

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02B 6/12

G02B 6/43 G02B 7/182



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99814927.6

[45] 授权公告日 2004 年 6 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 1154859C

[22] 申请日 1999.12.21 [21] 申请号 99814927.6

[30] 优先权

[32] 1998.12.23 [33] SE [31] 9804558-6

[86] 国际申请 PCT/SE1999/002452 1999.12.21

[87] 国际公布 WO2000/039616 英 2000.7.6

[85] 进入国家阶段日期 2001.6.22

[71] 专利权人 艾利森电话股份有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

[72] 发明人 T·奥古斯特松

审查员 张宝瑜

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

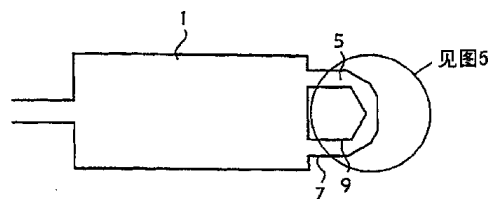
代理人 罗朋 陈景峻

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

[54] 发明名称 用于反射光波的设备

[57] 摘要

当构建用于各种用途和特殊装置的光学系统时要用的反射光波的设备，该设备是构筑在衬底上的平面结构器件，它包括 MMI - 型光强耦合器(1)，是构筑在衬底表面上或表面里的矩形板、耦合器把进入输入端的光分裂成两份相等的光，每份光传输至输出端。耦合器还把进入两个输出端的光组合成组合光传输到输入端，环连接到两个输出端，把输送到一个输出端的光传导回另一输出端，环是构筑在衬底上的单面波导，并连接到耦合器的边缘面，环的外轮廓线(7)包括多条直线段，它的内轮廓线(9)是多边形，环的形状用至少两倍宽的宽度均匀的带对称地折叠构成的。



ISSN 1008-4274

1. 用于反射在光波导中传播的光波的设备, 包括: 光强耦合器(1, 23), 有输入端和两个输出端, 把进入输入端的光分裂成至少两份相同的光, 一份光传输到所述两个输出端中的一个输出端并且另一份光
5 传输到所述两个输出端中的另一个输出端, 并把进入到两个输出端上的光组合成组合光传输到输入端; 该设备还包括连接到两个输出端的环(3, 5, 27), 把传输到这些输出端每一个上的光传导回到这些输出端中的另一个输出端, 其特征是, 该设备是构筑在衬底上的平面器件, 耦合器是在衬底表面上或表面里的矩形板, 它采用适合于周围材
10 料的折射率的折射率和合适的尺寸以在矩形板一侧形成输入端, 在矩形板的相反一侧形成两个输出端, 用在具有适合的折射率的衬底表面上的平面波导构成环, 它有一个输出端处的终止段和另一输出端处的终止段。

2. 按权利要求 1 的设备, 其特征是, 耦合器(1, 23)是 MMI 耦
15 合器。

3. 按权利要求 1 的设备, 其特征是, 环是有光滑弯曲外形的带
(3), 环的主要部分是作为圆环的一部分形成的。

4. 按权利要求 1 的设备, 其特征是, 环是有多边形外形(7, 9)
的带(5), 它只包括多条相互按一定角度放置的直线段。

20 5. 按权利要求 4 的设备, 其特征是, 带(5)具有相对于构成耦
合器的矩形板的中心线对称的凸出的外形。

6. 按权利要求 1 的设备, 其特征是, 环(27)有凸出的多边形外
形, 只包括多条相互成一定角度放置的直线段, 一条直线段按大侧边
25 方向连接到构成耦合器的矩形板(23)以形成输出端的一边, 凸出的
多边形相对于矩形板中心线对称。

