发明第四实施方式的光学半导体模块的示意图;

[0023] 图 11 是根据第四实施方式的受光组件的截面图;

[0024] 图 12 是根据本发明第五实施方式的受光组件的截面图;

- [0025] 图 13 是根据第五实施方式的修改例的受光组件的截面图；
[0026] 图 14 是根据本发明第六实施方式的受光组件的截面图；
[0027] 图 15 是作为比较示例的受光组件的示意立体图；
[0028] 图 16 是根据本发明第七实施方式的受光组件的示意立体图；以及
[0029] 图 17 是根据本发明第八实施方式的受光组件的示意立体图。

具体实施方式

[0030] 在诸如图 1 所示结构的常规结构中，受光组件 80 通常为平坦型受光组件。在平坦型受光组件中，例如，通过离子注入技术和扩散技术在光传送层 85 中形成了 p 型杂质扩散区 86。因此，更容易加工平坦型受光组件，并且这种受光组件通常用于光学通信和 LD 监测。同时，本发明人发现，如果将本发明的台型受光组件用作受光组件 80，则可以提供具有更少装配过程数、更低生产成本以及优异感光灵敏度的光学半导体模块。下面，对这种受光组件的原理进行说明。

[0031] 图 2 是台型受光组件的截面图。由 n 型 InGaAs（砷化镓铟）制成并且具有第一导电型的半导体层 12、由 i-InGaAs 制成的光吸收层 14 以及由 p 型 InGaAs 制成并且具有第二导电型（和第一导电型相对的导电型）的半导体层 16，层叠在 InP（磷化铟）半绝缘基板 10 上。层叠层的外周部分被去除得和第一导电型的半导体层 12 一样深，以形成台状。由 AuGe（金锗合金）制成的第一电极 22 连接至第一导电型的半导体层 12。由 AuZn（金锌合金）制成的第二电极 24 连接至第二导电型的半导体层 16。由 SiN（氮化硅）制成的保护膜 17 形成在上表面 34 上的受光区 21 外侧，以与例如侧表面 32 接触。由 SiN 制成的防反射膜 18 形成在受光区 21 和保护膜 17 上。第一电极 22 和第二电极 24 经由由 Ti（钛）/Pt（铂）/Au（金）制成的互连部 26 连接至由 Au 制成的焊盘 28（未示出连接至第二电极 24 的互连部和焊盘）。由 Ti/Pt/Au 制成的金属膜 30 形成在基板 10 的下面之下。

[0032] 图 2 所示台型受光组件将电压施加在第一导电型的半导体层 12 与第二导电型的半导体层 16 之间。入射在受光区 21 上的光被光吸收层 14 吸收，并且电流在第一导电型的半导体层 12 与第二导电型的半导体层 16 之间流动。这种电流输出为电信号。

[0033] 在该台型受光组件中，第一导电型的半导体层 12 和第二导电型的半导体层 16 还存在于光吸收层 14 位于侧表面 32 邻域中的部分的上表面和下方，如图 2 所示。利用这种结构，可以将通过侧表面 32 入射在光吸收层 14 上的光转换成电信号。在平坦型受光组件的情况下，如图 1 所示，等同于第二导电型的半导体层 16 的杂质扩散区 86 仅存在于发光层 85 的一部分上。利用这种结构，即使光通过侧表面进入受光组件，因为杂质扩散区 86 不存于光吸收层 84 位于该侧表面的邻域中的部分上，所以通过该侧表面入射在光吸收层 14 上的光中的大部分也不能被转换成电信号。

[0034] 在该台型受光组件中，需要降低暗电流，使得可在受光模块中使用该受光组件。因此，在台部的侧表面 32 上形成了用于降低泄漏电流的保护膜 17（钝化膜）。利用这种结构，受光区 21 形成在台部的上表面 34 上，并且即使将受光组件和 LD 芯片安装在同一平面中，也不能获得用于监测 LD 的充分感光灵敏度。因为上述事实，所以通常不使用台型受光组件作为 LD 监测器。为了解决这种问题，本发明人基于下面的发现开发出了本发明的受光组件。在将受光组件作为光学监测器的情况下，并不像在受光组件用于接收的情况下一样希

望降低暗电流。因此,不采用保护膜 17,而防反射膜 18 可以单独完成作为监测组件的受光组件。

[0035] 本发明的原理在于,从发光组件的侧表面发射的光被能够接收入射在台部的侧表面上的光的受光组件接收。利用这种结构,发光组件的安装面和受光组件的安装面可以彼此平行设置。因此,可以使加工过程数和需求组件数比常规情况下少,并且可以降低生产成本,同时维持充分的感光灵敏度。下面,对本发明的实施方式进行说明。

[0036] [第一实施方式]

[0037] 图 3 是根据本发明第一实施方式的光学半导体模块的示意图。发光组件 62 例如是 Fabry-Perot LD 或分布式反馈 LD。受光组件 60 是下面将要详细说明了的台型受光组件,并且具有形成在基板 10 上的台部。与图 1 所示结构不同,这种光学半导体模块具有安装在安装载体 52 上的发光组件 62 和受光组件 60。受光组件 60 的侧表面 32 接收从发光组件 62 的背侧表面 68 发射的后向光。这种结构的其它方面和图 1 所示结构中的相同,因此,这里省略了对它们的说明。

[0038] 图 4 是第一实施方式中采用的受光组件 60 的截面图。与图 2 所示受光组件不同,受光组件 60 没有保护膜,而是具有直接形成在台部 20 的侧表面 32 和上表面 34 上的防反射膜 18。这种结构的其它方面和图 2 所示结构中的相同,因此,这里省略了对它们的说明。

[0039] 图 5A 到 6C 是示出用于加工受光组件 60 的过程的截面图。如图 5A 所示,通过 MOCVD(金属有机化学气相沉积法)在 InP 基板 10 上生长第一导电型的半导体层 12、光吸收层 14 以及第二导电型的半导体层 16。如图 5B 所示,在第二导电型的半导体层 16、光吸收层 14 以及第一导电型的半导体层 12 的预定部分上执行刻蚀,以形成台部 20。如图 5C 所示,通过 CVD 形成具有 100nm 到 300nm 的膜厚度并且由 SiN 制成的防反射膜 18。

[0040] 如图 6A 所示,通过气相沉积技术形成要连接至第一导电型的半导体层 12 的第一电极 22 和要连接至第二导电型的半导体层 16 的第二电极 24。如图 6B 所示,通过气相沉积技术形成要连接至第一电极 22 和第二电极 24 的互连部 26。还通过电镀技术形成要连接至互连部 26 的焊盘 28。如图 6C 所示,从下面抛光基板 10,从而将基板 10 减薄。接着,通过气相沉积技术在底面下方形成金属膜 30。按这种方式,完成受光组件 60。

