



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111465879 A

(43)申请公布日 2020.07.28

(21)申请号 201780095257.1

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2017.10.26

G02B 6/125(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2020.03.25

G02B 6/122(2006.01)

G02B 6/136(2006.01)

G02B 6/46(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2017/038762 2017.10.26

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02019/082347 JA 2019.05.02

(71)申请人 光研公司  
地址 日本东京

(72)发明人 成泽润 成泽湘 西村靖

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公  
司 31100  
代理人 俞丹 宋俊寅

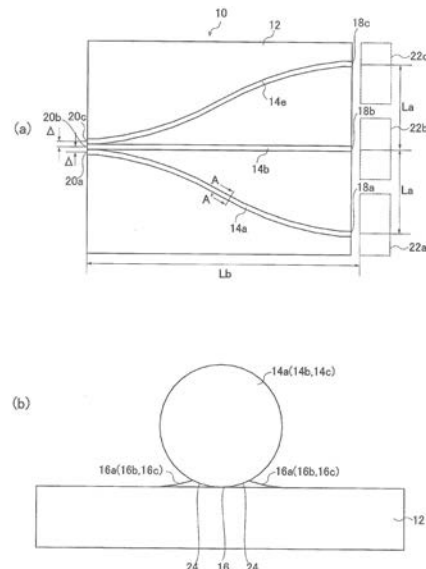
权利要求书4页 说明书15页 附图7页

(54)发明名称

导光装置、光波导装置、多波长光源模块及光波导装置的制造方法

(57)摘要

本发明的光波导装置包括：基板；设置于所述基板上且具有所述光的入射口及出射口从而将光从所述入射口传导至所述出射口的光波导路；设置于所述光波导路与所述基板之间且与所述光波导路相接的折射率比所述光波导路的折射率要小的第1覆盖层；以及相对于所述光波导路在所述第1覆盖层的相反侧与所述光波导路相接的折射率比所述光波导路的折射率要小的第2覆盖层。所述光波导路从所述入射口至所述出射口以相同材料连续延伸，在所述光波导路的至少一部分上，所述光波导路的宽度方向的至少一侧的面使所述光波导路与空气相接。



1. 一种导光装置,该导光装置使射入的光射出,其特征在于,包括:

玻璃基板;

光纤,该光纤设置于所述玻璃基板上,具有所述光的入射口和出射口,从所述入射口到所述出射口为止由单一材料构成,并且,露出至包围所述导光装置的外部气氛,从所述入射口向所述出射口进行导光;以及

粘接层,该粘接层由夹在所述光纤的一部分与所述玻璃基板之间的粘接剂构成,用于将所述光纤的所述入射口和所述出射口固定于所述玻璃基板的指定部位,

在将所述光纤的折射率、所述粘接剂的折射率、以及所述玻璃基板的折射率分别设为 $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ 时,满足 $n_1 > n_2$ , $n_1 > n_3$ 。

2. 如权利要求1所述的导光装置,其特征在于,

所述光纤在所述光纤的截面上具有与所述粘接层相接触的两个第1区域、以及夹在所述两个区域之间的与所述玻璃基板相接触或不相接触的第2区域,

所述第1区域及所述第2区域以外的部分与所述外部气氛相接。

3. 如权利要求1或2所述的导光装置,其特征在于,

作为所述光纤,将传导两束光的第1光纤及第2光纤设于所述玻璃基板,

所述第1光纤及第2光纤中的至少一个发生弯曲,从而所述第1光纤及第2光纤在朝向所述出射口的同时互相接近,使得所述第1光纤的光的出射口的中心与所述第2光纤的光的出射口的中心之间的间隔距离 $\Delta$ 成为所述第1光纤的光的入射口的中心与所述第2光纤的光的入射口的中心之间的间隔距离 $L_a$ 的 $1/100$ 以下,

在将所述第1光纤的入射口与出射口之间的间隔距离或所述第2光纤的入射口与出射口之间的间隔距离设为 $L_b$ 时,所述间隔距离 $L_a$ 与所述间隔距离 $L_b$ 的比值 $L_b/L_a$ 为 $1.0$ 以下。

4. 一种光波导装置,该光波导装置使射入的光射出,其特征在于,包括:

基板;

光波导路,该光波导路设置于所述基板上,具有所述光的入射口及出射口,将光从所述入射口传导至所述出射口;

第1覆盖层,该第1覆盖层层叠于所述光波导路与所述基板之间,与所述光波导路相接,且折射率比所述光波导路的折射率要小;以及

第2覆盖层,该第2覆盖层相对于所述光波导路在所述第1覆盖层的相反侧与所述光波导路相接,且折射率比所述光波导路的折射率要小,

所述光波导路从所述入射口到所述出射口为止由相同材料连续延伸,

在所述光波导路的至少一部分上,与所述基板的面平行且与所述光波导路的延伸方向正交的所述光波导路的宽度方向的至少一侧的所述光波导路的面与以空气为覆盖层要素的空气覆盖层相接。