7. 按权利要求 6 的设备, 其特征是, 形成耦合器的矩形板(23)
和形成环(27)的平面波导集成在有均匀折射率的一个单板(21)中。

8. 按权利要求 7 的设备, 其特征是, 单板(21)具有相应于通过
30 组合一个矩形和与所述矩形的一侧相连的等腰三角形构成的多边形的
外形。

9. 按权利要求 7 的设备, 其特征是, 单板(21)具有相应于通过
组合矩形与所述矩形的一侧相连的不规则四边形构成的多边形的外

形。

10. 用于反射在光波导中传播的光波的设备，它包括：光强耦合器（1），有输入端和两个输出端，把进入输入端的光分裂成至少两份光，一份光传输到两个输出端之一并且另一份光传输到所述两个输出端中的另一个输出端，并把进入两个输出端的光组合成组合光传输到输入端，该设备还包括连接到两个输出端的环（3，5），把传输到一个输出端的光传导回另一输出端，其特征是，环是在有采用平面波导周围材料的折射率的衬底表面上或表面内的平面波导，环的形状是从一个输出端伸到另一输出端的带。
- 10 11. 按权利要求 10 的设备，其特征是，所述条（3）有光滑的弯曲外形，条的主要部分形成部分圆环。
12. 按权利要求 10 的设备，其特征是，所述带（5）有多边形外形，只包括相互成一定角度的多条直线段。
13. 按权利要求 12 的设备，其特征是，带（5）具有相对于光强
15 耦合器（1）的中心线对称的凸出的外形。
14. 按权利要求 10 的设备，其特征是，带（5）的外形相当于具有均匀宽度并且至少折叠两次的带。

用于反射光波的设备

技术领域

5 本发明涉及一种用于反射光波的设备，也叫反光塞。

背景技术

构筑各种用途和特殊装置的光学系统时，可能需要全反光。目前还没有对单个波长的光产生全反射的好方法。已经提及的可能的方式是对波导端部用铝金属化，见 M. V. Bazylenko, M. Gross, E. Gauja, and P. L. Cchu “Fabrication of Light-Turning Mirrors in Buried-Channel Silica Wave guide for Monolithic and Hybrid Integration”, J. Light wave Technol. Vol. 15 (1), pp. 148-153, 1997。制造有集成的波导的光集成电路时，对垂直端面进行金属化的价格昂贵而且处理复杂。而且寿命也成问题。较窄波长范围产生全反
10 射的方法是用 Bragg 光栅。用改变传导方向中的光栅周期的特殊设计有可能在较宽的范围上得到全反射。但是，制造 Bragg 光栅花费太大，而且需要价格昂贵的制造设备，当全反光结构包含在集成电路结构中时，全反光结构占很大的芯片面积。

L. V. Iogansen et al. “Multimode fiber interferometers”,
20 Optics and Spectroscopy Vol. 58. No. 5 May 1985 中公开了用谐振隧道环 (resonant tunnel loop) 的反光器。简单的环形反光器示于本文中的 5 中。该环形反光器中的一些损耗包括波导中的损耗，隧道耦合部分中的损耗和环中的辐射损耗。

日本特许公开 JP-8-274398 中公开了半导体激光模块，它有包括
25 四端纤维耦合器和连接到耦合器的纤维环的环形镜。

发明概述

本发明的目的是提供容易包含在光学集成电路中的用于反射光波的设备。

用于反射光波的设备构筑在衬底上。它有平面结构。它包括在衬
30 底表面或表面里构成的矩形板结构的最好是 MMI - 型的用作光强分光器的光强耦合器。耦合器把进入输入端的光分成至少是两个相等的部分，每个部分发送到输出端。而且，光耦合器把进入至少两个输出端

的光组合成组合光输送到输入端。环连接到两个输出端，把输到其中一个输出端上的光传送到这些输出端的另一输出端。环是构筑在衬底上的平面波导，并连接到耦合器的边缘表面。环的外轮廓和内轮廓最好都包括许多线段。环的形状用两倍宽的带对称地折叠成折叠带构成。

附图的简要说明

现在参见附图用没有限制的实施例详细说明发明。其中：

图 1 是说明环形镜结构的原理的顶视图；

图 2 是衬底上构成的平面结构的环形镜的顶视图；

10 图 3 是构成平面结构的环形镜的另一实施例的顶视图；

图 4a 是图 2 所示反射条件的环形波导的放大图；

图 4b 是图 4a 所示环形镜结构的实施例在反射表面从箭头 A 实际看见的环形波导的局部剖视图；

图 5 是图 3 所示的反射条件的环形波导的放大图；

15 图 6 是有集成在耦合器中的环的环形镜的顶视图；

图 7 是有集成在耦合器中的环的环形镜的另一实施例的顶视图。

优选实施例的说明

图 1 中画出了环形镜的基本结构。环形镜包括一个 1×2 的光耦合器 1，优选情况下，包括 1×2 MMI（多模干涉）波导耦合器。耦合器以有一个输入端和两个输出端的等光强分光器操作。两个输出端经过光波导环 3 相互连接。MMI 装置已在 L. B. Soldano and E. C. M. Pennings, "Optical Multi-Mode Interference Devices Based on Self-Imaging: Principles and Application", J. Light-wave Technol. Vol. (314), pp. 615-627, 1995 和已公布的国际专利申请 W0 97/35220 中公开。波导 3 可以是常规的光纤，但在这里所述的实施例中，它是做成可以用在 PLC（平面波导电路）中的平面结构。