[0041] 这里,对图 2 所示的受光组件与图 4 所示的受光组件之间的差别进行说明。在图 2 所示的受光组件中,保护膜 17 不存在于形成上表面 34 的第二导电型的半导体层 16 上,而是防反射膜 18 形成在形成上表面 34 的第二导电型的半导体层 16 上。这种防反射膜 18 防止反射预定波长的光。然而,保护膜 17 和防反射膜 18 都存在于侧表面 32 上。结果,反射了入射在侧表面 32 上的预定波长的光。另一方面,在图 4 所示的受光组件 60 中,没有形成保护膜 17(钝化膜),由此,可以防止入射在侧表面 32 上的预定波长的光的反射。在图 2 中,设置保护膜 17,以降低因侧表面 32 的邻域中的泄漏电流而要生成的暗电流。用于监测 LD 的受光组件 60 对于暗电流不严格。因此,可以将如图 4 所示的不具有保护膜 17 的受光组件 60 用作用于监测 LD 的受光组件。

[0042] 在第一实施方式中,光学半导体模块具有经由安装载体 52(安装单元)安装在外壳 50 上并从侧表面 68 发射光的发光组件 62,和经由安装载体 52 安装在外壳 50 上并通过侧表面 32 接收从发光组件 62 发射的光的受光组件 60。更具体地说,受光组件 60 具有形成在上表面 34 和侧表面 32 上的防反射膜 18。因此,受光组件 60 具有在上表面 34 和侧表

面 32 上形成有防反射膜 18 的受光面。在作为安装单元的安装载体 52 上按如下位置关系安装有发光组件 62 和受光组件 60, 即, 该位置关系被保持为从发光组件 62 发射的光至少光学连接在受光组件 60 的侧表面 32 上的受光面上。利用这种结构, 可以将发光组件 62 和受光组件 60 安装在同一安装载体 52 上。因此, 可以将发光组件 62 和受光组件 60 安装在安装载体 52 的同一平面上。由此, 可以缩减加工过程数和需求组件数, 可以降低生产成本, 并且可以获得更高感光灵敏度。

[0043] 而且, 如图 4 所示, 优选的是, 受光组件 60 的第一导电型的半导体层 12 和第二导电型的半导体层 16 接触侧表面 32。换句话说, 优选的是, 至少第二导电型的半导体层 16 延伸到侧表面 32 上。利用这种结构, 可以将通过侧表面 32 入射在光吸收层 14 上的光转换成电信号。因此, 台型受光组件是优选的。

[0044] [第二实施方式]

[0045] 图 7A 是根据本发明第二实施方式的光学半导体模块的示意图。与图 3 所示第一实施方式的光学半导体模块不同, 例如, 这个光学半导体模块具有处于比发光组件 62 的激活层 66 低的水平位置处的受光组件 60 的上表面 34。这种结构的其它方面和图 3 所示结构中的相同, 因此, 这里省略了对它们的说明。

[0046] 因为受光组件 60 的上表面 34 位于比发光组件 62 的激活层 66 低的水平位置处, 所以受光组件 60 的侧表面 32 可以接收从发光组件 62 的背侧表面 68 发射的后向光 72a, 并且受光组件 60 的上表面 34 可以接收后向发射光 72b, 如图 7B 所示。利用这种结构, 可以增加受光组件 60 针对后向发射光 72 的感光灵敏度。

[0047] 和第二实施方式中一样, 优选的是, 受光组件 60 的上表面 34 位于比发光组件 62 的激活层 66 低的水平位置处。然而, 激活层 66 仅比发光组件 62 的上表面 69 低大约 $1\mu\text{m}$ 。另一方面, 发光组件 62 和受光组件 60 中的每一个的厚度都大约为 $100\mu\text{m}$ 。因此, 发光组件 62 的激活层 66 与受光组件 60 的上表面 34 之间的高度差 h_1 大致等于发光组件 62 的上表面 69 与受光组件 60 的上表面 34 之间的高度差 h_2 。因此, 实践中, 受光组件 60 的上表面 34 至少低于发光组件 62 的上表面 69。

[0048] 发光组件 62 的厚度通常为 $100\mu\text{m}$ 到 $150\mu\text{m}$ 。因此, 受光组件 60 的厚度应当优选为 $100\mu\text{m}$ 或以下。

[0049] [第三实施方式]

[0050] 图 8 是根据本发明第三实施方式的光学半导体模块的示意图。与图 3 所示第一实施方式的光学半导体模块不同, 例如, 这个光学半导体模块具有形成在与侧表面 32 相对的一侧的侧表面 33 上的高反射膜 36 (HR), 从面对受光组件 60 的发光组件 62 发射的光 72 通过侧表面 32 进入受光组件 60。图 9 是图 8 所示受光组件 60 的截面图。与图 4 所示受光组件不同, 这个受光组件 60 具有形成在受光组件 60 的与侧表面 32 相对的一侧上的侧表面 33 上的高反射膜 36。高反射膜 36 可以是侧表面起按顺序用具有 200nm 到 300nm 的膜厚度的 SiO_2 (二氧化硅) 膜 / 具有 100nm 到 200nm 的膜厚度的 TiO_2 (氧化钛) 膜形成的膜, 或者用具有 50nm 到 200nm 的膜厚度的 TiON (钛氮氧化物)、具有 50nm 到 200nm 的膜厚度的 Si 膜、具有 100nm 到 200nm 的膜厚度的 Au 膜、具有 100nm 到 200nm 的膜厚度的 Ag 膜、具有 100nm 到 200nm 的膜厚度的 AuGe 膜等形成的膜。这种高反射膜 36 可以例如通过溅射技术或真空汽相淀积技术来形成。这种结构的其它方面和图 3 和 4 所示第一实施方式的结构中

的相同,因此,这里省略了对它们的说明。

[0051] 根据第三实施方式,如图 8 所示,行进通过台部 20 的光 72c 被高反射膜 36 反射。光 72c 是入射在受光组件 60 的台部 20 上的光的一部分。当再次行进通过光吸收层 14 时,反射光 72d 被光吸收层 14 吸收。由此,可以增加受光组件 60 针对发射光 72 的感光灵敏度。

[0052] [第四实施方式]