5. 如权利要求4所述的光波导装置,其特征在于,

包括第3覆盖层,该第3覆盖层在所述宽度方向的一侧与所述光波导路相接,且折射率比所述光波导路的折射率要小,

所述光波导路具有与所述第1覆盖层、所述第2覆盖层及所述第3覆盖层连续相接的部分。

6. 如权利要求5所述的光波导装置,其特征在于,

所述部分设置于所述光波导路的呈直线状延伸的直线部。

7. 如权利要求5所述的光波导装置,其特征在于,

所述光波导路包括拐角部,该拐角部使光在所述基板上的行进方向发生弯曲,

所述光波导路在所述拐角部的拐角内侧与所述第3覆盖层相接,在拐角外侧与所述空气覆盖层相接。

8. 如权利要求7所述的光波导装置,其特征在于,

所述光波导路的所述拐角外侧的侧面为平面。

9. 如权利要求4至8的任一项所述的光波导装置,其特征在于,

所述光波导装置包含传导两束光的第1光波导路及第2光波导路,以作为所述光波导路,

所述第1光波导路及所述第2光波导路具有互不相同的入射口,

所述光波导装置包括:使所述第1光波导路及所述第2光波导路在所述基板上互相合流的合流部;以及所述第1光波导路及所述第2光波导路公用的出射口。

10. 如权利要求9所述的光波导装置,其特征在于,

所述合流部处所述第1光波导路与所述第2光波导路之间的倾斜角度为2度以下。

11. 如权利要求5至8的任一项所述的光波导装置,其特征在于,

所述光波导装置至少包含传导至少三束光的第1光波导路、第2光波导路及第3光波导路,以作为所述光波导路,

所述第1光波导路、第2光波导路及所述第3光波导路具有互不相同的入射口,

所述光波导装置包括:使所述第1光波导路、所述第2光波导路及所述第3光波导路在所述基板上互相合流的合流部;以及所述第1光波导路、所述第2光波导路及所述第3光波导路公用的出射口。

12. 如权利要求11所述的光波导装置,其特征在于,

所述第1光波导路、所述第2光波导路及所述第3光波导路的入射口分别沿所述基板的第1边进行设置,

所述第1光波导路、所述第2光波导路及所述第3光波导路的出射口朝向与所述入射口相同的方向并沿与所述第1边相对的所述第2边进行设置,

在所述第1光波导路、所述第2光波导路及所述第3光波导路中的至少所述第2光波导路及所述第3光波导路上,分别设有两处使光在所述基板上的行进方向发生弯曲的拐角部,设有所述拐角部的两处的宽度方向的侧壁在所述拐角部的拐角内侧与所述第3覆盖层相接,在拐角外侧与所述空气覆盖层相接,

所述拐角外侧的侧壁由平面构成,

所述合流部相对于所述第2光波导路及所述第3光波导路各自的所述拐角部的部位位于所述出射口一侧。

13. 如权利要求12所述的光波导装置,其特征在于,

在将所述第1光波导路、所述第2光波导路及所述第3光波导路的入射口与所述出射口之间沿所述入射口所朝的方向的间隔距离设为 $L$ ,将所述第1光波导路、所述第2光波导路及所述第3光波导路各自的所述入射口中的相邻入射口的中心间距离设为 $D$ 时,比值 $L/D$ 为3.0以下。

14. 如权利要求12或13所述的光波导装置,其特征在于,

所述第1光波导路呈直线状地从所述第1光波导路的入射口延伸至所述出射口,

所述第2光波导路及所述第3光波导路分别包括如下部分以作为路径:第1直线部,该第1直线部从所述第2光波导路及所述第3光波导路各自的所述入射口起进行延伸,且相对于所述第1光波导路平行地进行延伸;第1拐角部,该第1拐角部使通过所述第1直线部的光朝向所述第1光波导路一侧发生偏转;第2直线部,该第2直线部对通过所述第1拐角部的光进行导光,使其接近所述第1光波导路;第2拐角部,该第2拐角部使通过所述第2直线部的光朝向所述合流部发生偏转;以及第3直线部,该第3直线部对通过所述第2拐角部的光进行导光,使其到达所述合流部。

15. 如权利要求11至14的任一项所述的光波导装置,其特征在于,

在所述合流部,所述第2光波导路及所述第3光波导路从相对于所述第1光波导路发生了倾斜的方向进行合流,

所述合流部处所述第2光波导路及所述第3光波导路相对于所述第1光波导路的倾斜角度均为2度以下。

16. 一种光波导装置的制造方法,所述光波导装置具有下覆盖层、光波导路及上覆盖层,所述光波导装置的制造方法的特征在于,包括:

形成层叠结构体的步骤,该层叠结构体从基板的表面侧起至少依次层叠成为所述下覆盖层的基底的下覆盖膜、成为所述光波导路的基底的波导膜、以及成为所述上覆盖层的基底的上覆盖膜;以及

利用第1抗蚀剂掩模在所述层叠结构体的最表层进行蚀刻,使得所述波导膜的侧面露出,从而形成两侧的侧面露出至外部的所述光波导路的步骤。

17. 一种光波导装置的制造方法,所述光波导装置具有下覆盖层、光波导路及上覆盖层,所述光波导装置的制造方法的特征在于,包括:

形成层叠结构体的步骤,该层叠结构体从基板的表面侧起至少依次层叠成为所述下覆盖层的基底的下覆盖膜、成为所述光波导路的基底的波导膜;

利用第2抗蚀剂掩模在所述层叠结构体的最表层对所述波导膜进行蚀刻,从而形成在所述下覆盖膜的上层残留一部分所述波导膜而得到的波导膜的步骤;

在蚀刻后的所述层叠结构体的最表层形成成为所述上覆盖层的基底的上覆盖膜的步骤;以及

在形成有所述上覆盖膜的所述层叠结构体的最表层上,利用有一部分图案与所述残留的波导膜在所述基板上的部位不重合的第3抗蚀剂掩模,对所述上覆盖膜和所述残留的波导膜的一部分进行蚀刻,从而形成具有如下结构的所述光波导路的步骤,所述光波导路的一个侧面露出至外部,另一个侧面与所述上覆盖层相接。

18. 一种光波导装置的制造方法,所述光波导装置具有下覆盖层、光波导路及上覆盖层,所述光波导装置的制造方法的特征在于,包括:

