

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02B 6/43

G02B 6/122



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98809678.1

[45] 授权公告日 2005 年 6 月 29 日

[11] 授权公告号 CN 1208650C

[22] 申请日 1998.10.1 [21] 申请号 98809678.1

[30] 优先权

[32] 1997.10.1 [33] JP [31] 269001/1997

[32] 1997.10.1 [33] JP [31] 269002/1997

[32] 1998.1.28 [33] JP [31] 16122/1998

[86] 国际申请 PCT/JP1998/004433 1998.10.1

[87] 国际公布 WO1999/017143 日 1999.4.8

[85] 进入国家阶段日期 2000.3.30

[71] 专利权人 日立化成工业株式会社

地址 日本东京

共同专利权人 小柳光正

[72] 发明人 小柳光正 桑名保宏 本田裕

宫寺信生

审查员 张春伟

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

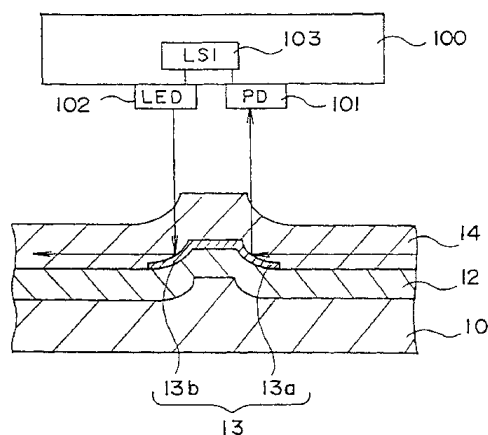
代理人 王永刚

权利要求书 4 页 说明书 20 页 附图 19 页

[54] 发明名称 备有微反射镜的光波导及其制造方法和光信息处理设备

[57] 摘要

易于制造内设有微反射镜以相对于基片的表面的上方反射和接收传输光的光波导的制造方法。此方法包括于基片(10)上形成表面上具有带斜侧面的凸部的包层(12)的第一工序,于此包层(12)的凸部斜侧面上形成反射膜(13)的第二工序,以及于此包层(12)的凸部斜侧面上形成光波导(14)的第三工序。所述凸部是由各向同性腐蚀工艺形成的。



ISSN 1008-4274

1. 备有微反射镜的光波导的制造方法，此方法的特征在于它具有下述工序：

将表面上具有带斜侧面的凸部的包层形成于基片上的第一工序；

于上述包层的上述凸部侧面上形成反射膜的第二工序；

于上述包层的上述凸部上形成光波导的第三工序；

上述第一工序还包括：

于上述基片的表面上用各向同性腐蚀工艺形成有斜侧面的凸部的工序，以及

于上述基片的表面上依随此凸部的形状，由旋涂玻璃或树脂形成包层的工序。

2. 权利要求 1 所述的备有微反射镜的光波导的制造方法，其特征在于，在形成上述反射膜的工序中以金属材料形成所述反射膜，同时把上述反射膜作为横切所述光波导的配线的一部分形成。

3. 备有微反射镜的光波导的制造方法，此方法的特征在于，它具有下述工序：

将表面上具有带斜侧面的凸部的包层形成于基片上的第一工序；

于上述包层的上述凸部侧面上形成反射膜的第二工序；

于上述包层的上述凸部上形成光波导的第三工序；

上述第一工序还包括：

于具有平整上表面的上述基片的这一表面上由旋涂玻璃或树脂形成所述包层的工序；以及

于上述包层的上表面上用各向同性腐蚀工艺形成有上述斜侧面的凸部的工序。

4. 权利要求 3 所述的备有微反射镜的光波导的制造方法，其特征在于，在形成上述反射膜的工序中以金属材料形成所述反射膜，同时把上述反射膜作为横切所述光波导的配线的一部分形成。

5. 备有微反射镜的光波导的制造方法，此方法的特征在于它具

有下述工序：

于基片上由旋涂玻璃或树脂形成包层的第一工序；

于上述包层上形成反射膜的第二工序；

用各向同性腐蚀工艺腐蚀上述反射膜加工出有倾斜侧面的凸部的第三工序；

于上述反射膜上形成光波导的第四工序。

6. 光波导，此光波导的特征在于，它具有基片、设于此基片上的由树脂构成的包层以及设于此包层上的光波导层，

上述基片的上面备有用各向同性腐蚀工艺形成且带倾斜侧面形状的凸部，而上述包层具有仿随此基片的凸部形状的凸部，

在此包层的上述凸部的侧面与上述光波导层之间则设置有反射膜。

7. 权利要求 6 所述的光波导，其特征在于，上述反射膜相对于上述凸部的斜面在光的行进方向于同一侧上形成，通过使该反射膜的面积变化，根据到达该反射膜上光量的衰减程度将反射光量调整到恒定。

8. 权利要求 7 所述的光波导，其特征在于，为改变所述反射膜的面积而改变此反射膜的横宽。

9. 权利要求 8 所述的光波导，其特征在于，使上述反射膜的高度保持一定。

10. 权利要求 8 或 9 所述的光波导，其特征在于，上述反射膜的高度小于光波导层厚度的 20%。

11. 权利要求 6 所述的光波导，其特征在于，前述凸部与上述光波导层由同样材质的材料组成。

12. 权利要求 11 所述的光波导，其特征在于，相对于所述光波导的宽度方向，所述凸部的长度比此光波导的宽度大，而所述凸部的两端则从此光波导的边缘伸出。

13. 权利要求 12 所述的光波导，其特征在于，所述反射膜只设置于前述凸部的前述侧面的一部分之上，为使上述各凸部上的反射光

量恒定，此反射膜的面积可根据沿此光波导传输到达该反射膜的传输光的光量衰减程度进行调整。

14. 权利要求 11 所述的光波导，其特征在于，所述凸部和所述光波导层由树脂组成。

15. 光信息处理设备，此设备的特征在于它具有：

备有权利要求 6~9 中任一项所述的光波导和预定布线图的波导基片；

与上述光波导相对地设于所述波导基片上的电气电路基片；

将此波导基片与电路基片连接的多个连接部；

上述电路基片设有用来接收沿该光波导传输的光信号的光接收元件和电路；

上述连接部为导电性的；

上述布线图通过所述连接部与前述光接收元件和电路作电连接。

16. 权利要求 15 所述的光信息处理设备，其特征在于，所述布线图具有供电用配线，通过上述多个连接部之一至少是给上述光接收元件供电。

17. 权利要求 15 所述的光信息处理设备，其特征在于，所述布线图具有时钟信号用配线，通过上述多个连接部之一给所述电路供给时钟信号。

18. 权利要求 15 所述的光信息处理设备，其特征在于，上述布线图具有数据输入/输出用配线，此配线通过前述多个连接部之一与上述电路连接。

19. 权利要求 15 所述的光信息处理设备，其特征在于，所述光波导构成使光循环的结构。

20. 权利要求 15 所述的光信息处理设备，其特征在于，所述电路基片使上述光接收元件固定地位于前述光波导的上部，而在此光波导上设有将传输光的一部分偏转向上述光接收元件的偏转装置。

21. 权利要求 15 所述的光信息处理设备，其特征在于，所述电路基片有多个，在此多个电路基片的至少一个之上设有将光照射向所

述光波导的发光元件，在所述光波导上设有将该发光元件发出的光偏转向光波导传输方向的偏转装置。

22. 权利要求 20 所述的光信息处理设备，所述备有上述偏转装置的上述光波导是由包括有下述工序的制造方法来制造的：

在前述波导基片上形成表面上具有带倾斜侧面的凸部的包层的第一工序；

在上述包层的上述凸部侧面上形成反射膜的第二工序；

于上述包层的上述凸部之上形成所述光波导的第三工序；

而上述第一工序为形成此有倾斜侧面的凸部，采用了各向同性腐蚀工艺。

23. 权利要求 21 所述的光信息处理设备，所述备有上述偏转装置的上述光波导是由包括有下述工序的制造方法来制造的：

在前述波导基片上形成表面上具有带倾斜侧面的凸部的包层的第一工序；

在上述包层的上述凸部侧面上形成反射膜的第二工序；

于上述包层的上述凸部之上形成所述光波导的第三工序；

而上述第一工序为形成此有倾斜侧面的凸部，采用了各向同性腐蚀工艺。

24. 权利要求 20 所述的光信息处理设备，其特征在于，所述电路基片有多个，而所述光接收元件设于此多个电路基片的各个之上，

所述光波导具有在上述波导基片上形成的包层以及在其上形成的光波导层，

所述偏转装置具有形成于上述各个光接收元件下部的前述包层上面的凸部和反射膜，

上述凸部的侧面为斜面而上述反射膜则设于该斜面上，

前述反射膜则可根据到达该反射膜上的光量的衰减程度将反射光量调整到恒定。

备有微反射镜的光波导及其制 造方法和光信息处理设备

技术领域

本发明涉及用于连接在集成电路之间的光波导及其制造方法以及采用光波导传输光信号的光信息处理设备。

背景技术

为了在许多集成电路间收发信号，当电信号一旦变换为光信号后，作为由光信号进行收发的光互连接技术已公开于《Jpn. J. Appl. Phys.》Vol. 36(1977) PP.1903 - 1906 中，该文描述了采用基片上的光波导传送电信号的结构。此结构是于 LSI 基片上装设用于电信号和光信号变换的发光二极管以及光接收元件，再将此 LSI 基片安装到形成有光波导的基片上。这样，沿光波导传输的光信号可通过光波导内的微反射镜沿垂直方向偏转到基片面上，从光波导出射而为 LSI 基片上的光接收元件接收。从发光二极管向光波导发射出的光信号则由光波导内的微反射镜偏转到光波导的传输方向，而沿光波导传输。作为此光波导内的微反射镜，可以采用在此光波导的下表面上形成的人字形铝反射镜。此人字形的铝反射镜的斜面使光反射而偏转方向。

但是，光波导内微反射镜的高效制造方法是迄今尚没有的。

此外，对于在光波导内多段地设有微反射镜时，还存在有由于传输损耗而使后段中的微反射镜反射光强减弱的问题。

再有，上述的光互连的系统由于是把 LSI 的输入/输出信号变换为光信号而能通过光波导传送，因而需要对仍然存在的 LSI 和发光二极管以及光接收元件供给电源电压。这样就有如何来适当地布置电源电压供给用的配线问题。

发明概述

本发明的第一目的在于提供用来使传输光相对于基片面的上方入射/出射而在内部多段地设有微反射镜的光波导容易制造的方法。

本发明的第二目的在于提供这样的用来使传输光相对于基片面的上方入射/出射且在内部多段地设有微反射镜的光波导，此光波导能使后段的微反射镜的反射光强保持到一定水平以上。

本发明的第三目的在于提供构成为将形成有电路和光接收/发射元件的基片装设在光波导基片上的光信息处理设备，此设备能将对电路等的电源供给用配线作高效而紧凑的布置。

为了达到上述的第一目的，本发明提供了下述的光波导的制造方法。

本发明提供一种备有微反射镜的光波导的制造方法，此方法的特征在于它具有下述工序：将表面上具有带斜侧面的凸部的包层形成于基片上的第一工序；于上述包层的上述凸部侧面上形成反射膜的第二工序；于上述包层的上述凸部上形成光波导的第三工序；上述第一工序还包括：于上述基片的表面上用各向同性腐蚀工艺形成有斜侧面的凸部的工序，以及于上述基片的表面上依随此凸部的形状，由旋涂玻璃或树脂形成包层的工序。

本发明提供一种备有微反射镜的光波导的制造方法，此方法的特征在于，它具有下述工序：将表面上具有带斜侧面的凸部的包层形成于基片上的第一工序；于上述包层的上述凸部侧面上形成反射膜的第二工序；于上述包层的上述凸部上形成光波导的第三工序；上述第一工序还包括：于具有平整上表面的上述基片的这一表面上由旋涂玻璃或树脂形成所述包层的工序；以及于上述包层的上表面上用各向同性腐蚀工艺形成有上述斜侧面的凸部的工序。