[0053] 图 10 是根据本发明第四实施方式的光学半导体模块的示意图。图 11 是根据第四实施方式的受光组件的截面图。与图 7A 和图 8 分别所示的第二和第三实施方式的结构不同,这个光学半导体模块具有以倒台状形成的受光组件 60 的侧表面 32a。这种结构的其它方面和图 7A 和 8 所示结构中的相同,因此,这里省略了对它们的说明。该倒台部可以结合晶面取向的优点而通过湿法刻蚀形成。

[0054] 根据第四实施方式,受光组件 60 的上表面 34 位于比发光组件 62 的上表面 69 低的水平位置处。因此,沿斜向下方向行进的光 72a 通过侧表面 32a 进入受光组件 60。因为侧表面 32a 为倒台状,所以入射在光吸收层 14 上的折射光 72e 大致沿水平方向行进。因此,光 72e 花费较长时间经过光吸收层 14,并且光吸收层 14 容易吸收光 72e。由此,可以进一步增加受光组件 60 针对发射光 72a 的感光灵敏度。这里,优选的是,基于受光组件 60 与发光组件 62 之间的距离、高度 h1、光吸收层 14 的折射率等来确定倒台部的角度。

[0055] [第五实施方式]

[0056] 图 12 是根据本发明第五实施方式的光学半导体模块的受光组件 60 的截面图。与图 4 所示第一实施方式的防反射膜不同,防反射膜 18 形成有两层:保护膜 18a,其是具有 50nm 到 200nm 的膜厚度的 SiO_2 膜;和调节膜 18b,其是具有 50nm 到 200nm 的膜厚度的 SiN 膜。保护膜 18a 是保护侧表面 32 和 33 并且防止第一导电型的半导体层 12 和第二导电型的半导体层 16 之间的泄漏电流的膜。调节膜 18b 是调节入射光的波长以使防反射膜 18 具有防止反射的功能的膜。利用这种结构,保护膜 18a 可以防止上述泄漏电流,如同图 2 所示的受光组件的保护膜 17 一样。而且,保护膜 18a 和调节膜 18b 彼此协作,以防止预定波长的光的反射。图 13 例示了第五实施方式的修改例。与图 12 所示第五实施方式的保护膜 18a 不同,保护膜 18c 由 i-InP 制成。如上所述,防反射膜 18 应当优选地与光吸收层 14 的位于侧表面 32 和 33 上的部分接触。防反射膜 18 可以如第一实施方式中一样是单层膜,也可以如第五实施方式中一样是用两层或更多层形成的多层膜。而且,防反射膜 18 中的保护膜 18a(18c) 可以如第五实施方式中一样是绝缘膜,也可以如第五实施方式的修改例中一样是半导体膜。

[0057] [第六实施方式]

[0058] 图 14 是根据本发明第六实施方式的光学半导体模块的受光组件 60 的截面图。这个实施方式与图 4 所示第一实施方式的不同之处在于,第一导电型的半导体层 12a 由 n 型 InP 制成,而第二导电型的半导体层 16a 由 p 型 InP 制成。和在第六实施方式中一样,可以任意选择受光组件 60 和发光组件 62 的材料。

[0059] [第七实施方式]

[0060] 图 15 是作为比较示例的受光组件的示意立体图。在基板 10 上设置有台部 20。在台部 20 的上表面 34 上设置有第二电极 24。环绕台部 20 在第一导电型的半导体层(未示出)上设置有第一电极 22。第一焊盘 28 和第二焊盘 29 设置在基板 10 上,并且分别经由

互连部 26 和 27 连接至第一电极 22 和第二电极 24。其它互连部（未示出）连接至第一焊盘 28 和第二焊盘 29，并且例如可以将电信号从受光组件通过互连部读取到控制单元（未示出）中。在这个比较示例中，从发光组件 62 发射的光 72 沿第一焊盘 28 的方向行进。结果，发射光 72 的一部分被连接至第一焊盘 28 的互连部所分散。

[0061] 图 16 是根据本发明第七实施方式的受光组件的示意立体图。在受光组件的台部 20 的上表面上设置有第二电极 24。环绕台部 20 设置有第一电极 22。互连部 26 和 27 连接至第一电极 22 和第二电极 24，并且延伸至受光面的外侧。第一焊盘 28 和第二焊盘 29（电极焊盘）连接至互连部 26 和 27。这个实施方式与图 15 所示的比较示例的不同之处在于，第一焊盘 28 和第二焊盘 29 设置在受光组件的台部 20 的与发光组件 62 相对的一侧上。与比较示例不同，这个实施方式没有使发射光 72 被互连部所分散，从而可以进一步增加受光组件 60 针对发射光 72 的感光灵敏度。

[0062] 而且，第一焊盘 28 设置在第二焊盘 29 的两侧。由于互连部 26 应当连接至第一焊盘 28 中的任一个，所以不管光学半导体模块的外壳侧的焊盘的位置如何，都可以防止彼此连接至第一焊盘 28 的每一个互连部和连接至第二焊盘 29 的互连部相交叉。

[0063] [第八实施方式]

[0064] 图 17 是根据本发明第八实施方式的受光组件的示意立体图。图 17 所示的这个受光组件与图 16 所示的受光组件的不同之处在于，台部 20b 具有四棱柱形状。因此，侧表面 32b 为平坦表面。利用这种结构，发射光 72 通过侧表面 32b 进入。由此，可以使受光组件 60 针对发射光 72 的感光灵敏度更高。在台部 20b 的多个侧表面中，使发射光 72 进入的侧表面应当为平坦表面，而其它侧表面中的每一个都可以具有弯曲表面。

[0065] 在第一到第八实施方式中，发光组件 62 和受光组件 60 可以直接安装在外壳 50 上。换句话说，外壳 50 还可以用作要直接安装发光组件 62 和受光组件 60 的安装单元。而且，在上述实施方式中，第一导电型的半导体层 12 为 n 型，而第二导电型的半导体层 16 为 p 型。然而，第一导电型的半导体层 12 和第二导电型的半导体层 16 应当仅为相反导电型。因此，第一导电型的半导体层 12 可以为 p 型，而第二导电型的半导体层 16 可以为 n 型。

[0066] 在第一到第八实施方式中，作为受光组件描述了台型光电二极管。然而，本发明还可以应用于其它类型的受光组件，如 p-i-n 光电二极管和雪崩型光电二极管（APD）。

[0067] 尽管已经示出并描述了本发明的几个优选实施方式，但本领域技术人员应当清楚，在不脱离本发明的原理和精神的情况下，可以对这些实施方式进行修改，本发明的范围在权利要求及其等同物中进行了限定。