波导 3 制成第 1 材料带埋入折射率不同的第 2 材料层中。在衬底表面或表面里制成第 1 材料带和第 2 材料层，基本上与电子集成电路相同。第 2 材料可以是空气，之后可以通过腐蚀一个加到衬底表面的层来制成带。但是，通常波导制成矩形波导，它包括通过腐蚀有合适折射率的层制成的矩形横截面的芯，还包括底涂层和顶涂层。这些不同的涂层用例如掺杂的氧化硅材料或聚合物层形成。

在耦合器 1 的输入边和反射环中均能透光的所用的波导，总是设计成单模式或独模式型。

图 1 所示的环 3 构成为有与耦合器的输出端连接的光滑通道的弯曲带。环的弯曲平滑部分有在其主要部分上的局部环形，因此它的曲率恒定。最大曲率必须总是小于用波导与周围材料的折射率之差设定的值。因为环的较大曲率或更小的半径均导致无法接收的损耗。半径小时，反射环中传播的光的很大一部分会漏出环外。而且，如果波导的折射率 (η) 与周围材料的折射率 (η_0) 之差大，则环的谐振直径小。例如，相关的折射率差为 1.5% 时，直径小于 4 mm。有较小折射率差的圆环结构会有更大的直径，而且，某些情况下，要占据衬底上太大的空间。

可以构成基本上多边形的波导来代替环形波导，如图 2 和图 3 的平面图中所示的实施例。多边形环 5 这里也可以是单模式，它包括平行的弯曲带形区和连接到耦合器 1 两个输出的相同形状的连接区。用包括多条直线段的非闭合多边形线的外轮廓线 7 和内轮廓线 9 限定波导。每条多边形线 7、9 的起始和终结线段是相互平行的，按与从耦合器成直角的方向耦合器 1 的输出边伸出。与图 1 所示环相同，两条轮廓线 7、9 与对称线对称地从连接耦合器 1 的输出的连接线的中心伸出，在 MMI - 装置的情况下，即相对于耦合器的纵轴对称地从其输出的连接线中心伸出。

图 2 所示环形波导 5 中，波导的外轮廓线 7 包括多条方向相互偏斜 45° 的直线段，因此在要求连接平行的起始段和终止段的总共三条直线段的 4 个角处形成相互为 135° 的角。内轮廓线 9 总共只有三条直线段，一条线段按 90° 连接起始线段和终止线段。内轮廓线 9 的角位于与外轮廓线 7 的两个对应角对称的位置，这两个角连接直接连接到起始和终止段的线段。在图 4a 所示的波导中传播光。从图 4a 发现，所用光的波长，波导 3 的材料的光折射率 η 与周围材料例如空气的折射率 η_0 的关系是，当全入射角 η 大于 45° 时，波导中传播的光会全反射，实际上，全入射角 η 有些大于 45° ，有些小于 45° ，为了进行详细说明，请参见 A. Stano. L. Faustini. C. Coriasso, D. Campi, C. Cacciatore, "OPTIMIZED WAVEGUIDE-INTEGRATED MIRRORS", Proc, EC20' 97 EWF3. Stockholm, 1997.

图 4a 和 4b 中的环形波导 5 的结构包括在衬底上的多层膜层（未示）。波导由底涂层 11，芯或波导层 13 和顶涂层 15 构成。通过腐蚀构成底涂层，波导芯和顶涂层的这些层以使其形成所需的形状。在腐蚀成矩形槽或孔口 19 的环的反射表面 17 设置波导的精确的平表面，
5 这些平表面也精确地垂直于结构的大表面。

若全反射条件不能完全满足图 2 和图 4a 所示的波导范围，要求全反射的结构只能用大于 30° 以上的全入射角 η ，如图 3 所示的实施例。这里外轮廓线 7 包括相互成 150° 放置的 7 条直线段，它对应外轮廓的线段与那些连接到所需线段的线段的方向偏斜 30° 的条件。内轮廓线 9 包括 5 条彼此方向偏斜 60° 或 120° 角的线段。内轮廓线 9 的角，这里也位于相对于外轮廓线的线段对称的穿过这种直角中线段的线上。图 5 画出了在该环结构中的光传播。像图 4a 所示实施例一样，设置槽 19，把波导构成为包括从衬底表面到空气的反射表面。
10