本发明提供一种备有微反射镜的光波导的制造方法，此方法的特征在于它具有下述工序：于基片上由旋涂玻璃或树脂形成包层的第一工序；于上述包层上形成反射膜的第二工序；用各向同性腐蚀工艺腐蚀上述反射膜加工出有倾斜侧面的凸部的第三工序；于上述反射膜上

形成光波导的第四工序。

为了达到上述第二目的，本发明提供了下述的光波导。

本发明提供一种光波导，此光波导的特征在于，它具有基片、设于此基片上的由树脂构成的包层以及设于此包层上的光波导层，上述基片的上面备有用各向同性腐蚀工艺形成且带倾斜侧面形状的凸部，而上述包层具有仿随此基片的凸部形状的凸部，在此包层的上述凸部的侧面与上述光波导层之间则设置有反射膜。

为了达到上述第三目的，本发明提供了下述的光信息处理设备，此设备的特征在于它具有：

配备了上述光波导和预定布线图的波导基片；

与上述光波导相对地设于所述波导基片上的电气电路基片；

将此波导基片与电路基片相连的多个连接部，
上述电路基片设有用来接收沿所述光波导传输的光信号的光接收元件以及电路，
上述连接部为导电性的，
上述布线图则通过所述连接部与前述光接收元件和电路作电连接。

附图简述

图 1 为剖面图，示明备有微反射镜的本发明第一实施形式的光波导的制造工序。

图 2 为剖面图，示明备有微反射镜的本发明第一实施形式的光波导的制造工序。

图 3 为剖面图，示明备有微反射镜的本发明第一实施形式的光波导的制造工序。

图 4 为剖面图，示明备有微反射镜的本发明第一实施形式的光波导的制造工序。

图 5 为剖面图，示明备有微反射镜的本发明第一实施形式的光波导的制造工序。

图 6 为剖面图，示明备有微反射镜的本发明第一实施形式的光波导的制造工序。

图 7 为剖面图，示明备有微反射镜的本发明第一实施形式的光波导的制造工序。

图 8 为剖面图，示明备有微反射镜的本发明第一实施形式的光波导的制造工序。

图 9 为说明图，示明备有微反射镜的本发明第一实施形式的光波导中传输光的入/出射。

图 10 为剖面图，示明备有微反射镜的本发明第二实施形式的光波导的制造工序。

图 11 为剖面图，示明备有微反射镜的本发明第二实施形式的光波导的制造工序。

图 12 为剖面图, 示明备有微反射镜的本发明第二实施形式的光波导的制造工序。

图 13 为剖面图, 示明备有微反射镜的本发明第二实施形式的光波导的制造工序。

图 14 为剖面图, 示明备有微反射镜的本发明第三实施形式的光波导的制造工序。

图 15 为剖面图, 示明备有微反射镜的本发明第三实施形式的光波导的制造工序。

图 16 为剖面图, 示明在第三实施形式中将横切光波导的配线的一部分用作微反射镜情形下的光波导的结构。

图 17 为图 16 中光波导与配线的俯视图。

图 18 为剖面图, 示明将上部包层设于第一~第三实施形式的光波导上且使光波导的上表面平坦化的结构。

图 19 为俯视图, 用于说明本发明第四实施形式的光信息处理系统中基片 10 上光波导与配线的结构。

图 20 为框图, 说明图 19 的光信息处理系统中设于基片 100、111、112 上的 LSI、光接收元件与发光二极管的布置。

图 21 为剖面图, 示明图 19 的光信息处理系统中基片 10 和基片 100 之间的连接结构。

图 22 为框图, 以(a)、(b)、(c)分别示明图 19 的光信息处理系统中基片 100、111、112 上的配线。

图 23 为说明图, 说明图 19 的光信息处理系统中的光信号流。

图 24 为剖面图, 示明图 19 的光信息处理系统中基片 10 上光波导的制造工序。

图 25 为图 24 的 C-C'剖面图。

图 26 为说明图, 示明本发明第五实施形式的光信息处理系统中光波导的形状。

图 27 为说明图, 示明本发明第六实施形式的光信息处理系统中光波导的形状。

图 28 为俯视图,说明备有本发明的第七实施形式的微反射镜的光波导的结构。

图 29 为图 28 的 D-D'剖面图。

图 30 为剖面图,说明备有第七实施形式的微反射镜的光波导中于基片 10 上设有阶差部 815 时的结构。

图 31 为俯视图,示明备有第七实施形式的微反射镜的光波导 14 当其宽度比凸部 15 的宽度大时的结构。

图 32 为斜视图,用于说明图 31 中光波导 14 的结构。

图 33 为剖面图,示明图 8 中使凸部 15 与铝膜 13 的宽度等于和大于光波导 14 的宽度时的结构。

用于实施本发明的最佳形式

下面参照附图说明本发明一实施形式。

首先用图 1~8 说明备有微反射镜的本发明第一实施形式光波导的制造方法。

如图 27 所示,于硅基片 10 上形成厚约 $1\mu\text{m}$ 的光刻胶膜 11。具体地说,是把粘度 20cp 的感光树脂溶液((株)东京应化社制 OFPR-800),于 1500rpm 下 2 秒再于 3000rpm 下 30 秒的条件下,用旋涂机涂布后,再固化成光刻胶膜 11,然后进行曝光与显像形成图 2 中的图案。显影液采用含有氢氧化四甲铵 2.38% 的显影液((株)东京应化社制 NMD-3)。

然后以光刻胶膜 11 为掩模,用各向同性腐蚀的腐蚀液对硅基片 10 进行腐蚀,于硅基片 10 上形成高度约 $0.5\mu\text{m}$ 的凸部 15(图 3)。作为腐蚀液,在本实施形式中采用 HNO_3 和 HF 按 $\text{HNO}_3/\text{HF}=95/5$ 之比的混合液。这样地进行了各向同性的腐蚀后,由于这种腐蚀是对硅基片 10 在厚度方向和横方向同样进行,光刻胶膜 11 的下部由于腐蚀液的蔓延而生成底部切口。据此可把形成了凸部 15 的侧面形成适合反射镜面角度的斜面。

然后除去光刻胶膜 11,使硅基片 10 的表面全体于 1100°C 进行 6 小时的热氧化,形成厚约 $1.2\mu\text{m}$ 的氧化膜(图 4)。由此即可形成成为上述凸部 15 形状的氧化膜。此氧化膜即成为下部包层 12。在下部包层 12 之上再

由溅射法形成厚 $0.2\ \mu\text{m}$ 的铝膜 13(图 5)。要求剩下的铝膜 13 能覆盖凸部 15 的倾斜面, 余留的部分由光刻法除去, 这样便可由铝膜 13 构成微反射镜。

再于下部包层 12 的表面上, 形成厚度为分子级的极薄的有机锆化合物的被膜, 这种被膜的形成是用来提高其上形成的聚酰亚胺光波导和下部包层 12 的粘合强度。然后涂布和焙烧以日立化成工业(株)社制的 OPI-N3505, 形成所希望厚度的聚酰亚胺层, 再如图 8 所示, 由刻蚀刻蚀成脊形波导, 形成聚酰亚胺组成的光波导 14。再如图 33 所示, 也可构成使凸部 15 的宽度和铝膜 13 的宽度等同于或大于光波导 14 的宽度增大的结构。在图 33 的结构中, 由铝膜 13 所偏转的光量增大, 因而适用于打算增大偏转光量的情形的结构。

光波导 14 如图 9 所示, 是以空气为上部包层传输光的。传输光的一部分由于铝膜 13 的微反射镜一侧的斜面 13a 偏转向硅基片 10 的上方, 而从光波导 14 向上方出射。这样, 通过在硅基片 10 的上方装配其上设有 LSI103、光接收元件 101 与发光二极管(LED)(包括 LED 以外的激光二极管等的发光元件)102 的基片 100, 就能由光接收元件 101 接收光波导 14 的传输光的一部分。于是能把传输光的光信号变换为电信号而由 LSI103 处理。从 LSI103 输出的电信号由发光二极管 102 变换为光信号, 朝向铝膜 13 的微反射镜出射, 再由铝膜 13 另一方的斜面 13b 反射而可偏转向光波导 14 的传输方向。这就能把 LSI 输出的电信号由光波导 14 传送。

这样, 在第一实施形式的制造方法中, 通过采用各向同性腐蚀的侧壁腐蚀就容易形成具有适用于微反射镜的斜面的凸部, 因而再通于其上覆涂以金属膜, 便可简便地制成备有微反射镜的光波导 14。此外, 由于能通过改变各向同性腐蚀的腐蚀条件来控制所形成的凸部的形状, 就可以根据沿光波导传输的光模等控制凸部的倾斜面的角度, 制造出使光按所期望方向偏转的微反射镜。

本实施形式中为构成微反射镜采用的是铝膜 13, 但虽然也可应用其他金属如 Cr、Cu、Au、Ag 等的膜, 也能使用金属膜以外的反射传输光的介质膜。

还能够相对于光波导 14 的折射率, 通过调整凸部 15 的斜面角度, 使凸部 15 的折射率同时减小, 而只由凸部 15 就可构成反射镜。这时, 对应于光波导 14 的折射率和凸部 15 的折射率来调整凸部 15 斜面的角度, 能够构成全反射型的微反射镜。

再有, 上述实施形式中是由热氧化所得的氧化膜来形成下部包层 12, 但也能不用热氧化而由图 4 所示工序, 于基片 10 上用 CVD、溅射等工艺来形成 SiO_2 膜, 并可以之作为下部包层 12, 这时易于形成厚的下部包层 12。再有, 通过涂布并硬化 SOG(旋涂玻璃)膜, 也能形成下部包层 12。再有, 可以采用折射率比光波导 14 低的树脂来形成下部包层 12, 这时可以降低制造成本。

在上述实施形式中是于基片 10 的表面上形成凸部 15, 为此要形成下部包层 12, 而于下部包层 12 的表面上形成凸部 15, 但是这种方法并非唯一的, 也可以在平坦的基片 10 之上形成下部包层 12 之后, 通过对下部包层 12 的表面进行各向同性腐蚀, 然后在下部包层 12 的表面上直接形成凸部。

图 9 的结构中, 对于为 LSI103、发光二极管 102 与光接收元件 101 供给驱动电流的电源线和接地线, 以及用来传输前述各器件输出的电信号的导线, 如后所述都可以形成于基片 10 上。这时, 在把铝膜 13 图案化成微反射镜的同时, 通过将电源线、地线、配线等按要求的布线图图案化后, 也可把横切光波 14 的配线的一部分作为微反射镜。

下面用图 10~13 说明备有微反射镜的本发明第二实施形式的光波导的制造方法。

本实施形式通过对金属膜进行各向同性腐蚀而形成有斜面的微反射镜。

首先于硅基片 10 之上通过形成 SiO_2 膜而形成下部包层 21 后, 再形成铝膜 22(图 10), 再于其上形成光刻胶膜 23 并图案化。以此光刻胶膜 23 作为掩模, 用各向同性腐蚀液腐蚀铝膜 22 后, 即在光刻胶膜 23 的下部使腐蚀液布散而产生侧壁腐蚀, 由此能够形成具有斜面的凸形铝膜 22 的微反射镜。然后用与第一实施形式相同的方法, 以 OPI 涂覆剂处理下部包

层 21 的表面, 形成聚酰亚胺光波导 14。

由于此方法是直接由各向同性腐蚀液腐蚀铝膜 22, 可使下部包层 21 平坦化而能提高光波导 14 的传输效率。

还由于此方法能使下部包层 21 平整, 也可由聚酰亚胺等有机树脂形成下部包层 21。

下面说明备有微反射镜的本发明第三实施形式的光波导的制造方法。在本实施形式中, 利用各向异性腐蚀于基片上形成有倾斜侧面的凸部。

此第三实施形式的制造方法与第一实施形式的基本相同, 但作为硅基片 10 是把(100)面用作基片面的, 采用这样的基片 10, 如图 41 所示, 形成光刻胶膜 11, 当腐蚀液采用的是氢氧化钾水溶液等时, 利用硅结晶的(111)面的腐蚀速度远比(100)面慢的特性, 就能形成侧面成为(111)面斜面的凸部 25(图 42)。这以后的工序与第一实施形式的相同。