[0068] 本申请基于 2007 年 3 月 29 日提交的日本专利申请 No. 2007-086131，其全部公开内容并入于此。

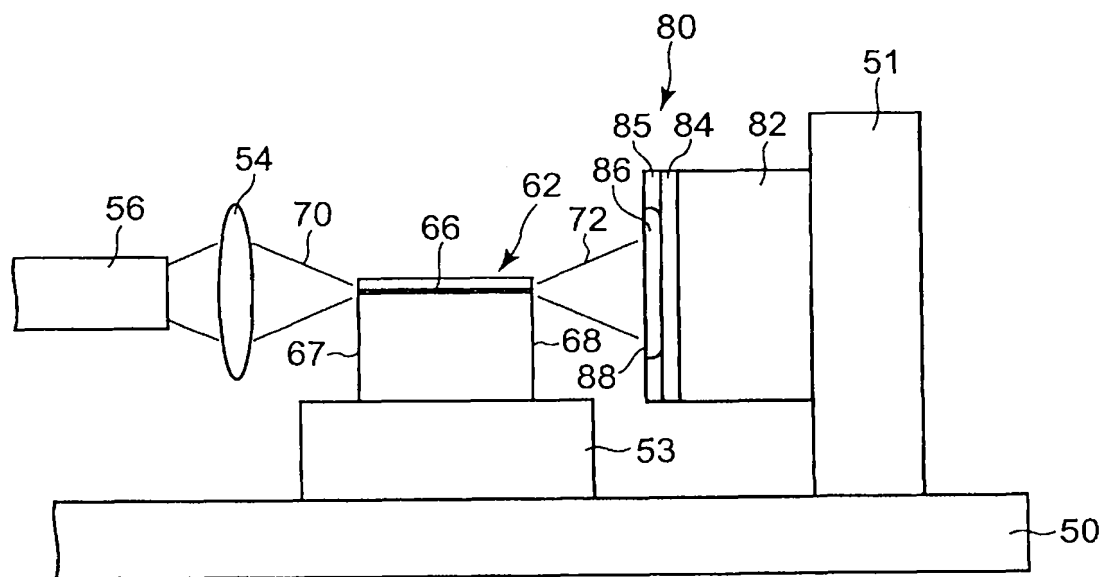


图 1

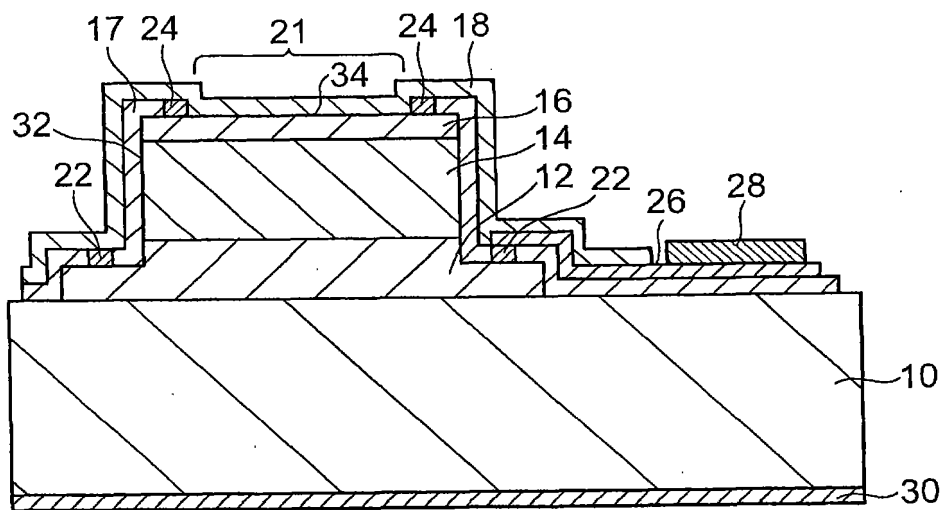


图 2

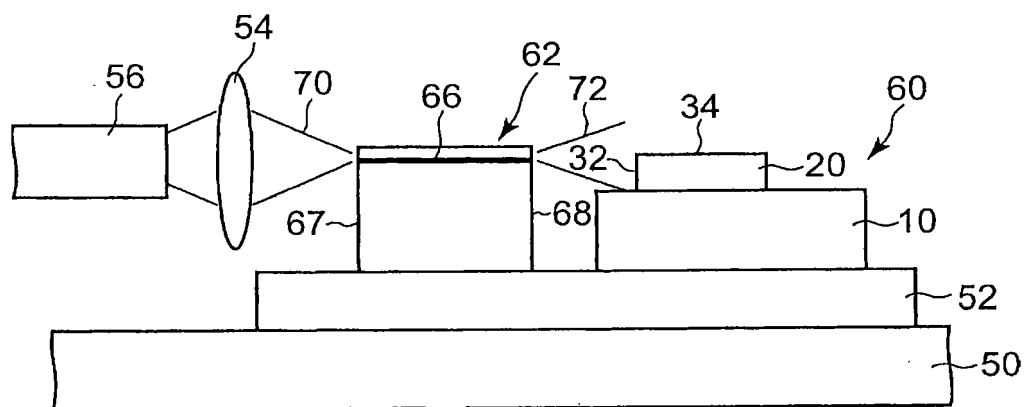


图 3