形成层叠结构体的步骤,该层叠结构体从基板的表面侧起至少依次层叠成为所述下覆盖层的基底的下覆盖膜、成为所述光波导路的基底的波导膜;

利用第2抗蚀剂掩模在所述层叠结构体的最表层对所述波导膜进行蚀刻,从而在所述下覆盖膜的上层残留一部分所述波导膜,形成如下的波导膜形状的步骤,在从所述基板的

上方对残留的所述波导膜的形状进行观察时,该形状具有两个直线部、以及被所述直线部夹着的拐角部;

在蚀刻后的所述层叠结构体的最表层形成成为所述上覆盖层的基底的上覆盖膜的步骤;以及

在形成有所述上覆盖膜的所述层叠结构体的最表面上,利用图案与所述拐角部的拐角外侧的部位的一部分不重合的第4抗蚀剂掩模,对所述波导膜的一部分即所述拐角外侧的部分进行蚀刻,从而在所述拐角外侧的侧面形成相对于所述直线部发生倾斜的倾斜面的步骤。

19. 如权利要求18所述的光波导装置的制造方法,其特征在于,所述倾斜面相对于所述直线部的倾斜角度在45度 $\pm$ 3度的范围内。

20. 一种多波长光源模块,其特征在于,包括:

如权利要求1至3的任一项所述的导光装置,该导光装置具有如下结构,在所述玻璃基板上设置将波长不同的多束光从所述入射口传导至所述出射口的第1光纤~第n光纤(n为2以上的自然数),以作为所述光纤,所述第1光纤~所述第n光纤在所述出射口处互相接近,使得从所述出射口射出合波后的光;以及

多个激光光源,该多个激光光源相对于所述玻璃基板进行固定并射出所述多束光,使得所述多束光分别射入至所述第1光纤~所述第n光纤各自的所述入射口。

21. 一种多波长光源模块,其特征在于,包括:

如权利要求9至15的任一项所述的光波导装置;以及

多个激光光源,该多个激光光源相对于所述基板进行固定,并射出所述多束光,使得波长不同的多束光分别射入至所述光波导路各自的所述入射口。

## 导光装置、光波导装置、多波长光源模块及光波导装置的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及使射入的光射出的导光装置、光波导装置、使用了导光装置或光波导装置的多波长光源模块、以及光波导装置的制造方法。

### 背景技术

[0002] 以往,存在如射出三原色即RGB各色的激光来显示彩色图像的投影仪装置、利用可见光和红外线(IR光)来进行感测的诊断装置那样的使用多个波长的激光的各种装置。在这些装置中,通常多个波长的激光从产生各个波长的光的激光光源独立射出,利用光合波装置(合波器)合波成一道光束输出。此时,采用以下光波导路,该光波导路用于将所射入的光传导至进行合波的位置,并使合波后的光射出。

[0003] 例如,作为光波导路可以列举中空导光路径、或采用玻璃材料(硅)来作为介质的PLC(Planar Lightwave Circuit:平面光波导)等。PLC例如利用公知的半导体制造工艺在硅基板上形成而获得。在像这样的光波导路中,已知有在光波导路的朝向发生变化的偏向部上设置铝等镜面构件以使得所射入的激光全反射的技术(专利文献1)。

现有技术文献

专利文献

[0004] 专利文献1:日本专利特开2017-129744号公报

### 发明内容

发明所要解决的技术问题

[0005] 在上述结构中,必须在弯曲部上设置镜面构件,不仅会使装置结构变得复杂,而且制造工艺也会变得繁杂。另外,激光不一定会发生全反射,一部分激光有时会从弯曲部漏出。

[0006] 因此,本发明的目的在于,提供一种导光装置、光波导装置、以及光波导装置的制造方法,利用与上述结构不同的新的结构,在使所射入的光射出时,即使在光的路径上存在路径的朝向发生变化的偏向部,也能抑制在偏向部发生漏光。

解决技术问题所采用的技术方案

[0007] 本发明的一种形态是一种使所射入的光射出的导光装置。该导光装置包括:

玻璃基板;

光纤,该光纤设置于所述玻璃基板上,具有所述光的入射口和出射口,从所述入射口到所述出射口为止由单一材料构成,并且,露出至包围所述导光装置的外部气氛,从所述入射口向所述出射口进行导光;以及

粘接层,该粘接层由夹在所述光纤的一部分与所述玻璃基板之间的粘接剂构成,用于将所述光纤的所述入射口和所述出射口固定于所述玻璃基板的指定部位。

在将所述光纤的折射率、所述粘接剂的折射率、以及所述玻璃基板的折射率分别设为

$n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ 时,满足 $n_1 > n_2$ ,  $n_1 > n_3$ 。

所述光纤的外径例如为 $10\mu\text{m}$ 以下,优选为 $3\sim 5\mu\text{m}$ 。

[0008] 优选为所述光纤在所述光纤的截面上具有与所述粘接层相接触的两个第1区域、以及夹在所述两个区域之间的与所述玻璃基板相接触或不相接触的第2区域,

所述第1区域及所述第2区域以外的部分与所述外部气氛相接。

[0009] 优选为作为所述光纤,将传导两束光的第1光纤及第2光纤设于所述玻璃基板,

所述第1光纤及第2光纤的至少一个发生弯曲,从而所述第1光纤及第2光纤在朝向所述出射口的同时互相接近,使得所述第1光纤的光的出射口的中心与所述第2光纤的光的出射口的中心之间的间隔距离 $\Delta$ 成为所述第1光纤的光的入射口的中心与所述第2光纤的光的入射口的中心之间的间隔距离 $L_a$ 的 $1/100$ 以下,