用上述方法, 斜面(111)面的角度相对于基片面(100)能正确地确定为 54.7° , 因而可使微反射镜的斜面无偏差。于是, 与此斜面的角度相一致, 预先设计出光波导 14 的模, 便能以更高的精度使光依所希望的方向偏转。

上述本实施形式的光波导是取以空气为上部包层的结构, 但也可如图 18 所示, 构成具有上部包层 17 的结构。作为上部包层 17, 可以采用由溅射法等形成的 SiO_2 膜以及涂布和焙烧日立化成工业(株)式制的 CPI-N1005 而形成的聚酰亚胺层等有机树脂层。

再有, 在上述各实施形式中, 由于是在光波导 14 的下部构成了凸形的微反射镜, 因而在微反射镜的这部分上, 光波导 14 也成为凸形。于是, 通过研磨光波导 14 的上面, 能形成图 18 所示的上表面平坦的光波导 14。这时能有效地降低光波导 14 的传输损耗。

此外, 上述第一与第二实施形式中的各向同性腐蚀采用的是湿浸蚀。但本发明并不局限于此, 而只要是有能进行产生侧面腐蚀的各向同性腐蚀的条件时, 也能采用干腐蚀。

下面把采用第一实施形式的光波导 14 构成的光信息处理系统作为本

发明的第四实施形式进行说明。

如图 19 所示,于硅基片 10 上形成环状光波导 14。在基片 10 上,沿光波导 14 设置总计 6 片的 LSI 基片 100、111、112。在 LSI 基片 100、111、112 上与基片 10 相对的一面上的四个角部中,如图 21 所示形成有铝焊盘 121,而在基片 10 上也形成了位于与铝焊盘 121 相对处的铝焊盘 122。它们是通过铬膜 123 和导电性粘合层 142 而由铜突起电极 124 连接的。由此,基片 100、111、112 只是分开很小的空隙而搭设于基片 10 之上。此外,铬膜 123 的配置是为了提高铜突起电极 124 与铝焊盘 122 的接合强度的。

在基片 10 之上,除光波导 14 之外,如图 19 所示,还形成有电源用配线 113、接地用配线 114、时钟信号用配线 115 以及输入/输出信号用配线 116、117。电源用配线 113、接地用配线 114、时钟信号用配线 115 则分别连接到基片 100、111、112 之下四个角上的铝焊盘 122 的其中之一上。此外,输入信号配线 116 与基片 112 的铝焊盘 122 连接,输出信号配线 117 与基片 111 的铝焊盘 122 连接。这样,电源电压、接地电压、时钟信号、输入/输出信号便分别通过铜突起电极 124、铝焊盘 121,供给基片 100、111、112。电源用配线 113、接地用配线 114、时钟信号用配线 115 以及输入/输出信号配线 116 与 117 在同铝焊盘 121 相反一侧的端部上,分别形成有连接焊盘 113a、114a、115a、116a 和 117a。连接焊盘 113a 与电源电路 13a 相接,连接焊盘 114a 与地线 131 连接,连接焊盘 115a 与时钟电路 132 连接。连接焊盘 116a、117a 则与控制部 133 连接。图 19 中,为便于了解,基片 10 上的配线 113 等的路径是取典型的配线路径,但实际的配线路径则是考虑到了配线 113 的迂回等的有效路径。另外,配线 113 等之上形成有光刻胶膜,但图中省除了。

在 4 片 LSI 基片 100 之上,如图 20 所示,设有发光二极管 102 和光接收元件 101 以及 LSI103。在 LSI 基 111 之上未安装发光二极管而是设置光接收元件 101 和 LSI103。在 LSI 基片 112 之上不装设光接收元件而是安装着发光二极管 102 和 LSI103。发光二极管 102 和光接收元件 101 分别如图 21、图 9 所示,光接收/发射面位于光波导 14 的正上方,而且此

光接收/发射面在基片 100、111、112 上设置成朝向光波导 14。

LSI 基片 100 上布设有配线 134, 用于将通过铜突起电极 124 从基片 10 供给的电源电压和接地电压供给发光二极管 102、光接收元件 101、LSI103 的同时, 将时钟信号输入 LSI103(图 22(a))。此外, 布设有用于将光接收元件 101 的输出输入 LSI103 的配线 134 和用于将 LSI 的输出输入发光二极管 102 的配线 134。

LSI 基片 112 上同样形成有配线 135, 用于将电源电压和接地电压供给发光二极管 102 和 LSI103, 同时用于将时钟信号输入 LSI103(图 22(b))。此外, 基片 112 上也布设有配线 135, 由于其上未设有光接收元件, 是用于将来自外部控制部 133 的输入信号输入 LSI103 的。LSI 基片 111 之上也形成有配线 136, 用于将电源电压和接地电压供给光接收元件 101 和 LSI103, 同时将时钟信号输入 LSI103(图 22(c))。基片 111 上由于未载有发光元件, 也配置有用于将 LSI103 的输出信号输出到外部控制部 133 的配线 136(图 22(c))。

光波导 14 上在与 6 块基片 100、111、112 相对的位置上设有铝膜 13 构成的微反射镜(图 9)。此微反射镜具有沿光波导 14 的光的传播方向的两个斜面 13a、13b, 由一方的斜面 13a 使传输光的一部分偏转向基片 10 的上方。由另一方的斜面 136 将发光二极管 102 发射出的光偏转向沿光波导 14 的传播方向, 沿光波导 14 传输。

下面说明本实施形式的光信息处理系统的工作。

从电源电路输送来的电源电压在通过基片 10 上的连接焊盘 113a、电源用配线 113 和铝焊盘 122 后, 经铜突起电极 124 到达 6 片 LSI 基片 100、111、112, 再经过基片 100、111、112 上的配线 134、135、136 供给发光二极管 102、光接收元件 101 与 LSI103。同样, 接地电压也经由基片 10 上的连接焊盘 114a、接地用配线 114、铝焊盘 122、铜突起电极 124、铝焊盘 121 以及配线 134、135、136, 供给发光二极管 102、光接收元件 101 与 LSI103。从时钟电路 132 输出的时钟信号到经由基片 10 上的时钟信号用配线 115 和铜突起电极 124 等, 供给 LSI103。

由于这些电源电压和接地电压的供给, 发光二极管 102 才能发光, 光

接收元件 101 才能接收光。同时, LSI103 也才能工作:

4 片基片 100 上的 LSI103 都采用设于光波导 14 下部的的光接收元件 101 和发光二极管 102, 把与其他基片 100、111、112 的 LSI103 之间需进行收发的信号, 全部变换为光信号通过光波导 14 接收或发送。但由于发光二极管没有设在基片 111 的下部, 基片 111 的 LSI103 便通过光波导 14 经光接收元件接收来自其他基片 100、112 的 LSI103 的光信号, 而接收到的信号的运算结果便以电信号的原来形式转送到控制部 133。还由于光接收元件未设在基片 111 的下部, 基片 111 的 LSI103 在把从控制部 133 作为电信号而接收的信号运算之后, 通过发光二极管 102 变换为光信号, 输出到另外的基片 100、111 的 LSI103。控制部 133 的电信号则经由铜突起电极 124、基片 10 上的信号用配线 116、117 进行收发。

本实施形式中, 基片 100 的 LSI103 构成为包括选择电路、运算电路和信号输出电路。选择电路只从光接收元件 101 所接收的信号中选择朝向自身发送的信号。运算电路利用选择电路所选择的信号进行预定的运算。然后, 信号输出电路根据运算电路的运算结果制成附有示明基片 111 的 LSI103 的地址信号的信号, 将其作为光信号输出经发光二极管 102。

基片 112 的 LSI103 则构成为具有信息分割电路和信号输出电路。此信息分割电路将从控制部 133 接收的应处理的信息分割成 4 份信息, 将此备份信息一一分配到 4 片基片 100 的 LSI103 中。信号输出电路制成的附有示明分配有分割信息的对象地址信号的信号, 将其作为光信号输出给发光二极管 102。

基片 111 的 LSI103 具备有选择电路和输出电路。选择电路从光接收元件 101 所接收的信号中只选择朝向自身发送的信号。输出电路则合成所接收的信号输出给控制部 133。

下面具体地说明这些操作。如图 23 所示, 基片 112 的 LSI103 从控制部 133 作为电信号接收应处理的信息。基片 112 的 LSI103 的信息分割电路将所接收的信息分割成 4 份信息, 确定将分割的信息逐一分配的对象基片 100。基片 112 的 LSI103 的信号输出电路, 制成附有对所述 4 份信息分别分配而特定的对象基片 100 地址信号的信号, 将其作为光信号输出

给在基片 112 之下的发光二极管 102。基片 112 下的发光二极管 102 发出的光经基片 112 下的铝膜 313 构成的微反射镜偏转，成为光波导 14 的传输光而沿其传输。

这 4 份信息的光信号分别沿光波导传输，当到达最接近基片 112 的基片 100 的下部时，由铝膜 313 组成的微反射镜便将传输光的一部分如图 9 所示向下偏转，为其下的光接收元件接收，变换为电信号，传送给基片 100 的 LSI103。基片 100 的 LSI103 的选择电路从所接收的电信号之中只选择发送给自己的信息的信号，而由运算电路运算此信息。然后信号输出电路据此运算结果，制成附有示明基片 111 的 LSI103 地址信号的信号，把它作为光信号输出给基片 100 之下的发光二极管 102。此二极管 102 发出的光经其上的微反射镜偏转，成为沿光波导 14 传输的光。

同样，在其他基片 100 的下部也由微反射镜将沿光波导 14 传输的光的一部分偏转，由基片 100 下的光接收元件 101 接收，再转送给基片 100 的 LSI103。此 LSI103 在其中只选择传送给自己的信息的信号进行运算，据运算结果制成附有示明基片 111 的 LSI103 的地址信号的信号，作为光信号输出给基片 100 之下的发光二极管 102。此光信号成为光波导 14 的传输光而沿其传输。

在基片 111 的下部，沿光波导 14 传输的光的一部分也为铝膜 313 组成的微反射镜偏转，被基片 111 之下的光接收元件 101 所接收，转送给基片 111 的 LSI103。基片 111 的 LSI103 的选择电路通过从其中选择只传送给自己的信息的信号，4 个基片 100 的 LSI103 分别接收各运算结果。再通过合成此结果求得所希望的运算结果，由输出电路作为电信号转送给控制部 133。

这样，本实施形式的光信息处理系统由于采用了环状的光波导 14，信息便环状地沿光波导 14 循环。于是从某个基片输出的信息常常处于可由一切基片接收的状态。据此，没有必要将 LSI 基片 100、111、112 一一对应地由光波导连接，而有可由一个光波导 14 在所有的 LSI 基片 100、111、112 之间收发信号的优点。从而没有必要重新制定光波导 14 的路径，能够容易地变更信息处理内容。此外，在此情形下，由于需在补加的基片

的位置处设置发光二极管 102、微反射镜和铝焊盘 122 等，故最好在于基片 10 上制造光波导 14 的阶段，于可能补加基片的所有位置上预先设置光接收元件 101、发光二极管 102、微反射镜、铝焊盘 122 等。此时，即使在配置基片位置处的微反射镜也会使传输光的一部分偏转，这虽然会使光损耗，但若预先将发光二极管 102 的输出光强度设定得充分大，就不会产生问题。