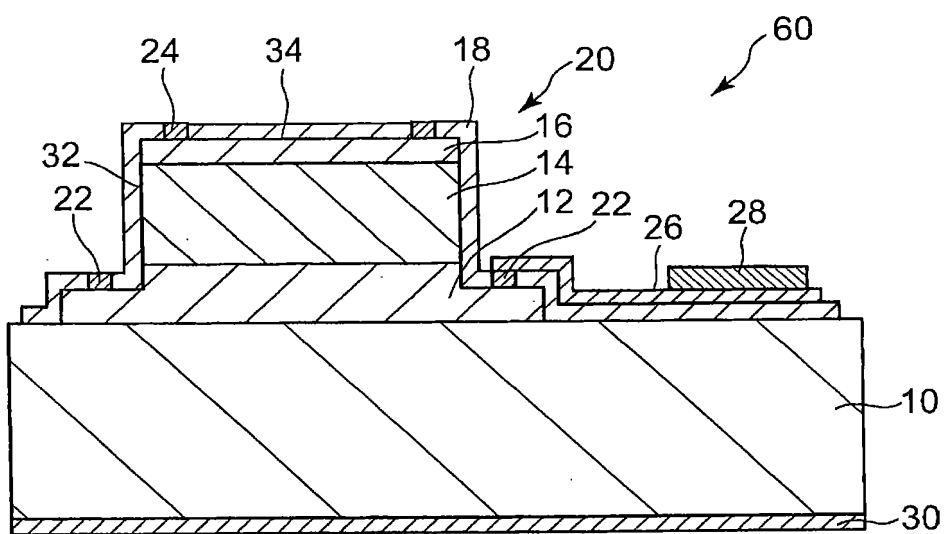


图 4

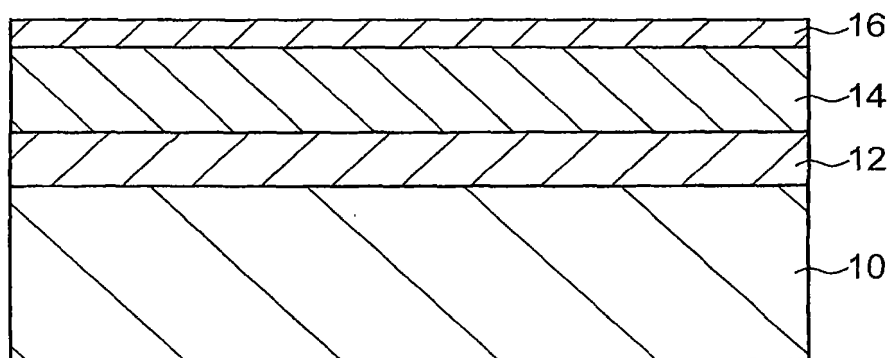


图 5A

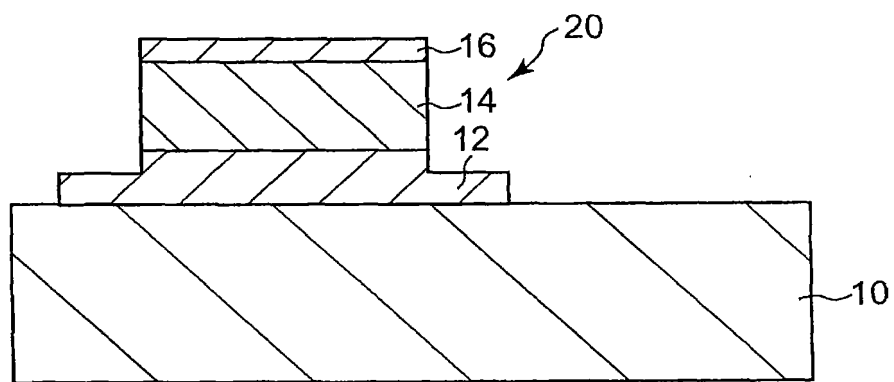


图 5B

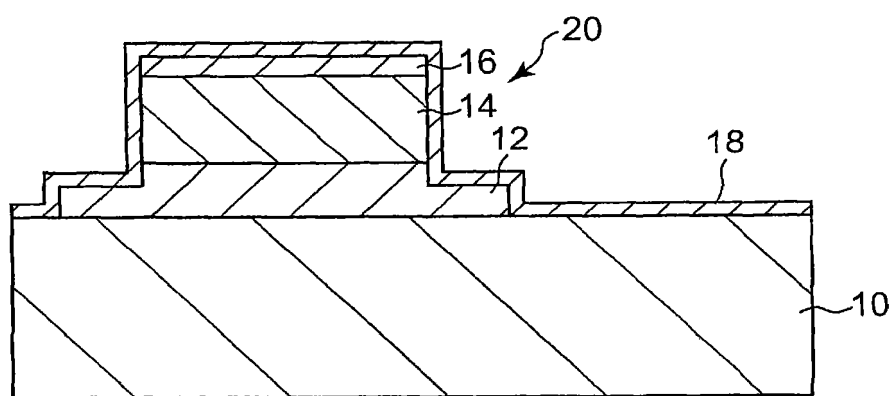


图 5C

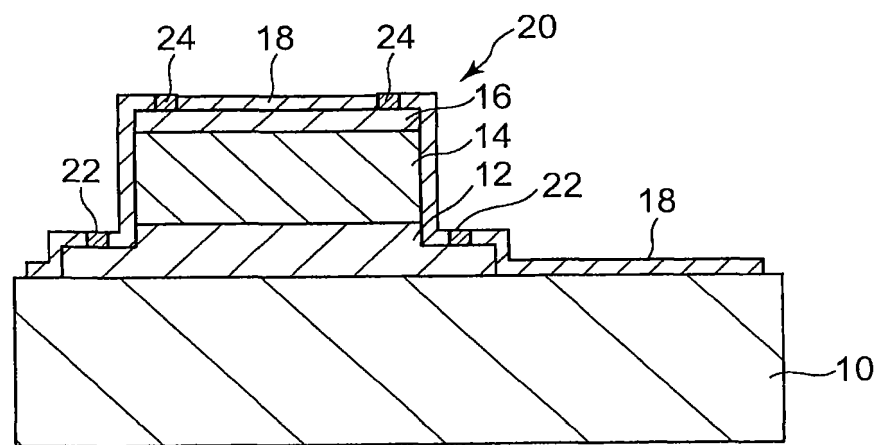


图 6A