在将所述第1光纤的入射口与出射口之间的间隔距离或所述第2光纤的入射口与出射口之间的间隔距离设为 $L_b$ 时,所述间隔距离 $L_a$ 与所述间隔距离 $L_b$ 的比值 $L_b/L_a$ 为 $1.0$ 以下。

另外,优选为所述第1光纤的光的出射口的中心与所述第2光纤的光的出射口的中心之间的所述间隔距离 $\Delta$ 接近于大于所述第1光纤及所述第2光纤的外径的 $1$ 倍且小于等于所述第1光纤及所述第2光纤的外径的 $1.5$ 倍。在所述第1光纤及所述第2光纤的外径例如为 $5\mu\text{m}$ 的情况下,能将所述间隔距离 $\Delta$ 设为 $5\mu\text{m}\sim 7.5\mu\text{m}$ 。

在所述导光装置中,优选为在所述玻璃基板上设置至少 $3$ 根所述光纤,构成为使 $3$ 根光纤接近,以使得从各个出射口射出的光重合而基本成为 $1$ 道光束。

[0010] 本发明的另一种形态是一种使所射入的光射出的光波导装置。该光波导装置包括:

基板;

光波导路,该光波导路设置于所述基板上,具有所述光的入射口及出射口,将光从所述入射口传导至所述出射口;

第1覆盖层,该第1覆盖层层叠在所述光波导路与所述基板之间,与所述光波导路相接,且折射率比所述光波导路的折射率要小;以及

第2覆盖层,该第2覆盖层相对于所述光波导路在所述第1覆盖层的相反侧与所述光波导路相接,且折射率比所述光波导路的折射率要小。

所述光波导路从所述入射口到所述出射口为止由相同材料连续延伸,

在所述光波导路的至少一部分上,与所述基板的面平行且与所述光波导路的延伸方向正交的所述光波导路的宽度方向的至少一侧的所述光波导路的面与以空气为覆盖层要素的空气覆盖层相接。

[0011] 所述光波导装置优选包括第3覆盖层,该第3覆盖层在所述宽度方向的一侧与所述光波导路相接,且折射率比所述光波导路的折射率要小,

所述光波导路具有与所述第1覆盖层、所述第2覆盖层及所述第3覆盖层连续相接的部分。

[0012] 优选为所述部分设置于所述光波导路的呈直线状延伸的直线部。

[0013] 优选为所述光波导路包括拐角部,该拐角部使光在所述基板上的行进方向发生弯曲,

所述光波导路在所述拐角部的拐角内侧与所述第3覆盖层相接,在拐角外侧与所述空

气覆盖层相接。

[0014] 优选为所述光波导路的所述拐角外侧的侧面为平面。

[0015] 优选为所述光波导装置包含传导两束光的第1光波导路及第2光波导路,以作为所述光波导路,

所述第1光波导路及所述第2光波导路具有互不相同的入射口,

所述光波导装置包括:使所述第1光波导路及所述第2光波导路在所述基板上互相合流的合流部;以及所述第1光波导路及所述第2光波导路公用的出射口。

[0016] 优选为所述合流部处所述第1光波导路与所述第2光波导路之间的倾斜角度为5度以下。所述倾斜角度进一步优选为2度以下,特别优选为例如1度以下。

[0017] 优选为所述光波导装置至少包含传导至少三束光的第1光波导路、第2光波导路及第3光波导路,以作为所述光波导路,

所述第1光波导路、第2光波导路及所述第3光波导路具有互不相同的入射口,

所述光波导装置包括:使所述第1光波导路、所述第2光波导路及所述第3光波导路在所述基板上互相合流的合流部;以及所述第1光波导路、所述第2光波导路及所述第3光波导路公用的出射口。

[0018] 优选为所述第1光波导路、所述第2光波导路及所述第3光波导路的入射口分别沿所述基板的第1边进行设置,

所述第1光波导路、所述第2光波导路及所述第3光波导路的出射口朝向与所述入射口相同的方向,且沿与所述第1边相对的所述第2边进行设置,

在所述第1光波导路、所述第2光波导路及所述第3光波导路中的至少所述第2光波导路及所述第3光波导路上,分别设有两处使光在所述基板上的行进方向发生弯曲的拐角部,设有所述拐角部的两处的宽度方向的侧壁在所述拐角部的拐角内侧与所述第3覆盖层相接,在拐角外侧与所述空气覆盖层相接,

所述拐角外侧的侧壁由平面构成,

所述合流部相对于所述第2光波导路及所述第3光波导路各自的所述拐角部的部位位于所述出射口一侧。

[0019] 在将所述第1光波导路、所述第2光波导路及所述第3光波导路的入射口与所述出射口之间沿所述入射口所朝方向的间隔距离设为L,将所述第1光波导路、所述第2光波导路及所述第3光波导路各自的所述入射口中的相邻入射口的中心间距离设为D时,比值L/D为3.0以下。比值L/D例如能设至1.0以下。

[0020] 优选为所述第1光波导路呈直线状地从所述第1光波导路的入射口延伸至所述出射口,

所述第2光波导路及所述第3光波导路分别包括如下部分以作为路径:第1直线部,该第1直线部从所述第2光波导路及所述第3光波导路各自的所述入射口起进行延伸,且相对于所述第1光波导路平行地进行延伸;第1拐角部,该第1拐角部使通过所述第1直线部的光朝向所述第1光波导路一侧发生偏转;第2直线部,该第2直线部对通过所述第1拐角部的光进行导光,使其接近所述第1光波导路;第2拐角部,该第2拐角部使通过所述第2直线部的光朝向所述合流部发生偏转;以及第3直线部,该第3直线部对通过所述第2拐角部的光进行导光,使其到达所述合流部。