此外，在本实施形式中是取这样的结构：LSI 基片 112 接收由电信号需处理的信息，由 LSI 基片进行分割处理，再由 LSI 基片 111 将处理结果合成后输出，然而本发明并不限于上述结构，显然也能采用于 LSI 基片 100 间交换运算结果的结构。还能采用这样的结构：不是从外部接收由电信号应处理的信息，而是由与光波导 14 连接的光波导来接收光信号，把处理结果作为光信号输出到外部。这样，在把输入/输出的信息全部作为光信号时，可将 LSI 基片 111、112 那样的基片代之以由电信号输入/输出信息的基片，将所有的 LSI 基片均成为与基片 100 类似，具备有发光二极管 102 与光接收元件 101。

在本实施形式中，对 LSI 基片 100、111、112 供给电源电压时是通过设于基片 10 上的配线 113 等以及用于支承 LSI 基片 100 的铜突起电极进行。在这样的结构下，可如倒装片那样从下面进行对基片 100、111 和 112 等的供电。于是在基片 100、111、112 的上侧不必设置配线和端子等。此外，在把基片 100、111、112 安装到基片 10 上之后，由于能同时进行由铜突起电极所作的连接，使制造工序变得简单。

此外，通过将配线 113 等配置于基片 10 上，也有使形成配线 113 的工序、形成由铝膜 13 组成微反射镜的工序和形成光波导 14 的工序作为系列工序而简单地形成的优点。下面说明在基片 10 上形成光波导 14、微反射镜和配线 13 等的制造工序。

首先根据第一实施形式中说明的图 1~6 的工序，于图 19 的基片 10 上形成下部包层的同时，在基片 100、111、112 下部的适当位置，形成由铝膜 13 和凸部 15 组成的微反射镜。

接着，在于下部包层 12 上形成光刻胶膜后，由剥离法，由 $0.8\mu\text{m}$ 厚

的铝膜形成配线 113、114、115、116、117、铝焊盘 122、连接焊盘 113a、114a、116a、117a。再在基片 10 的整个表面上涂布以日立化成工业(株)社制的 PIX-1400, 并经烘焙而于此整个表面上形成聚酰亚胺组成的光刻胶膜 140(图 14)。然后用干刻蚀法从应形成光波导 14 的区域、铝焊盘 122 以及连接焊盘 131a 等区域除去光刻胶膜 140。

随后于应形成光波导 14 的地区的下部包层 12 的表面上, 涂布以日立化成工业(株)社制的 OPI 涂覆剂, 于下部包层 12 的表面上形成厚度为分子级的极薄的 OPI 涂覆剂的有机分子膜。这样地形成 OPI 涂覆剂的有机分子膜, 是为了提高上面形成的聚酰亚胺的光波导 14 和下部包层 12 的密切接合强度。在涂布和焙烧上日立化成工业(株)社制的 OPI-N3505 达到所希望厚度的聚酰亚胺层后, 形成如图 13、14 所示由于干刻蚀形成的脊形波导, 构成由聚酰亚胺组成的光波导 14。

在铝焊盘 122 之上形成铬膜 123 后, 由电镀法形成高 $30\mu\text{m}$ 的铜突起电极 124。再把另制成的基片 100、111、112 借助红外光与基片 10 对准, 同时形成由银焊膏组成的导电性粘合材料层 142, 将基片 100、111、112 固定。

上述制造方法具有能将用于制造配线 113、114 等的成膜和光刻工序同其他的成膜和光刻工序连续进行的优点。

在上述制造方法中虽然把构成微反射镜的铝膜 13 和构成配线 113、114 等的铝膜是以不同的工序构成, 但是也可以将两者的铝膜 13、113、114 等以一道工序一齐加工。具体地说, 在图 6 的工序中对铝膜 13 进行光刻之际, 可以一次性地使微反射镜的形状、配线 113、114 等的形状图案化。由此能简化制造工序。另外, 此时如图 17、18 所示, 为使微反射镜的铝膜 13 成为配线 114、115 的一部分, 可以将微反射镜与配线 114 和 115 形成整体。这样, 由于能把微反射镜用作横切光波导 14 的配线部分 140(图 19 与 20), 就可以减少配线 114、115 横切光波导 14 的部位个数, 能够减少光波导 14 的传输损耗。

再有, 在本实施形式中是由铜突起电极 124 来连接所搭载的基片 100、111、112 的, 但是只要是能有导电性地支承基片 100、111、112 的, 显

然也都是可以采用的。例如也能采用焊料等其他金属的突起电极，也可以采用アニソルム。采用焊料突起电极时可不用粘合剂层 142，通过熔融焊料焊盘就可粘合基片 100、111、112。焊料焊盘不采用电镀法形成，而可采用预先形成球形的突起。アニソルム是在粘合剂树脂成份(例如环氧树脂、丙烯酸橡胶和潜在性硬化剂)中混入和分散导电粒子而成，它在加压处由于导电粒子的接触而有导电性，在不加压处则为绝缘的。于是当搭载上基片 100、111、112 时，通过加压能同时进行粘合和导通。アニソルムの导电粒子例如可使用 Au、Ag、Cu 和焊锡等金属粒子以及在聚乙烯等分子球状核心材料内设有 Ni、Cu、Au、焊锡等导电层。此外，アニソルム也可使用形成为薄膜状的。

另外，本实施形式是通过将光波导 14 形成环状而使光信号循环，但作为使光循环的结构显然也可采用环状以外的光波导形状。例如作为第五实施形式，如图 26 所示，可在一条直线状光波导 150 的两端设置反射镜 151，使传输光于反射镜 151 处反射回，通过沿光波导 151 往复传输而能成为使光循环的结构。此外，作为第六实施形式，如图 27 所示，也可平行地布置直线状的光波导 152 而取在它们的各个端面上配置反射镜 153 的结构。在图 27 的结构中，沿光波导 152 传输的光从端面出射，为反射镜 153 反射回，再从下一个光波导 152 的端面入射。通过这样的反复而形成使光循环的结构。图 26、27 的结构中，光波导 150、152 由于为直线状，制造简单。此外，图 27 的结构中，由于可按基片 10 大小的比例来加长光波导 152 的长度，故适用于需要在小的基片 10 上高效地配置系数 LSI 基片。

下面说明本发明第七实施形式的备有微反射镜的光波导。

在备有第一实施形式所示微反射镜的光波导 14 中，沿光波导 14 设有多个微反射镜时，随着反射镜阶数的增多，由反射镜所偏转的光强便按指数函数衰减，因此，为了设置多个反射镜，必须加大入射到光波导 14 中的光强。下面把将光偏转向光波导上方的现象称为“上跳”。

为了增大上跳的光强曾考虑过加高凸部 15 的阶差高度的方法，但这会存在使光刻工艺烦杂化的缺点。

于是在此第七实施形式中，为使传输光相对于基片面的上方入射/出射，对于内部备有微反射镜的光波导提供能将微反射镜的反射光量调节至恒定的光波导。

图 27 与 28 结构下的光波导 14 只在凸部 15 的光入射侧的斜面上设有铝膜 822，由此来构成微反射镜。沿光波导 14 传输的光一般由于受到下部包层 21、微反射镜等结构部件的材料性质、均匀度、界面形状等的影响会被吸收或散射，使沿光波导传输的光逐渐衰减。当光波导 14 中未设置微反射镜时，则沿其中传输的光基本根据朗伯吸收定律随传输距离的增加而依指数函数衰减。当光波导中设有微反射镜时，光信号就会部分地偏转。因这种偏转造成的光强衰减会因微反射镜面积的增大而增大。当如图 31 所示形成凸部 15 时，传输的光除因铝膜 822 这部分而偏转之外，还会因凸部 15 的形状使其一部分偏转或散射。

如上所述，在具有微反射镜的光波导 14 内传输的光信号其衰减的形式极为复杂。在图 28 中，依光入射方向 31 传输的光信号在到达第一微反射镜时，再到达第二、第三、…微反射镜时，顺次衰减地减少光量。因此，当这些微反射镜的面积完全不变时，为各个微反射镜偏转的光量便顺次减少。例如为微反射镜偏转的光信号，如图 9 所示出射到安装有光接收元件 101 的基片 100，这时在光接收元件 101 灵敏度以上的光量必须为微反射镜所偏转。为此，对于距光的入射部位最远处的微反射镜，即使得光信号以最大程度衰减所到达的微反射镜，当需要有充分的光量入射到其上的光接收元件时，最初入射到光波导 14 的光量就必须充分地强。

在第七实施形式中，为使各个微反射镜所反射的光量一定，对反射光量进行调节，使它能根据光量的衰减程度而始终保持不变。具体的作法是，使离光入射点近的微反射镜具有较小的镜面，愈远的就取愈大的镜面。在微反射镜的大小经过这样调整的光波导中，为使各微反射镜的反射光量达到光接收元件的敏感度以上时，就可以采用对光波导 14 小的初始入射光量。这样，由于此种光波导适用于图 19 所示的光的多芯片组件，可以减少所消耗的功率。

为使各微反射镜的反射光量保持恒定，如上所述，对于到达光量大的反射镜可减小其镜面而到达光量小的反射镜则可加大其镜面。当各反射镜的间距相等时，在各反射镜除面积外其余的结构相同时，若使微反射镜的面积按几何级数增大，就能实现使反射光量恒定的条件。

为使微反射镜的面积按几何级数增大，例如可使矩形反射镜的高度一定而宽度按几何级数(公比 $=w_2/w_1=w_3/w_2=\dots=w_n/w_{n-1}$)变化。这时最好使反射镜取低的高度，此高度最好是光波导 14 高度的 5~20%。

为使微反射镜的面积按几何级数变化，也可如图 31 所示，使凸部 15 的宽度比光波导 14 的宽度宽而只使反射膜铝膜 822 部分的面积变化来实现。

为使微反射镜的面积按几何级数变化，也可如图 28 所示，使凸部 15 的宽度变化调节反射膜的面积来实现。在这种结构中，为使必须有的凸部 15 处的光信号没有衰减，最好应减小微反射镜的损耗。这样就应有把反射镜收纳到光波导 14 内的方法。考虑到光刻的允许限度，从芯子端部到反射镜端部最好要分开 $2\mu\text{m}$ 以上。

为了形成微反射镜，凸部 15 沿光信号传输方向的长度根据光刻的允许最好为 $5\sim 200\mu\text{m}$ 。

为使微反射镜的面积按几何级数变化，还可以通过使矩形反射镜的宽度一定而令其高度依几何级数变化来实现。

铝膜 822 等反射膜沿光信号传输方向的长度最好为 $2\sim 20\mu\text{m}$ 。过长时，会影响铝膜 822 起到金属包层的作用而招致过大的损耗；过短时则不易进行光刻。

光波导 14 的尺寸最好是宽 $10\sim 50\mu\text{m}$ ，高 $5\sim 20\mu\text{m}$ 。光波导 14 的尺寸过大时，由于模数会过多增加而不能获得均匀的波导光强。顺便指出，有机材料如聚酰亚胺可以用作光波导 14 的材料。

上面所谓的反射光量恒定是指基本上为一定的。这就是说，因各微反射镜而上跳的光信号在入射到安装于各个反射镜上部的光接收元件 101 中时，不论在任何光接收元件中都不会在其探测灵敏度之下，而初始时入射到光波导 14 的光量也不会到过大的程度。

此外,构成微反射镜凸部 15 的斜面的形状可以是平面、凹面或凸面。根据使用目的,可以选择平面、凹面、凸面等形状,由此而能兼具聚光和扩散等效应。

构成微反射镜的凸部 15 其斜面的角度可以取 $0 \sim 90^\circ$ 内的任何角度。此外,在图 28~31 中所示虽为向上偏转的结构,但偏转的方向可以是上方、下方或侧向,能够在考虑光接收元件和发光元件的设置位置和设置方向等的基础上确定。

下面简述构成图 28、29 所示微反射镜凸部 15 的工序。首先于平整的基片上形成平整的下部包层 21,然后于其上形成与光波导 14 材料相同的膜,对此膜用各向同性腐蚀等方法腐蚀成锥状而形成凸部 15。在凸部 15 上形成铝膜 822 后而形成光波导 14。用上述方法,特别是如图 31 或 32 所示。即使把构成微反射镜的凸部 15 以从光波导 14 的边缘突出的宽度形成,也不会产生过量的损耗。