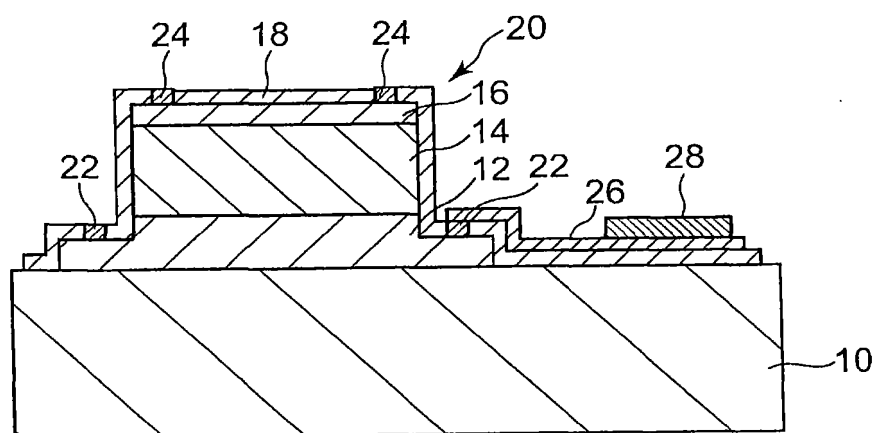


图 6B

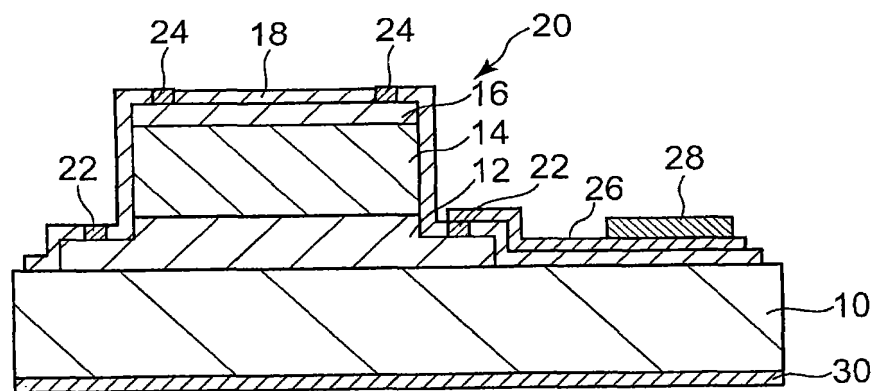


图 6C

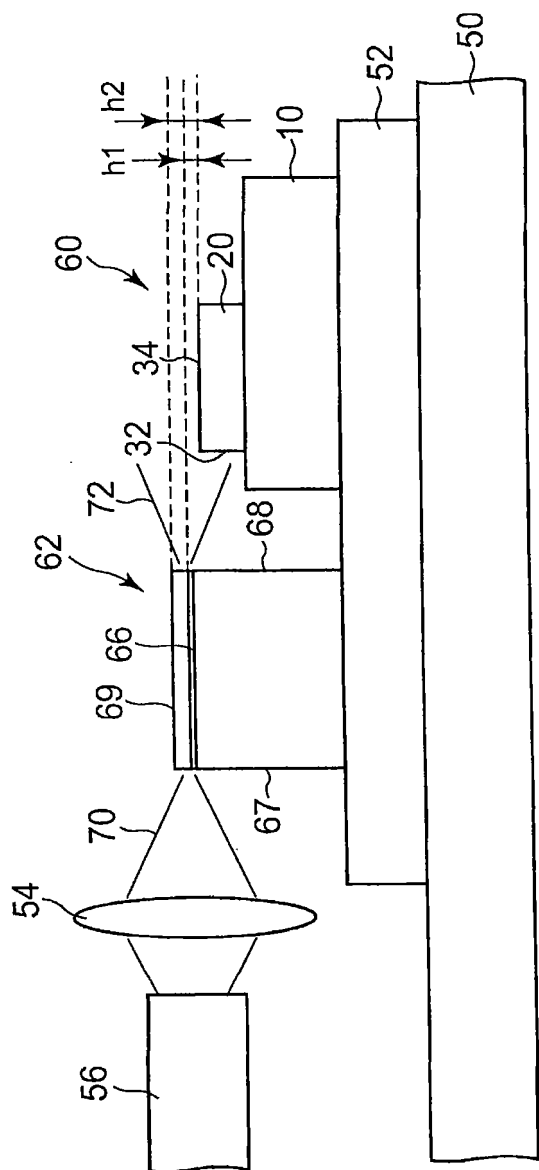


图 7A

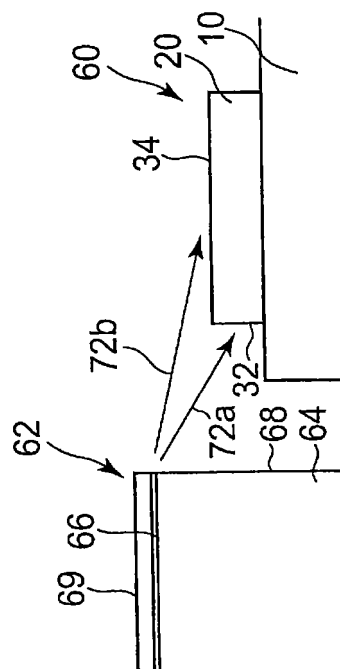


图 7B

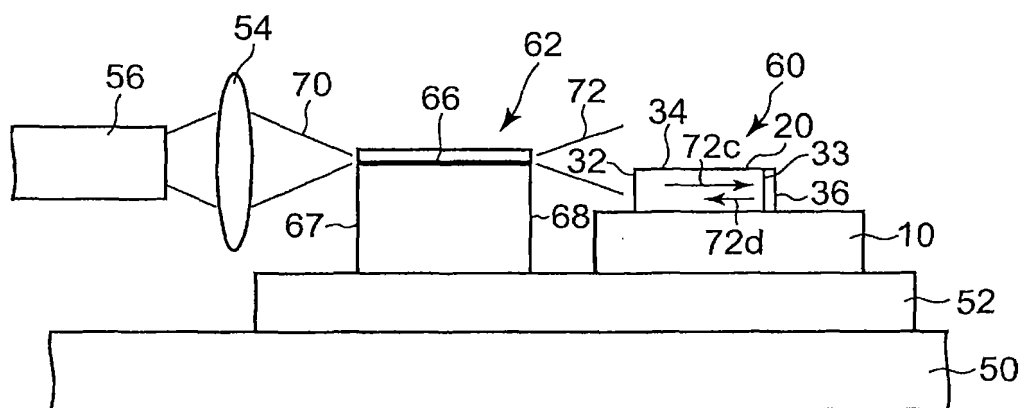