[0021] 优选为在所述合流部,所述第2光波导路及所述第3光波导路从相对于所述第1光波导路发生了倾斜的方向进行合流,

所述合流部处所述第2光波导路及所述第3光波导路相对于所述第1光波导路的倾斜角度均为5度以下。所述倾斜角度更优选为2度以下,特别优选为例如1度以下。

[0022] 本发明的又一种形态是具有下覆盖层、光波导路及上覆盖层的光波导装置的制造方法。该制造方法包括:

形成层叠结构体的步骤,该层叠结构体从基板的表面侧起至少依次层叠成为所述下覆盖层的基底的下覆盖膜、成为所述光波导路的基底的波导膜、以及成为所述上覆盖层的基底的上覆盖膜;以及

利用第1抗蚀剂掩模在所述层叠结构体的最表层进行蚀刻,使得所述波导膜的侧面露出,从而形成两侧的侧面露出至外部的所述光波导路的步骤。

[0023] 本发明的又一种形态是具有下覆盖层、光波导路及上覆盖层的光波导装置的制造方法。该制造方法包括:

形成层叠结构体的步骤,该层叠结构体从基板的表面侧起至少依次层叠成为所述下覆盖层的基底的下覆盖膜、成为所述光波导路的基底的波导膜;

利用第2抗蚀剂掩模在所述层叠结构体的最表层进行蚀刻,从而形成在所述下覆盖膜的上层残留一部分所述波导膜而得到的波导膜的步骤;

在蚀刻后的所述层叠结构体的最表层形成成为所述上覆盖层的基底的上覆盖膜的步骤;以及

在形成有所述上覆盖膜的所述层叠结构体的最表层上,利用有一部分图案与所述残留的波导膜在所述基板上的部位不重合的第3抗蚀剂掩模,对所述上覆盖膜和所述残留的波导膜的一部分进行蚀刻,从而形成具有如下结构的所述光波导路的步骤,所述光波导路的一个侧面露出至外部,另一个侧面与所述上覆盖层相接。

[0024] 本发明的又一种形态是具有下覆盖层、光波导路及上覆盖层的光波导装置的制造方法。该制造方法包括:

形成层叠结构体的步骤,该层叠结构体从基板的表面侧起至少依次层叠成为所述下覆盖层的基底的下覆盖膜、成为所述光波导路的基底的波导膜;

利用第2抗蚀剂掩模在所述层叠结构体的最表层对所述波导膜进行蚀刻,从而在所述下覆盖膜的上层残留一部分所述波导膜,并形成如下的波导膜形状的步骤,在从所述基板的上方对残留的所述波导膜的形状进行观察时,该形状具有两个直线部、以及被所述直线部夹着的拐角部;

在蚀刻后的所述层叠结构体的最表层形成成为所述上覆盖层的基底的上覆盖膜的步骤;以及

在形成有所述上覆盖膜的所述层叠结构体的最表面上,利用图案与所述拐角部的拐角外侧的部位的一部分不重合的第4抗蚀剂掩模,对所述波导膜的一部分即所述拐角外侧的部分进行蚀刻,从而在所述拐角外侧的侧面形成相对于所述直线部发生倾斜的倾斜面的步骤。

[0025] 所述倾斜面相对于所述直线部的倾斜角度优选在45度 $\pm$ 3度的范围内,例如能设为41.5度以上。

[0026] 本发明的又一种形态是多波长光源模块。该多波长光源模块包括：

所述导光装置，该导光装置具有如下结构，在所述玻璃基板上设置将波长不同的多束光从所述入射口传导至所述出射口的第1光纤～第n光纤（n为2以上的自然数），以作为所述光纤，所述第1光纤～所述第n光纤在所述出射口处互相接近，使得从所述出射口射出合波后的光；以及

多个激光光源，该多个激光光源相对于所述玻璃基板进行固定，并射出所述多束光，使得所述多束光分别射入至所述第1光纤～所述第n光纤各自的所述入射口。

[0027] 本发明的又一种形态也是多波长光源模块。该多波长光源模块包括：

所述光波导装置；以及

多个激光光源，该多个激光光源相对于所述基板进行固定，并射出多束光，使得波长不同的所述多束光分别射入至所述光波导路各自的所述入射口。

[0028] 所述多波长光源模块中的激光光源例如射出RGB三原色等的可见光、或者不可见光例如近红外线，以作为所述多束光。

发明效果

[0029] 根据上述光波导装置、光波导装置及多波长光源模块，在使所射入的光射出时，即使在光的路径上存在路径的方向发生变化的偏向部，也能抑制在偏向部发生漏光。根据上述光波导装置的制造方法，能容易地制作像这样的光波导装置。

## 附图说明

[0030] 图1 (a) 是一个实施方式的导光装置的俯视图，图1 (b) 是图1 (a) 所示的导光装置的A-A' 向视剖视图。

图2 (a) 是表示另一实施方式中的光波导装置的截面的一个示例的图，图2 (b) 是表示图2 (a) 所示的光波导装置的制作过程中的层叠结构体的一个示例的图。

图3是表示一个实施方式的光波导装置中的光波导路的路径的另一示例的俯视图。

图4 (a) 是表示另一实施方式中的光波导装置的截面的一个示例的图，图4 (b)、图4 (c) 是表示图4 (a) 所示的光波导装置的制作过程中的层叠结构体的一个示例的图。