图 2 和 3 所示结构的轮廓线可用分别折叠 2 次和 3 次均匀宽度的材料带折叠构成。通常能很容易地折叠多次，即所说的 n 次。之后，制成的结构将包括有 $2n+1$ 条线段的外轮廓线和有 $n+1$ 条线段的内轮廓线。外轮廓线段的相邻线段间的方向相互偏斜 $90^\circ/n$ ，内轮廓线段的相邻线段间的方向相互偏斜 $2 \times 90^\circ/n$ 。所有的入射角是 $90^\circ/n$ 或有些入射角大于 $90^\circ/n$ 时，所用的光在波导材料与周围材料之间的界面必被全反射。
15
20

简化后的反射结构也能直接包括在 MMI-耦合器中，见图 6 和 7。MMI-耦合器 21 是平面结构，而且包括其折射率高于周围材料的折射率的材料薄层。简单的耦合器用的材料层为矩形并构成反射结构的主要部分 23。采用矩形体 23 是为了使光在短边进入层的中心，在相对短边在相对于矩形的长边方向的对称位置将出现入射光的两个图像。图 6 和 7 中，这些图形出现在线 25 上。
25

为了使用在相对的短边上的多边形 27 补充简单反射结构的矩形 23。多边形有自由的多边形线 29，它相对于矩形体 23 的长度方向对称。图 6 中的多边形是任一角度为 90° 减任意角的等腰三角形。图 7 所示的实施例中，它是对称的不规则四边形，它的偏边与矩形体 23 的长边方向偏斜 30° ，即，与长度方向偏斜 30° 。为合适的反射指标条件，如上述的外形，用外多边形 29 的斜边反射从线 25 上的两个图像来的
30