图 8

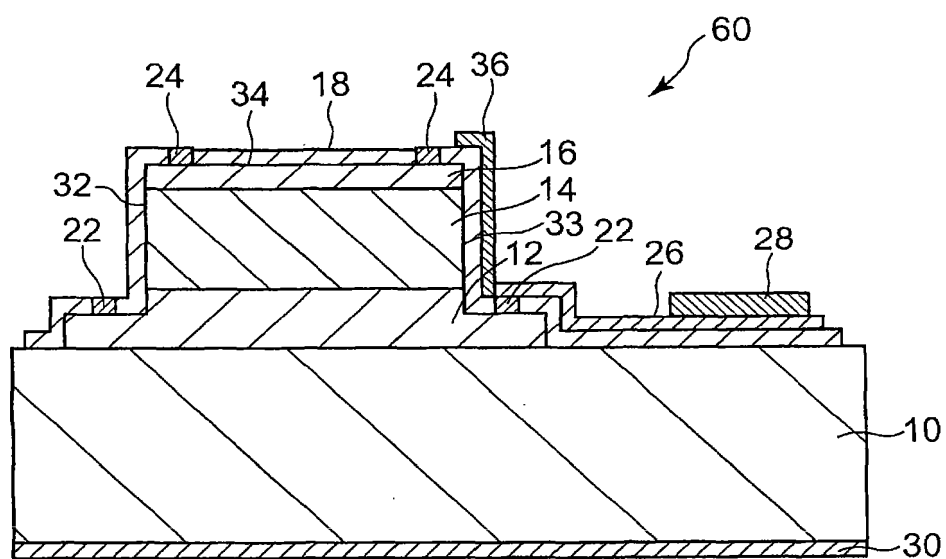


图 9

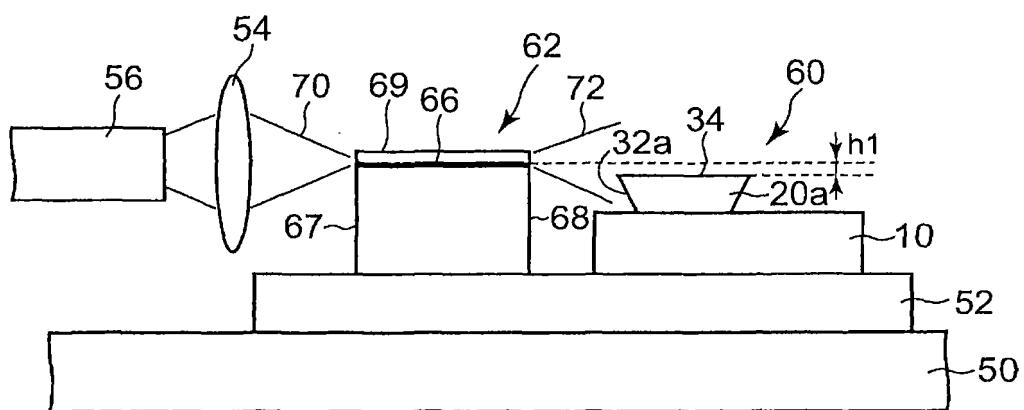


图 10

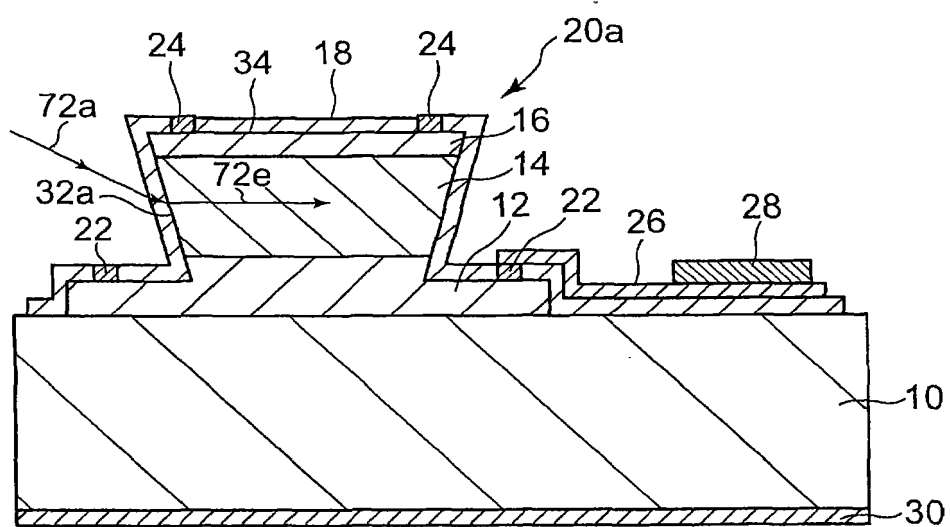


图 11

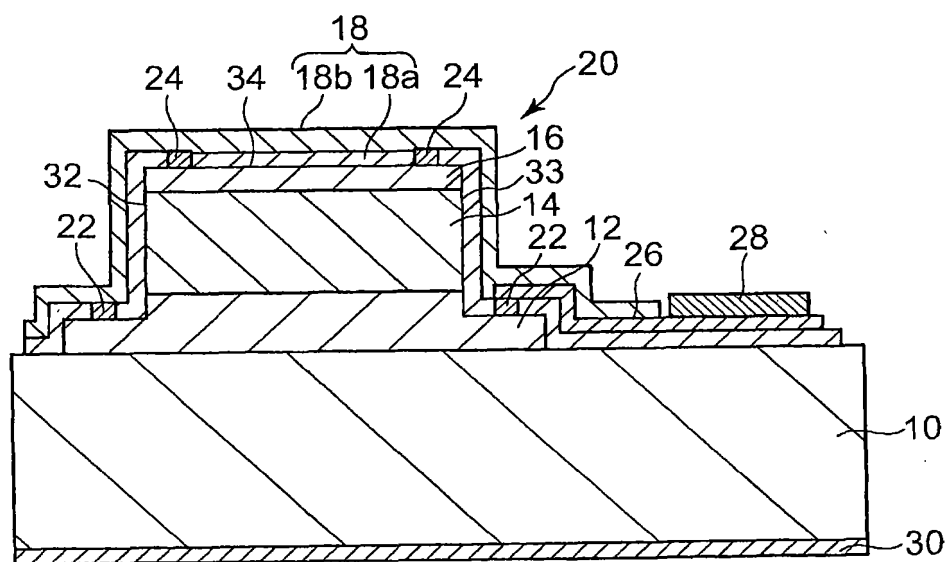


图 12