由上述方法制成的下部包层 21 的上表面虽为平整的,但也可采用这样的方法:与第一实施形式相同,将基片 10 的表面加工成凸部形状,而由此于下部包层 21 上形成凸部 15。这时如图 30 所示,下部包层 21 的上表面不是平坦的。下面具体说明具有如图 30 所示微反射镜的光波导 14 的制造方法。

(1)用光刻胶 OFPR-800(东京应化制)涂布到硅片基片 10 上,于 90°C 下经 30 分钟烘箱预烘焙后,经光掩模进行曝光、显像与冲洗,获得了用于在凸部 15 之下形成阶差部的抗蚀图。阶差的间隔设为 $200\mu\text{m}$ 。然后用浓硝酸/氟酸混合液(95/5)进行 15 秒湿刻蚀,再以浓硫酸/过氧化氢的水混合液(2/1)处理,剥离抗蚀层而于基片 10 上形成阶差图案 815(高度 $0.5\mu\text{m}$)。

(2)对(1)的基片进行热氧化处理($1100^\circ\text{C}/6$ 小时,高温),于表面上形成 $1.2\mu\text{m}$ 的氧化膜(下部包层 21)。然后由溅射形成厚 $0.2\mu\text{m}$ 的铝膜,在阶差部的侧面由光刻法处理成长约 $20\mu\text{m}$ 台架,形成膜 822。此时,铝膜 822 的宽度 W ,对最初的反射镜宽 W_1 设为 $10\mu\text{m}$,第 n 个反射镜的镜宽 W_n 则以下式规定的公比设定:

$$\text{公比} = W_2/W_1 = W_{n+1}/W_n$$

(3)在据(2)形成的下部包层 21 上, 涂布并焙烧用作光波导 14 的材料 OPI-N3505(日立化成制)通过干蚀刻, 形成于微反射镜上留剩脊形的光波导 14(宽 $40\mu\text{m}$ × 高 $4\mu\text{m}$)。

(4)从光波导 14 的端部输入波长 633nm 的 He/Ne 激光, 用 CCD 摄像机观察因微反射镜而上跳的光, 通过图像处理研究光量分布, 可知在镜宽不变即公比为 1 时, 上跳的光量衰减; 当镜宽依几何级数增加时, 当公比为 1.2, 则得到大致相等的上跳量, 当公比为 1.3 时此上跳的光量即随 n 的增加而增加。

在第七实施形式的光波导 14 中, 在入射点附近处设置小的反射镜, 随着离入射点的距离愈远即设置愈大的反射镜, 由此可以抑制上跳光量的减少。此外, 通过进一步加大反射镜的面积来更多地减少传输光量时, 也能容易地使上跳的光量每次加大的量恒定。这样, 由于能上跳到光接收元件 101 阈值以上的光量, 就能增多能设于光波导 14 中的微反射镜的段数。

如上所述, 根据本发明可提供易于制造内部备有微反射镜的光波导的方法, 这种光波导则可用于使传输光相对于基片面的上方入射/出射。

此外, 根据本发明, 在把形成有电路和光接收/发光元件的基片搭载于光波导基片而构成的光信息处理设备中, 通过将电路等的电源供给用配线设置于波导基片上而能实现高效和紧凑的布置。

工业上利用的可能性

如上所述, 本发明的制造备有微反射镜的光波导的方法是可以用来高效地制造备有微反射镜的光波导的。此外, 本发明的备有微反射镜的光波导可以用作传输光信息处理设备的光信号。再有, 本发明的光信息处理设备由于能以信号传送信息, 故可用作处理速度快的信息处理设备。