图5是对一个实施方式的光波导装置中的光波导路的配置进行说明的俯视图。

图6是表示一个实施方式的光波导装置的制作过程中所获得的层叠结构体的一个示例的图。

图7 (a) ~图7 (e) 是对通过一个实施方式的光波导装置的制造方法的工艺所获得的层叠结构体的结构的示例进行说明的图。

图8是对另一个实施方式的光波导装置中的光波导路的配置进行说明的俯视图。

## 具体实施方式

[0031] 以下，参照附图对本发明的导光装置、光波导装置、多波长光源模块、以及光波导装置的制造方法进行详细说明。

[0032] 图1 (a) 是一个实施方式的导光装置10的俯视图，图1 (b) 是图1 (a) 所示的导光装置10的A-A' 向视剖视图。

导光装置10是使射入的光射出的装置。导光装置10包括玻璃基板12、三根光纤14a、

14b、14c、以及粘接层16a、16b、16c。图1(a)所示的导光装置10是三根光纤14a、14b、14c,但在其它实施方式中,光纤可以是一根,也可以是两根、四根等。

[0033] 三根光纤14a、14b、14c分别设置于玻璃基板10上,具有从三个激光光源(激光二极管)射出的光的入射口18a、18b、18c及出射口20a、20b、20c。这里,入射口18a、18b、18c设置于玻璃基板12的一条边上,与激光光源(激光二极管)的发光点的位置精密地进行位置匹配,隔开一定间隔进行配置。即,入射口18a、18b、18c与各激光光源(激光二极管)的配置位置精密地进行匹配而固定于玻璃基板12的规定部位。该入射口18a、18b、18c各自的附近设有射出将分别射入入射口18a、18b、18c的光的激光光源22a、22b、22c。三根光纤14a、14b、14c分别是入射口18a、18b、18c至出射口20a、20b、20c都没有覆盖层的光纤,例如外径 $\phi 3\mu\text{m}\sim\phi 5\mu\text{m}$ 的光纤,将光从入射口18a、18b、18c传导至出射口20a、20b、20c。即,光纤14a、14b、14c从18a、18b、18c到出射口20a、20b、20c分别由单一材料构成,并且露出至包围导光装置10的外部气氛(空气、水、气体、液体),具有从入射口18a、18b、18c向出射口20a、20b、20c导光的功能。以下,也将光纤14a、14b、14c称为芯体14a、14b、14c。

[0034] 粘接层16a、16b、16c由夹在光纤14a、14b、14c的一部分与玻璃基板12之间的粘接剂构成,使得能高精度地将光纤14a、14b、14c的入射口定位于玻璃基板12的规定位置。粘接层16a、16b、16c用于将光纤14a、14b、14c的入射口和出射口固定于玻璃基板12的指定部位、即与三个激光光源的配置位置相对应的部位。

[0035] 对于像这样的导光装置10,在将光纤14a、14b、14c的折射率、粘接层16a、16b、16c的粘接剂的折射率、以及玻璃基板12的折射率分别设为 $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ 时,满足 $n_1 > n_2$ 、 $n_1 > n_3$ 。根据一个实施方式,还满足 $(n_1^2 - n_2^2)^{(1/2)}$ 以及 $(n_1^2 - n_3^2)^{(1/2)}$ 大于0.1小于0.15。设 $n_1 > n_2$ 、 $n_1 > n_3$ ,从而能构成为从光纤14a、14b、14c出发在与光纤14a、14b、14c相接的粘接剂及玻璃基板12的边界面上发生全反射。

根据一个实施方式,将光纤14a、14b、14c的折射率 $n_1$ 设为1.5~1.9的范围,将粘接剂的折射率 $n_2$ 设为1.3~1.5的范围,将玻璃基板12的折射率 $n_3$ 的范围设为1.4~1.9,在这样的范围内,也可以选择能将 $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ 的数值进行组合的材料。特别是通过将 $n_1$ 设为1.6以上,从而能适当且容易地对 $n_2$ 、 $n_3$ 的值进行选择。

[0036] 根据一个实施方式,光纤14a、14b、14c如图1(b)所示,在光纤14a、14b、14c的截面上,配置成具有与粘接层16a、16b、16c相接触的两个第1区域24、以及夹在两个第1区域24之间的与玻璃基板12相接触的第2区域26,第1区域24和第2区域26以外的部分优选为与外部气氛、例如空气相接。此外,在第2区域26中,光纤14a、14b、14c也可以不与玻璃基板12相接触。在与粘接层16a、16b、16c相接触的两个第1区域24之间,光纤14a、14b、14c与玻璃基板12相接触,从而能使圆形的光纤14a、14b、14c稳定地固定于玻璃基板12。此外,光纤14a、14b、14c的第1区域24及第2区域26以外的部分与外部气氛、例如空气相接,因此,尤其是即使光纤14a、14b、14c沿着玻璃面的路径以较大的角度发生弯曲,光纤14a、14b、14c的侧面(光纤14a、14b、14c的与玻璃面平行并与光纤14a、14b、14c的延伸方向正交的方向的面)也与空气相接触,因此,在光纤14a、14b、14c内传播的光大多发生全反射。因此,几乎没有漏光量。在光纤14a、14b、14c的截面上,光纤14a、14b、14c与空气相接的圆弧的长度优选为是整个圆周的75%~95%。由此,不仅能将光纤14a、14b、14c稳定地固定于玻璃基板12,而且即使具有光纤14a、14b、14c的朝向发生变化的偏向部,也能抑制在偏向部上发生漏光。