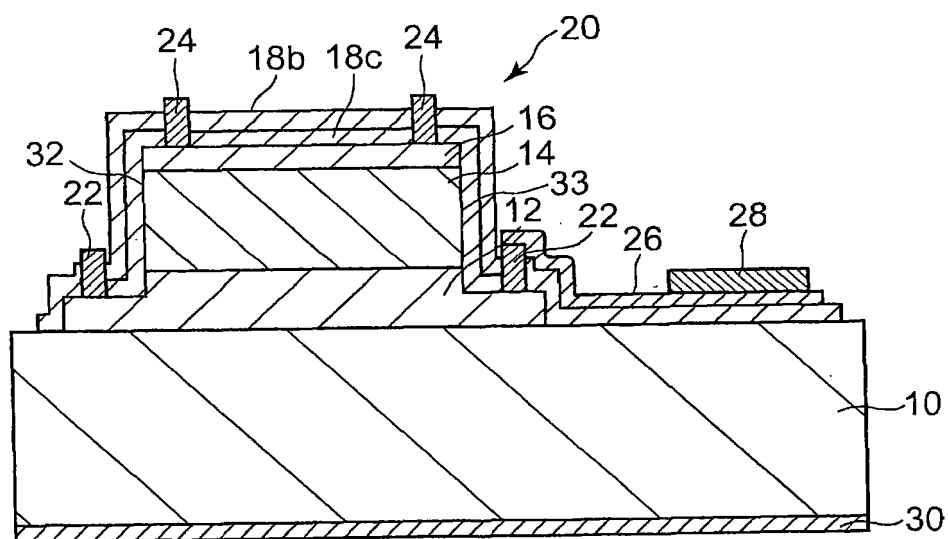


图 13

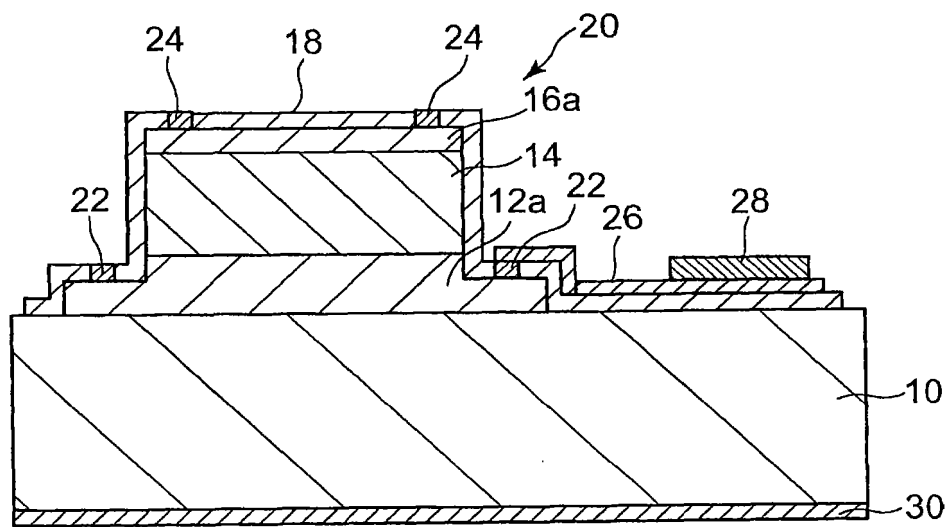


图 14

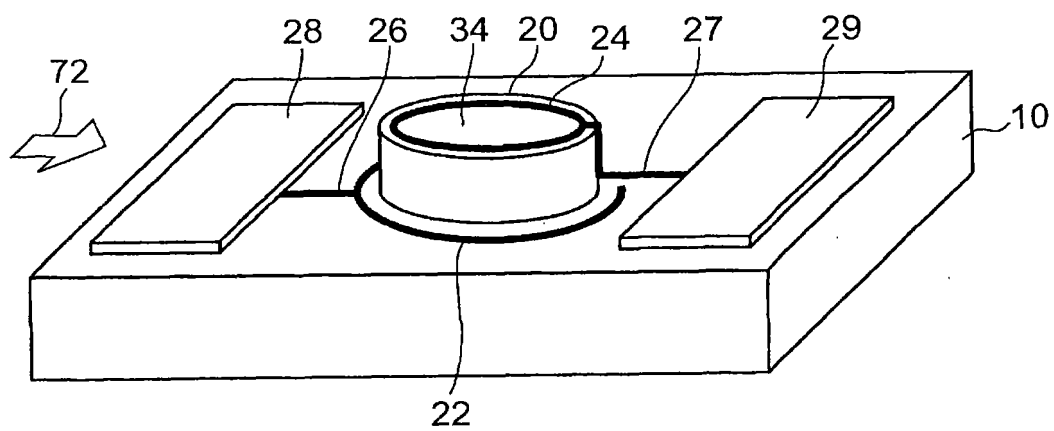


图 15

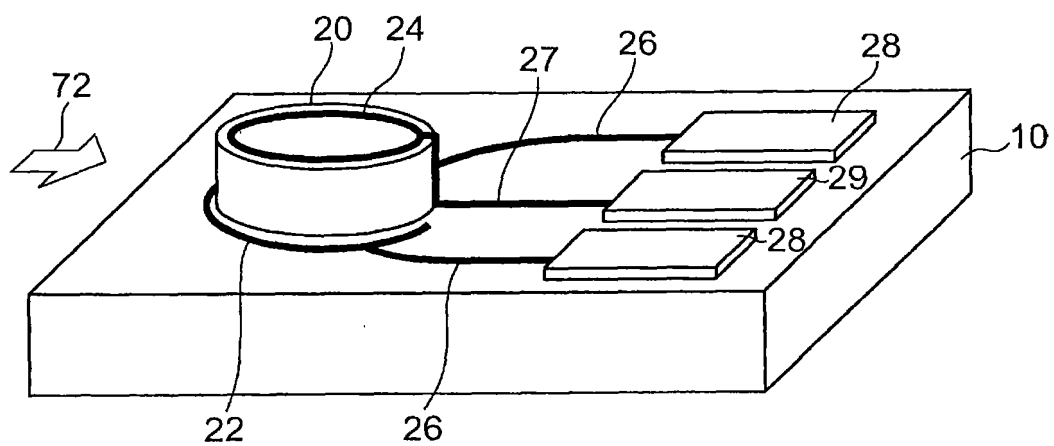


图 16

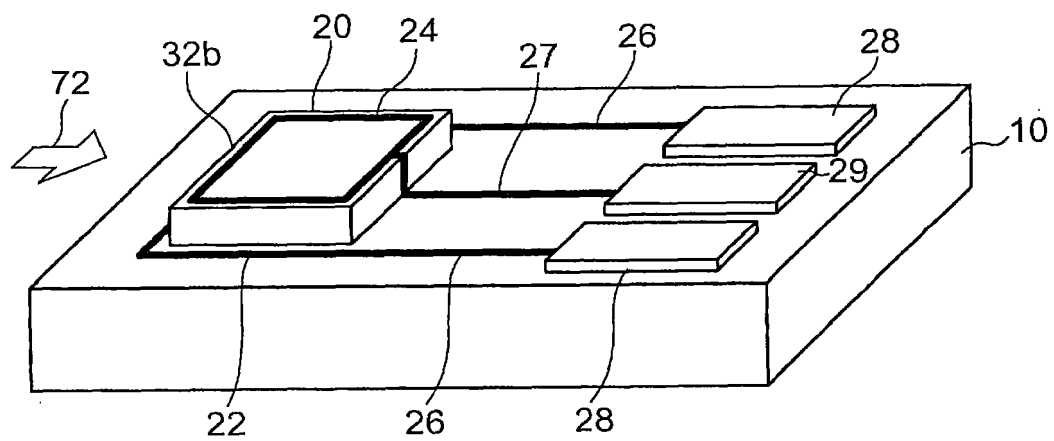


图 17