图1

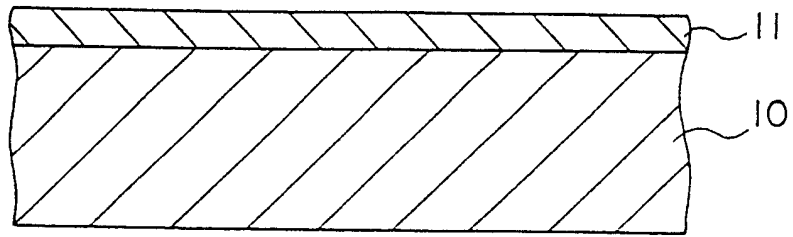


图2

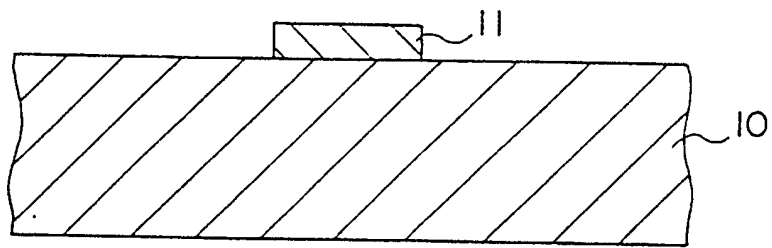


图3

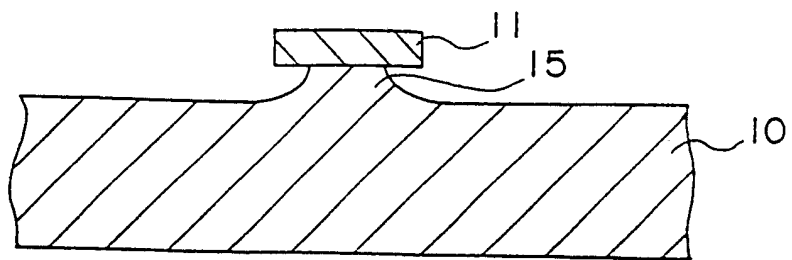


图4

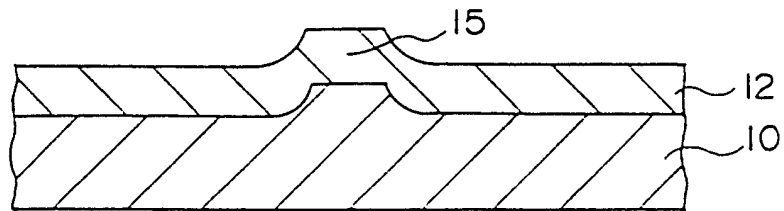


图5

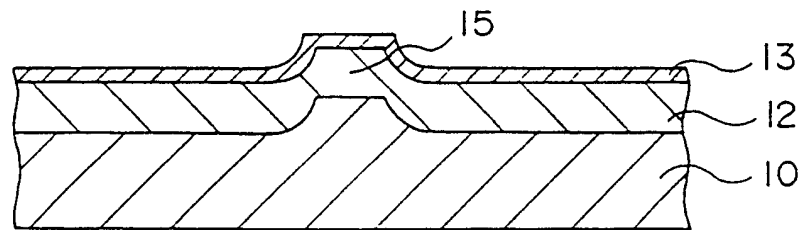


图6

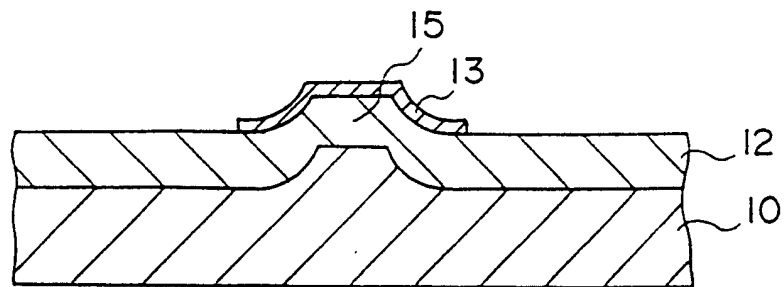


图7

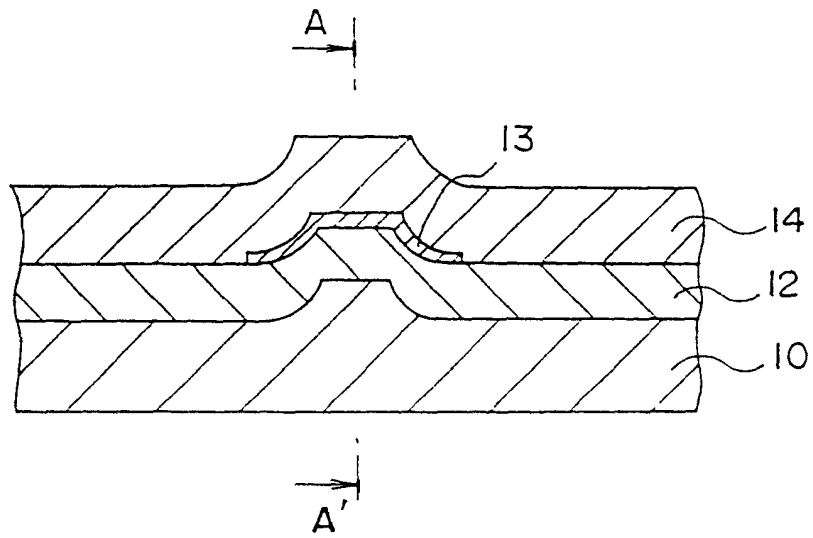


图8

A-A' 剖面图

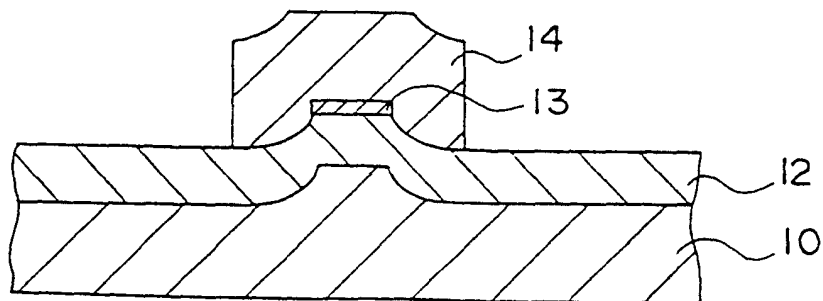


图9

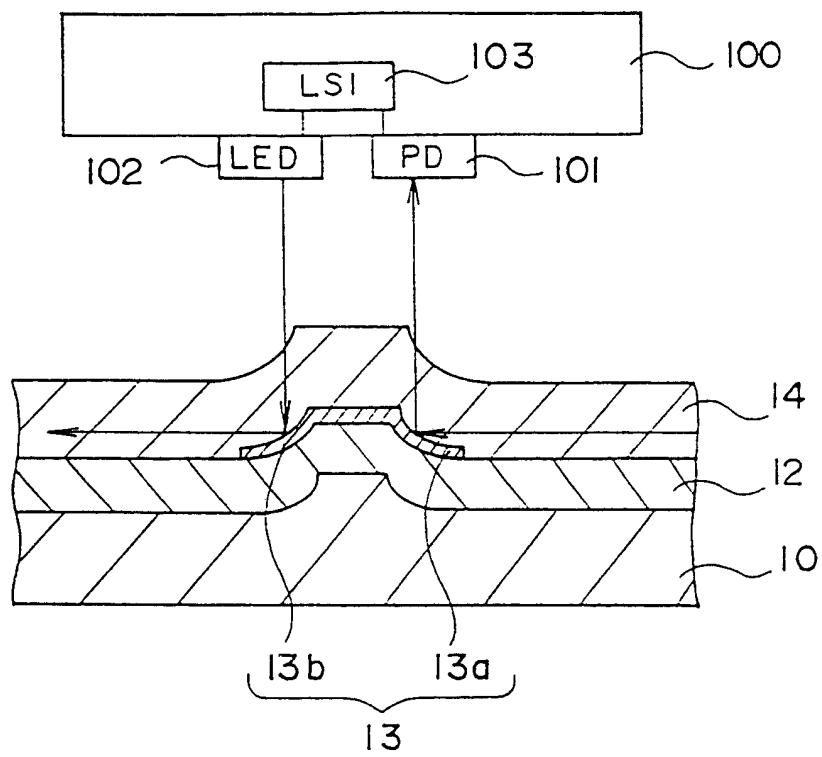


图10

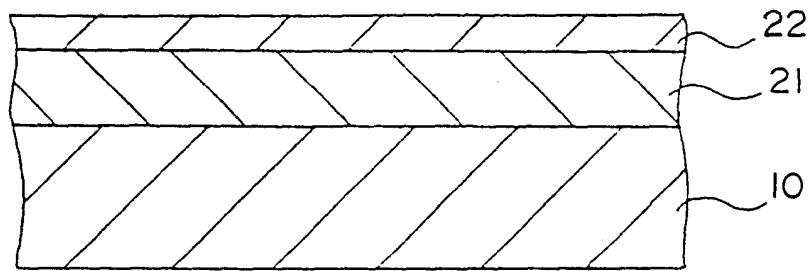


图11

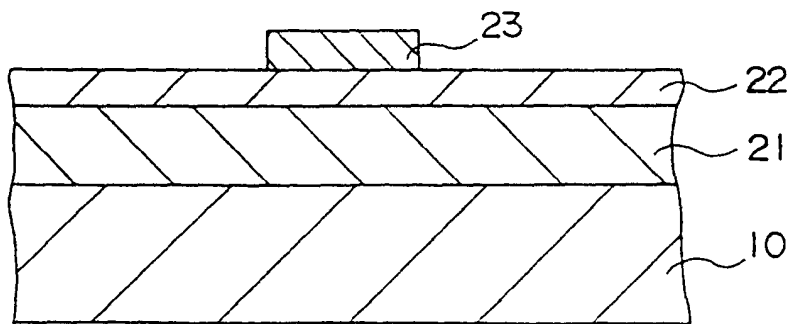