[0037] 如图1(a)所示,光纤14a、14b、14c是没有光缆覆盖层的形态,因此,光纤14a、14b、14c的直径与有覆盖层的光缆的直径相比极小。光纤14a、14b、14c的直径例如可以设为 $5\mu\text{m}$ 以下,取 $3\sim 4\mu\text{m}$ 。因此,如图1(a)所示,在出射口20a、20b、20c处,由于没有以往光纤的覆盖层,因此,能将光纤14a、14b、14c接近配置,例如能将相邻出射口20a、20b、20c的中心间距离设为 $3.5\mu\text{m}$ 。因此,从接近的出射口20a、20b、20c射出的光实质上作为一束光而射出。例如,在将准直透镜等配置于出射口20a、20b、20c的前表面而形成平行光的情况下,成为一束光。

[0038] 如图1(a)所示,光波导装置10为了将光纤14a、14b、14c的相邻的光波导路的光的出射口的中心间的间隔距离与该两个光波导路的光的入射口的中心间的间隔距离相比设得极小,而使光纤14a、14b、14c发生弯曲。然而,即使光纤14a、14b、14c发生弯曲,光纤14a、14b、14c的第1区域24及第2区域26以外的部分也与外部气氛、例如空气相接,因此,在光纤14a、14b、14c内传播的光漏到空气中的量较少。由于具有这样的优点,因此,根据一个实施方式,光纤14a、14b、14c的光的入射口18a、18b、18c及出射口20a、20b、20c均朝向相同方向,并能在抑制了漏光的状态下使光纤发生弯曲,以使得光纤14a、14b、14c的相邻光纤的光的出射口的中心间的间隔距离 $\Delta$ (参照图1(a))成为相邻的两个光波导路的光的入射口的中心间的间隔距离 $L_a$ (参照图1(a))的 $1/100$ 以下,优选为 $1/200$ 以下。在这种情况下,在将沿入射口18a、18b、18c及出射口20a、20b、20c处的光的行进方向的入射口18a、18b、18c与出射口20a、20b、20c之间的间隔距离(最短距离)设为 $L_b$ (参照图1(a))时,比值 $L_b/L_a$ 优选为 $3.0$ 以下,进一步优选为 $1.0$ 以下。比值 $L_b/L_a$ 的下限没有特别限定,优选为 $0.1$ 。即,即使将间隔距离 $L_b$ 设得较短,也能在抑制了漏光的状态下使光纤14a、14b、14c发生弯曲而将间隔距离 $\Delta$ 设为间隔距离 $L_a$ 的 $1/100$ 以下,进一步设为 $1/200$ 以下,优选为 $1/500$ 以下,进一步优选为 $1/1000$ 以下。因此,能使光波导装置10的尺寸变得紧凑。

此外,上述间隔距离 $\Delta$ 例如能设为大于光纤14a、14b、14c的外径 $\Phi$ (例如外径为 $10\mu\text{m}$ 以下,优选为 $\phi 3\mu\text{m}\sim \phi 5\mu\text{m}$ )的1倍且小于等于光纤14a、14b、14c的外径 $\Phi$ 的 $1.5$ 倍。所谓间隔距离 $\Delta$ 为1倍是指相邻的光纤彼此相接触的意思。由此,光纤14a、14b、14c能使出射口互相接近,使得从各出射口射出的光合波而基本作为一道光束射出。例如,出射口隔开间隔(间隔例如为 $1\mu\text{m}$ 以下)而接近,使得在指定部位呈一系列而互不接触,从而紧密地排列。在这种情况下,在光纤14a、14b、14c的出射口附近,光纤彼此以夹着粘接剂等而不相接触的方式进行固定。光波导装置10是使用的光纤的根数并不局限于3根,也可以是3根以上,例如设为4根或5根。

[0039] 作为一个实施方式,将光波导装置10适当用于多波长光源模块。

在多波长光源模块中,作为上述光纤,将波长不同的多束光从入射口传导至出射口的第1光纤~第n光纤(n为2以上的自然数)设置于玻璃基板12。第1光纤~第n光纤包括具有在出射口互相接近的结构的光波导装置,使得从出射口射出合波后的光。此外,多波长光源模块包括相对于玻璃基板12进行固定的射出多束光的多个激光光源(未图示),使得多束光分别射入至第1光纤~第n光纤各自的入射口。激光光源例如射出RGB三原色等的可见光、或者不可见光例如近红外线,以作为多束光。

[0040] 图2(a)是表示作为一个实施方式的光波导装置100的截面的一个示例的图。图2(a)所示的光波导装置100的结构与图1(b)所示的结构不同,但图2(a)所示的光波导装置100与图1(a)所示的光纤14a、14b、14c相同,在基板上具有多个光波导路。

[0041] 图2(a)所示的光波导装置100包括硅基板112、芯体(光波导路)114、下覆盖层116D以及上覆盖层116U。

利用半导体制造工艺在硅基板112上依次层叠下覆盖层116D、芯体114以及上覆盖层116U,从而能制作光波导装置100。

下覆盖层116D及上覆盖层116U为SiO<sub>2</sub>(折射率例如为1.46)。下覆盖层116D及上覆盖层116U的厚度例如为1μm以下至几μm左右,由另外的因素来决定。

芯体114也由SiO<sub>2</sub>构成,折射率例如为1.51。芯体(光波导路)114从入射口至出射口以相同材料连续延伸,路径途中不具有构件彼此相连接而形成的横穿路径的连接面等界面。芯体114通过调整为达到高折射率1.51的成膜条件而制成。芯体114的厚度例如为3.5μm至5μm。下覆盖层116D及上覆盖层116U与芯体114同为SiO<sub>2</sub>的氧化膜,折射率例如为1.46。在这种情况下,芯体(光波导路)114的数值孔径NA为0.4039(= $(1.51^2-1.46^2)^{(1/2)}$ ),最大受光角度为23.8度。