光，如图 6 和图 7 所示。

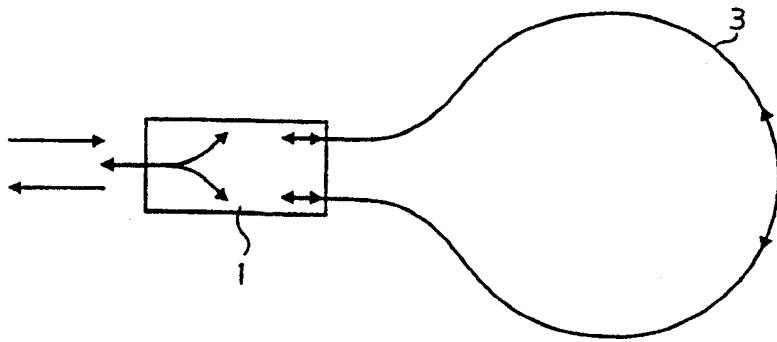


图 1

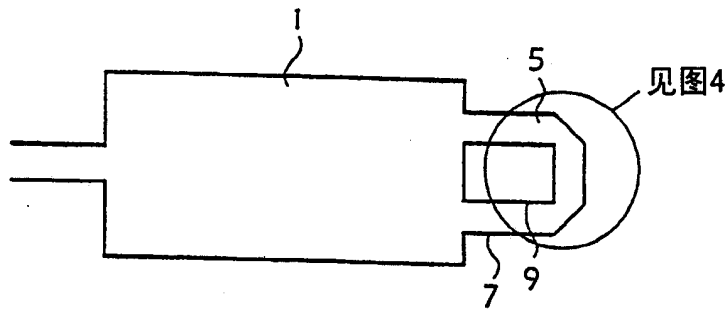


图 2

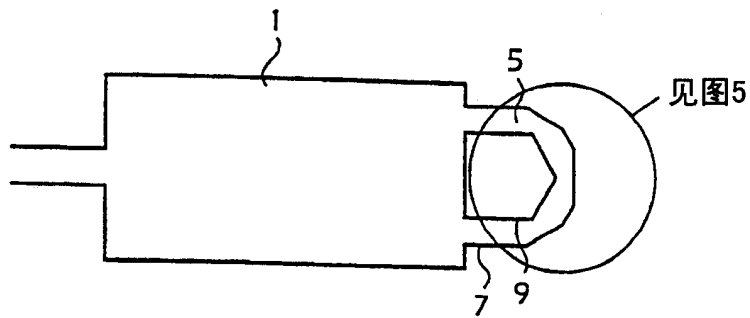


图 3

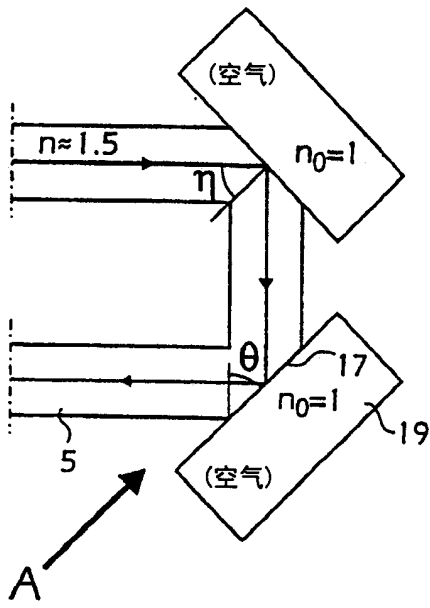


图 4a

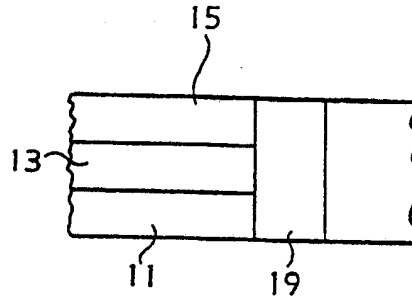


图 4b

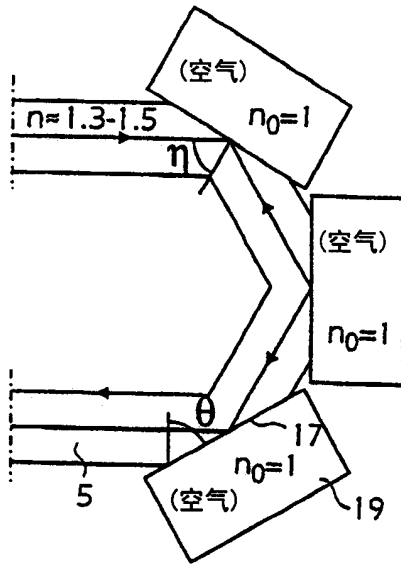


图 5

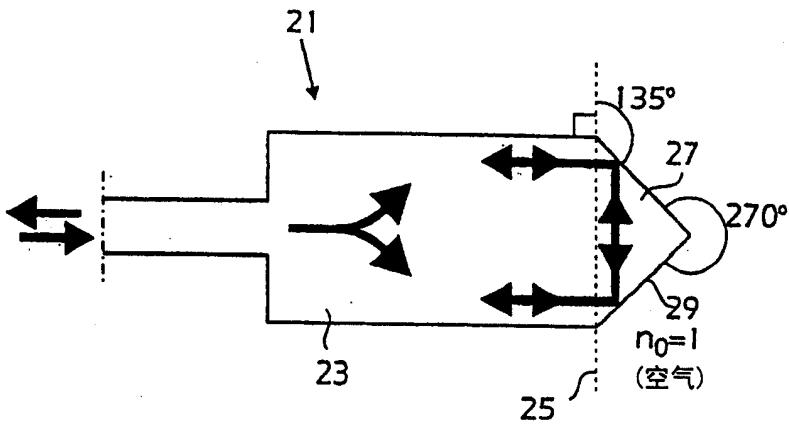


图 6

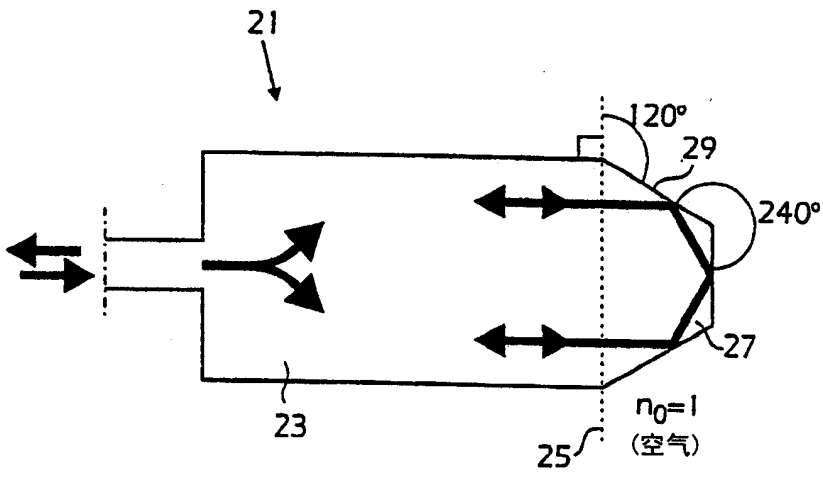


图 7