图12

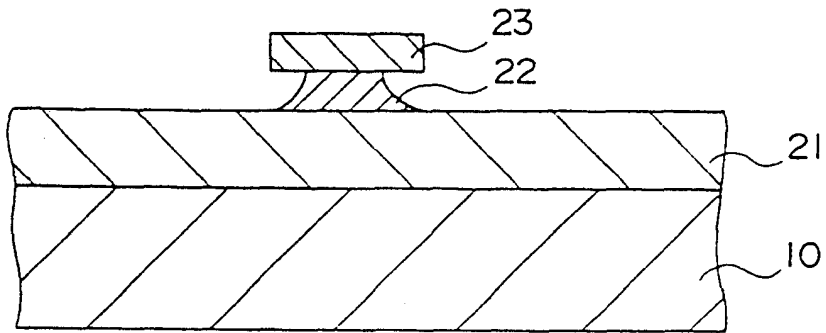


图13

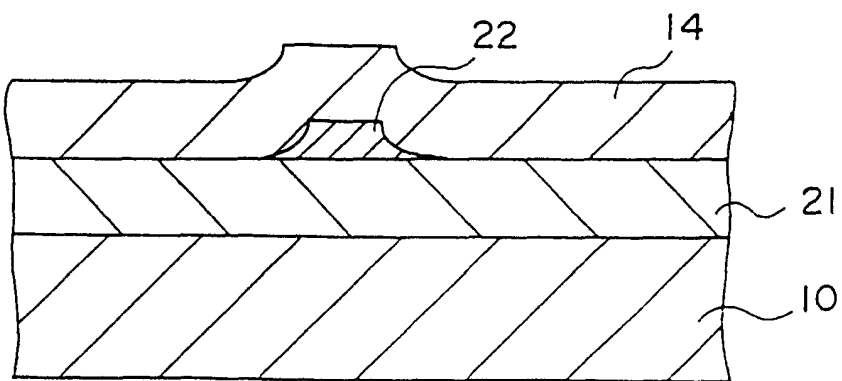


图14

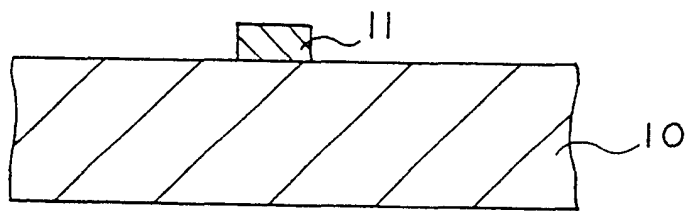


图15

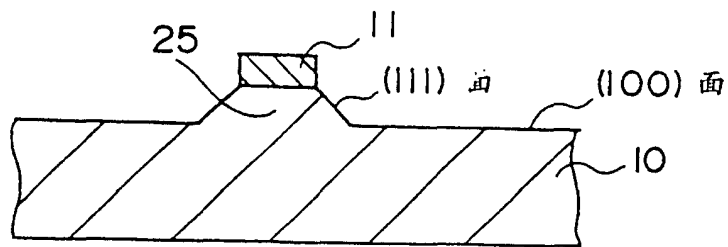


图16

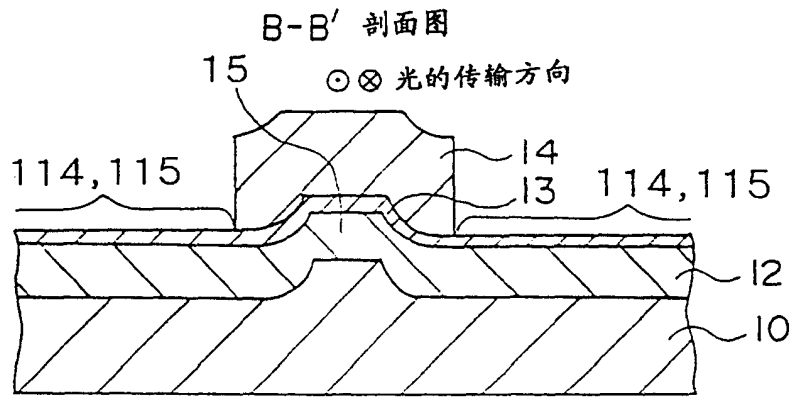


图17

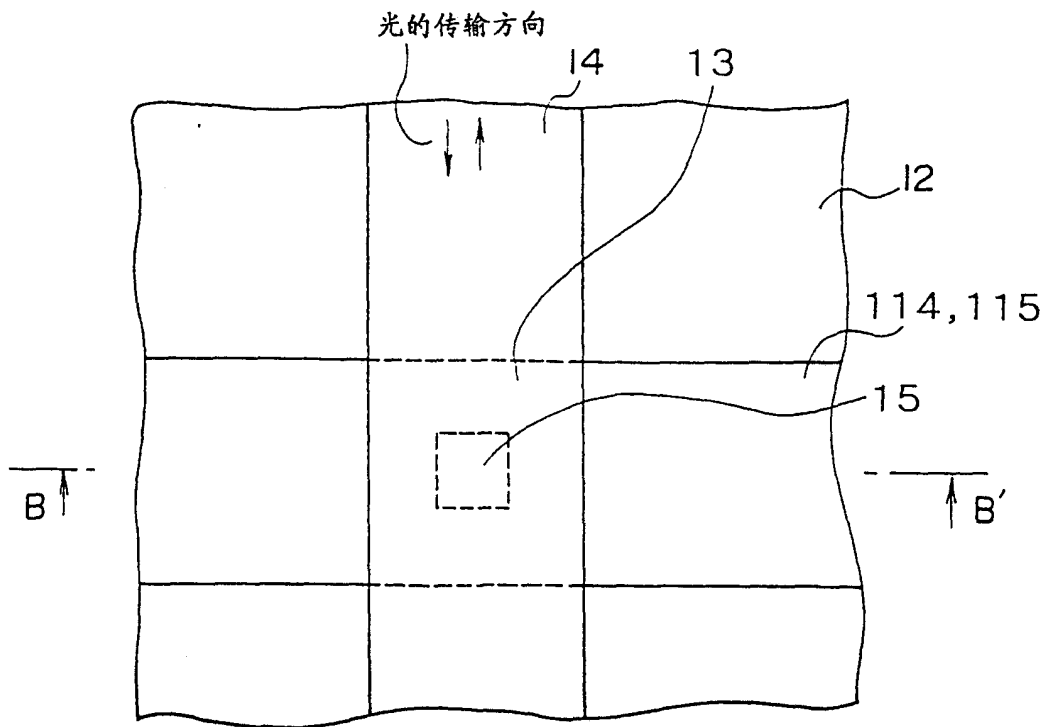


图18

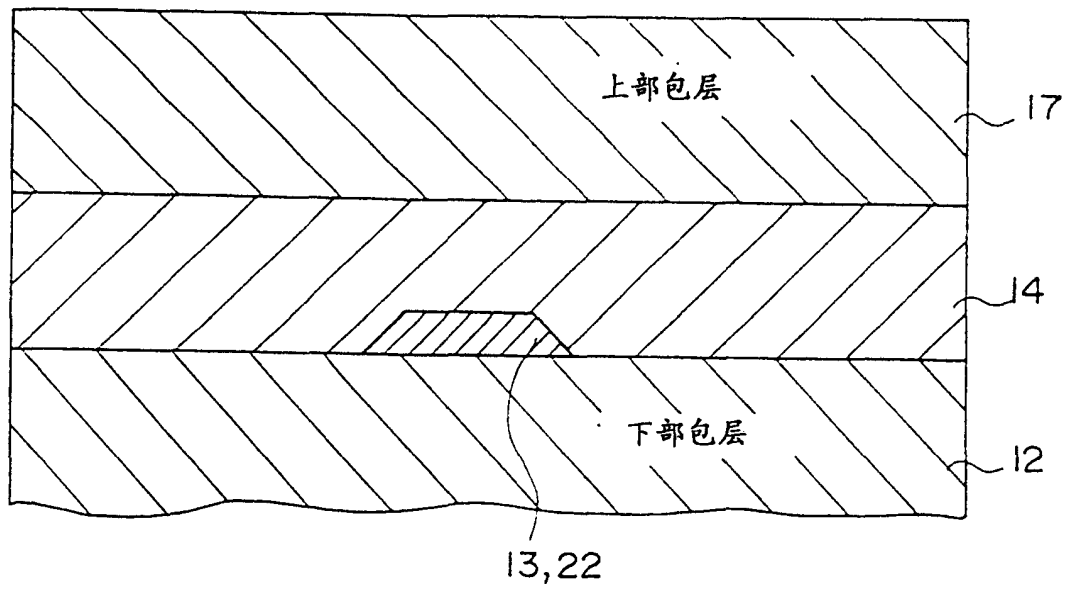


图19

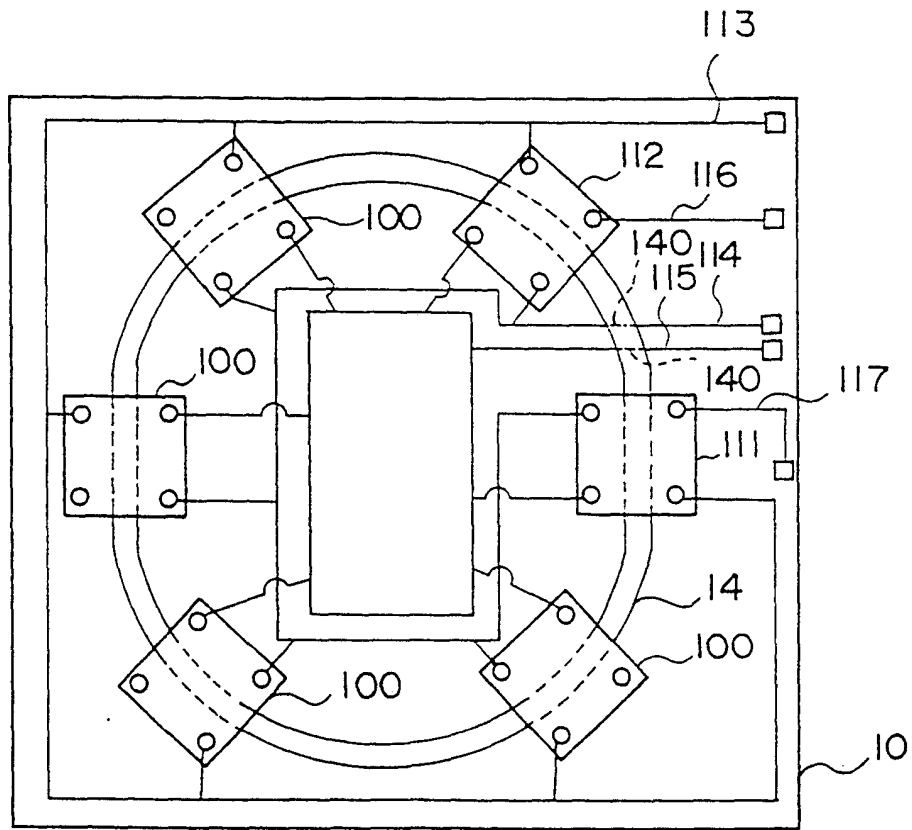


图 20

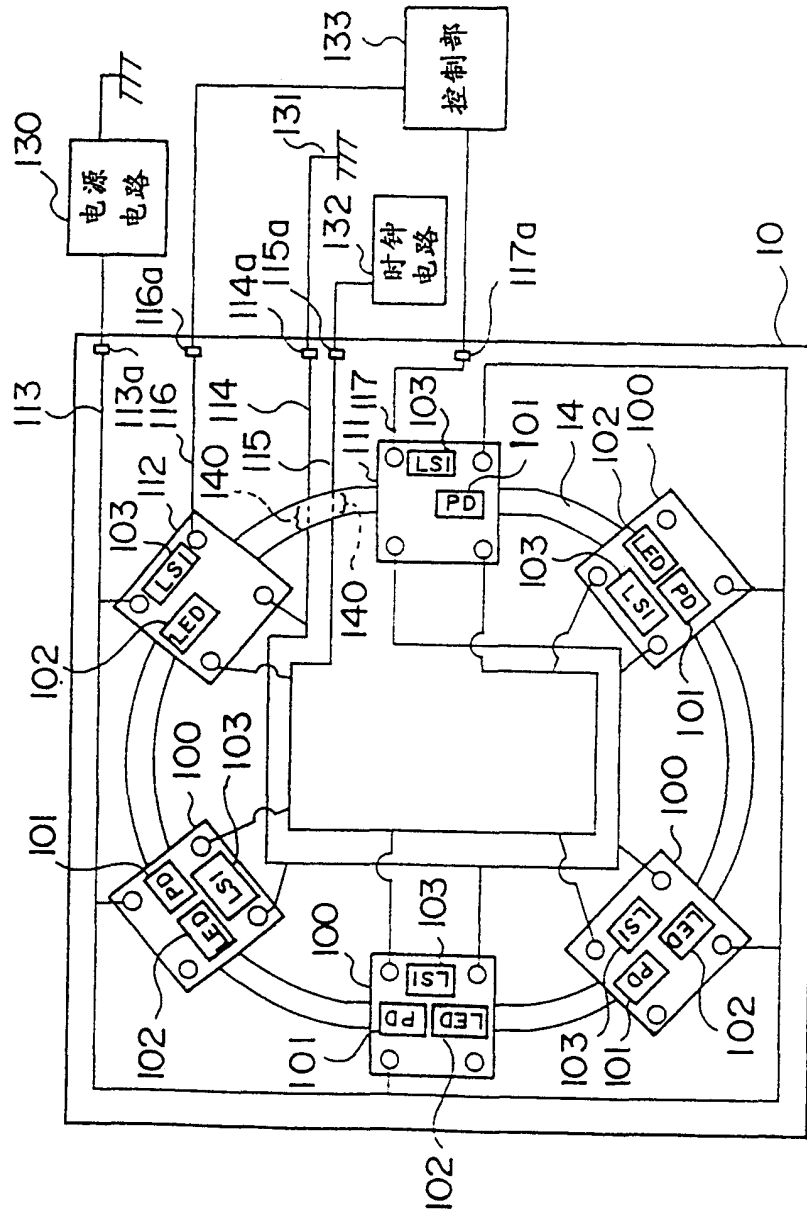


图21

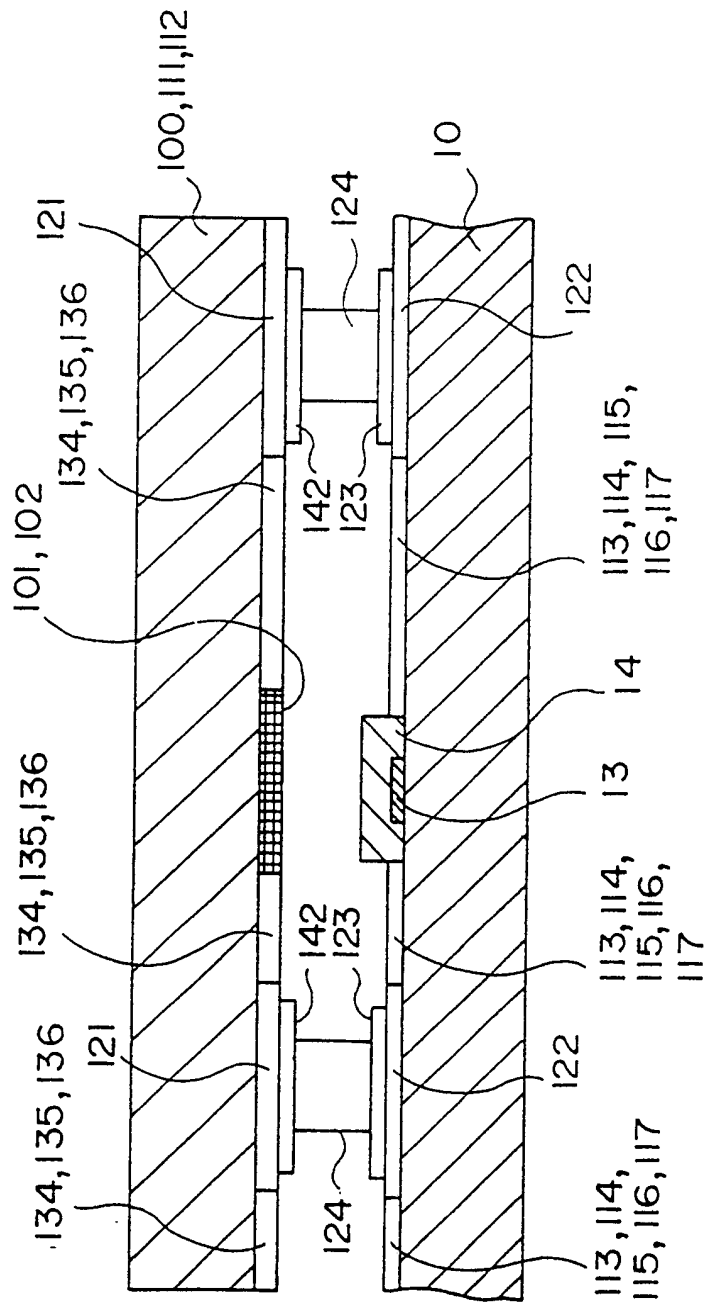
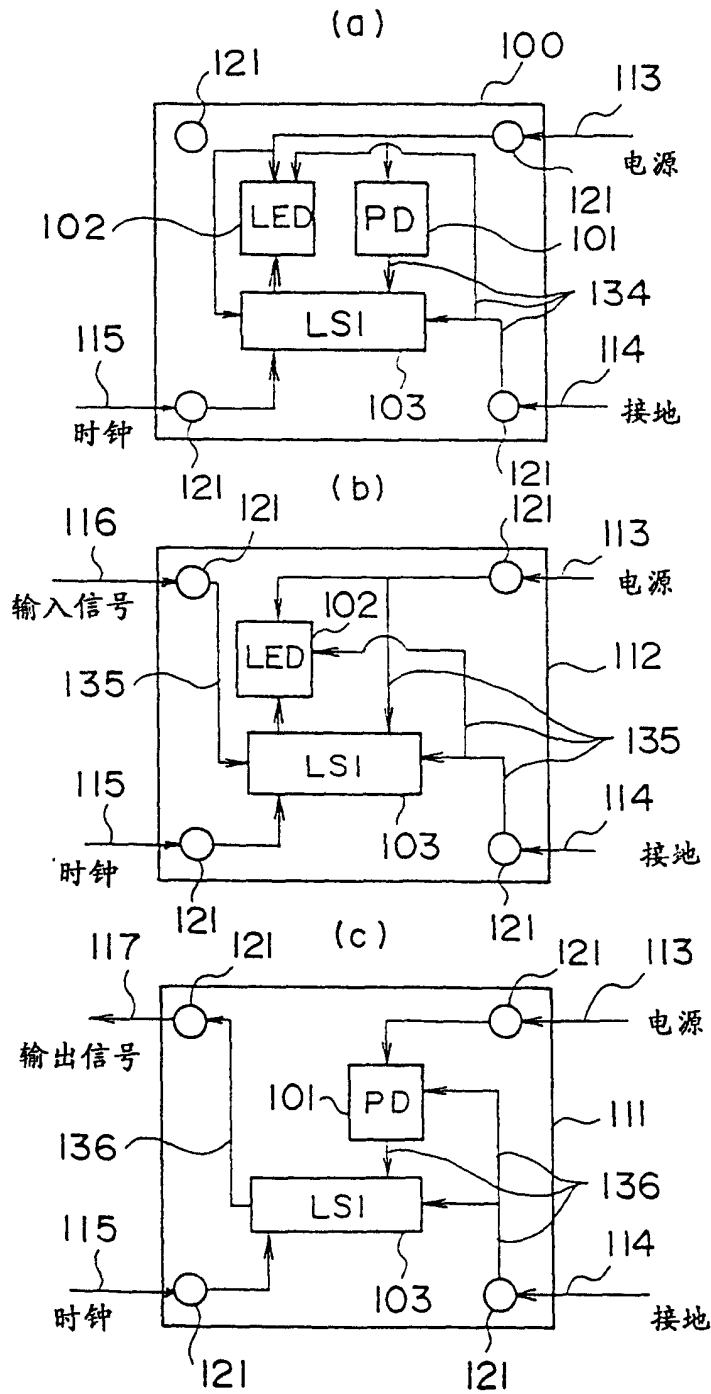


图22



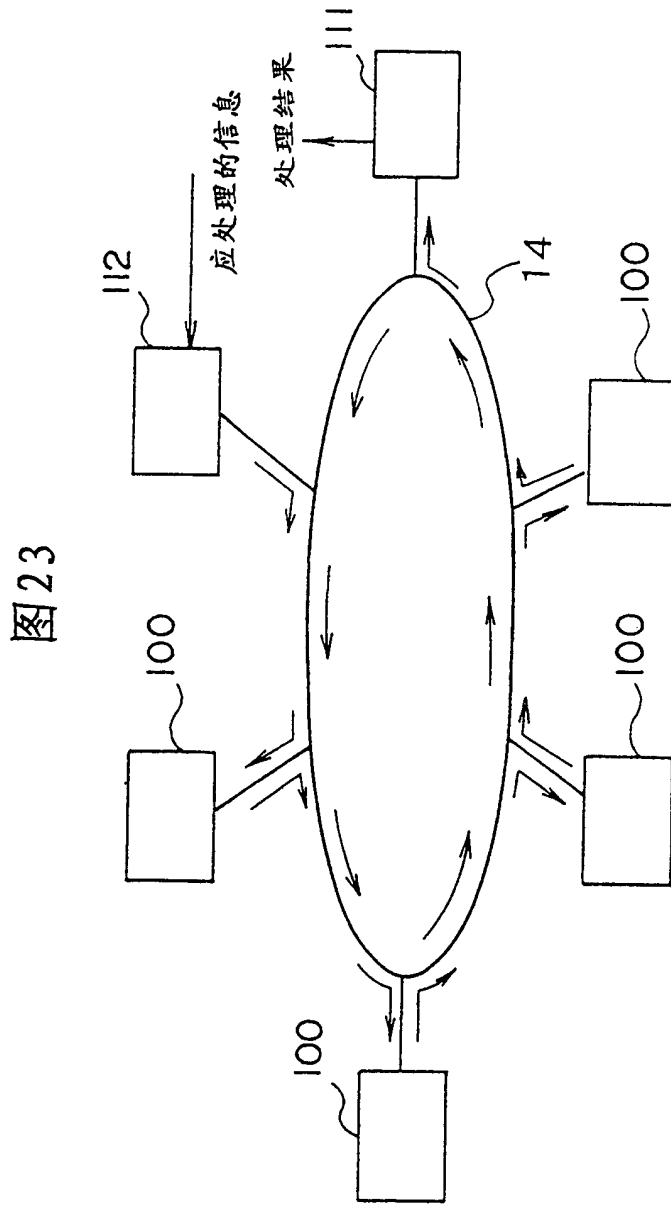


图24

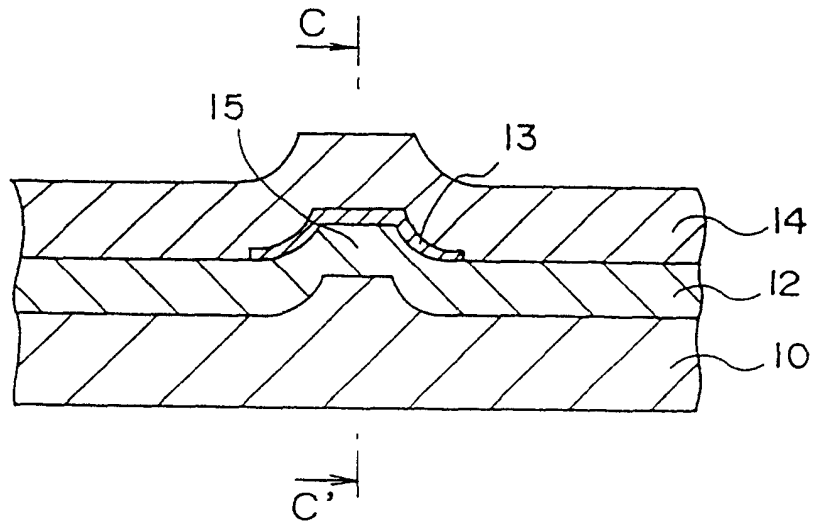


图25

C-C' 剖面图

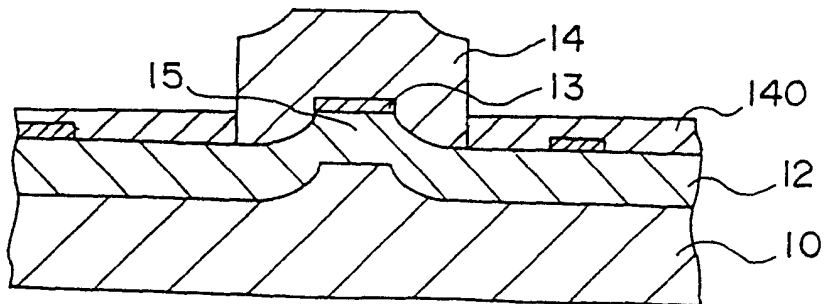


图26

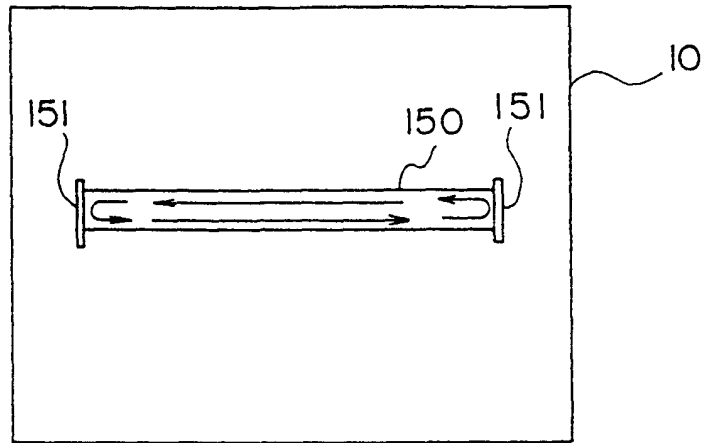


图27

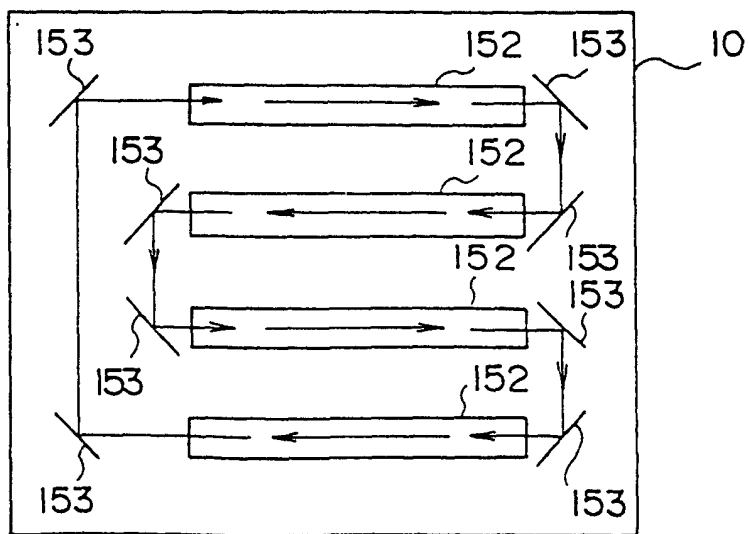


图 28

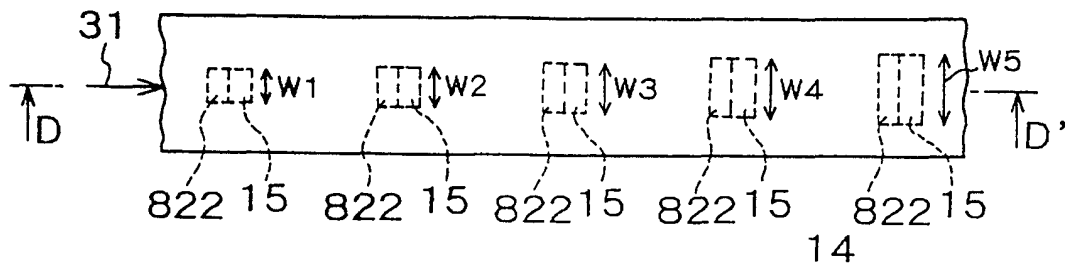


图 29

D-D'剖面图

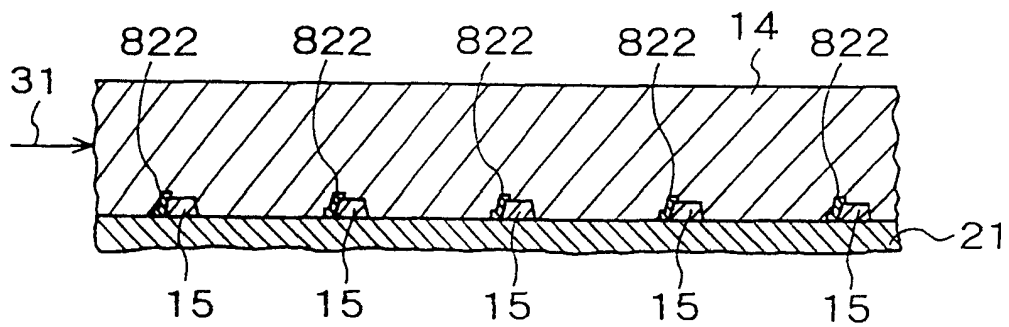


图 30

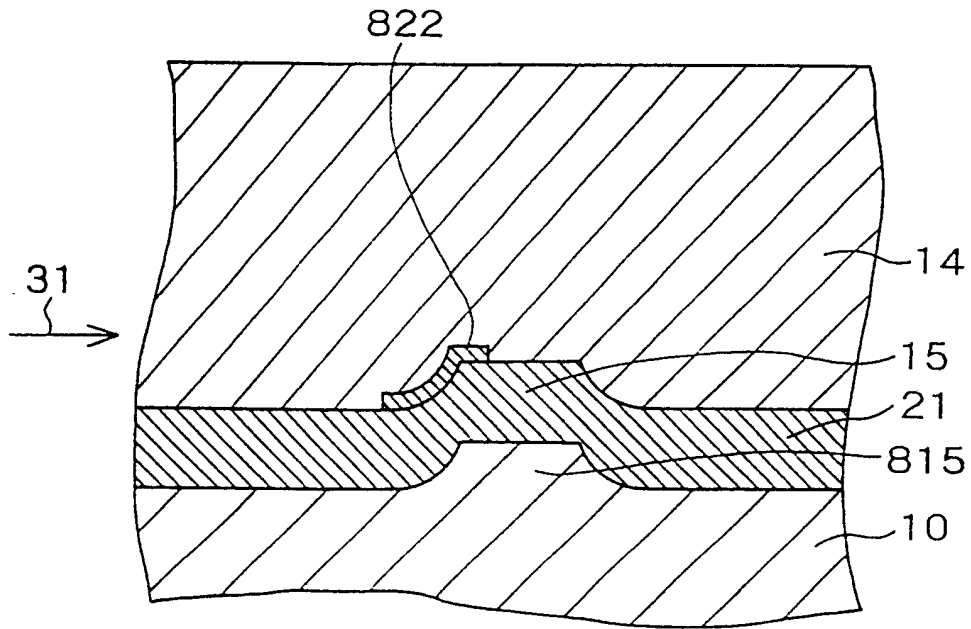


图 31

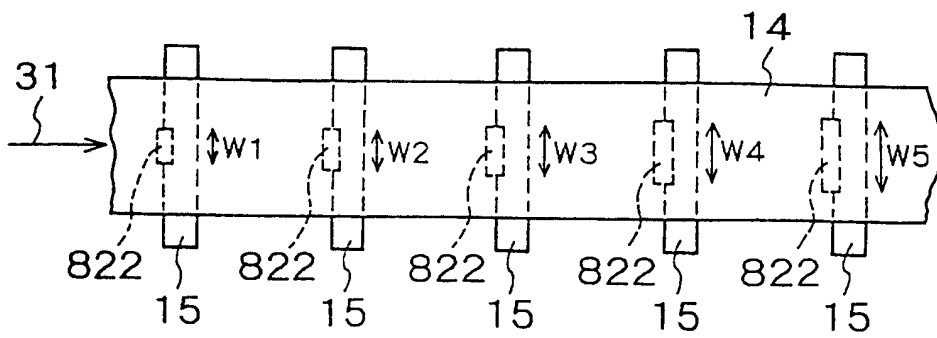


图 32

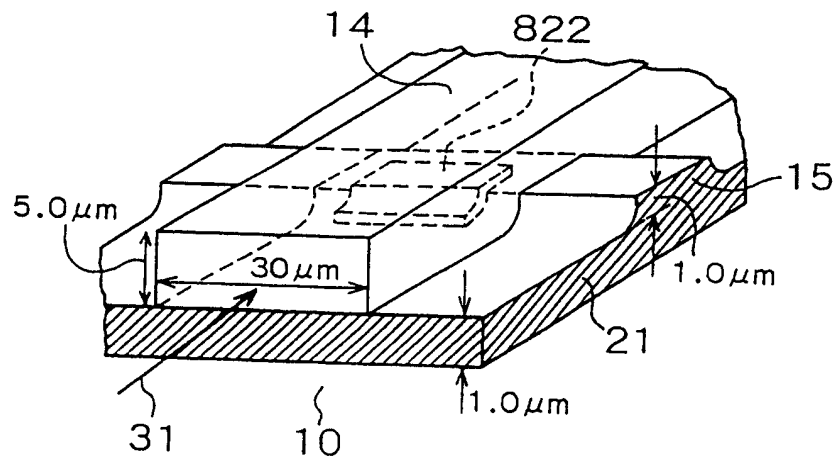


图 33