[0042] 像这样的光波导装置100具有以下特征。

芯体(光波导路)114为连续介质,即,从入射口至出射口以相同材料连续延伸,路径途中不具有构件彼此相连接而形成的横穿路径的连接面等界面,因此,不存在导致光发生折射或发生漏光的障碍物。

芯体114之上设有上覆盖层116U,其下设有下覆盖层116,另一方面,芯体114两边的侧面、即与硅基板112的面平行并与芯体114的延伸方向正交的芯体114的宽度方向两侧的面与空气相接。关于射入像这样的构造的光波导路即芯体114的光的传播特性、即光波导路内部的上下方向和两边侧面的左右方向的光的传播特性,在设置上覆盖层116U及下覆盖层116D的上下方向的传播特性中,光波导路不会沿上下方向发生弯曲,因此,例如相对于上覆盖层116U及下覆盖层116D的折射率1.46在折射率1.51的芯体114中进行传播的光在碰到上覆盖层116U及下覆盖层116D的界面时发生全反射。因此,光从入射口射入后直接到达出射口,在上下方向上完全封闭于芯体114内。另一方面,在光波导路内部的左右方向的光的传播特性中,芯体114两边的侧面(图2(a)中的左右的面)成为折射率之差(芯体114与空气的折射率之差)较大的界面,因此,即使芯体114的沿硅基板112的面的路径具有如后述的图3所示那样大幅弯曲的部分,即使所射入的光射出的光波导路具有光波导路的朝向大幅变化的偏向部,也能将从光波导路即芯体114的入射口射入的光直接封闭于芯体114内地传导至出射口。例如,在将芯体114的折射率设为1.51的情况下,由于空气的折射率为1.0,因此,在光波导路中能维持光的全反射的临界角例如成为约41.5度。该临界角意味着即使偏向部以较大的角度发生弯曲也能维持全反射。此外,即使未设有上覆盖层116U,沿上下方向射入的光波导路内部的光也同样能被封闭,但基于以下理由而设置上覆盖层116U。即,在硅基板112上构成为平面状的光波导路、即PLC(平面光波导)中,为了使光的入射口和出射口处的光的射入和射出变得顺利,有时必须对入射口和出射口进行研磨。上覆盖层116U用于在该研磨中起到保护膜的功能。

[0043] 像这样的装置结构能通过半导体工艺来制成。图2(b)是表示光波导装置100的制作过程中的层叠结构体的一个示例的图。

将成为下覆盖层116D的基底的基底覆盖层116D\*成膜于硅基板112上。基底覆盖层116D\*例如为折射率1.46的SiO<sub>2</sub>氧化膜。

之后,将成为芯体114的基底的波导膜114\*成膜于基底覆盖层116D\*的上表面。波导膜114\*例如为折射率1.51的SiO<sub>2</sub>氧化膜。

此外,将成为上覆盖层116U的基底的基底覆盖层116U\*成膜于波导膜114\*上。基底覆盖层116U\*的材料是与基底覆盖层116D\*相同的材料。

之后,在要形成芯体114的光波导路的图案的位置上形成规定图案的光致抗蚀剂掩模130。

由此,制成图2(b)所示的层叠结构体。对该层叠结构体进行利用了光致抗蚀剂掩模130的蚀刻、例如干法蚀刻,来制成图2(a)所示的包括光波导路的光波导装置100。

[0044] 即,根据一个实施方式,能通过以下方法来制造光波导装置100。

在具有下覆盖层116D、芯体114(光波导路)及上覆盖层116U的光波导装置100的制造方法中,

(1) 形成如下层叠结构体,该层叠结构体从基板212的表面侧至少依次层叠成为下覆盖层116D的基底的基底覆盖层116D\*(下覆盖膜)、成为芯体114(光波导路)的基底的波导膜114\*、以及成为上覆盖层116U的基底的上覆盖层116U\*(上覆盖膜)。

(2) 接着,形成芯体114(光波导路),其中,利用光致抗蚀剂掩模130对所形成的层叠结构体的最表层进行蚀刻,使得波导膜114\*的侧面露出,从而使两侧的侧面露出于外部而形成该芯体114。

[0045] 图3是表示光波导装置100中的光波导路的路径的另一示例的俯视图。图2(a)所示的光波导装置100能利用半导体工艺技术来制成,因此,除了如图1(a)所示能使多个光波导路在出射口附近接近以外,还能如图3所示通过设置将多个(图3中为三个)光波导路合流为一个路径的合流部124来将出射口变为一个。即,能将光波导装置100设为光合波装置。由此,能将从出射口射出的光完全形成一束光而射出。这样使多个光波导路进行合流的路径能通过对上述光致抗蚀膜图案130的掩模图案进行调整来制成。在这种情况下,对于芯体114两侧的侧面(图2(a)中的左右的面)成为折射率之差(芯体114与空气的折射率之差)较大的边界面,因此,能减小芯体114的边界面上的临界角度,例如,在将芯体114的折射率设为1.51的情况下,能将入射的临界角度设为41.5度(=arcsin(1/1.51))。因此,即使偏向的弯曲程度比以往要剧烈,也能对在芯体114中进行传播的光的漏光进行抑制。因此,能缩短从入射口到出射口为止的距离L(参照图3)而不改变光波导路的入射口的中心间的间隔距离D(参照图3),因此,能使光波导装置100变得紧凑。

在这种情况下,与合流部124中的两个芯体114(第1光波导路和第2光波导路)的倾斜角度优选为2度以下,进一步优选为1度以下。由此,能对合流部124中的光的传输损耗进行抑制。

[0046] 图4(a)是表示另一个实施方式中的光波导装置200的截面的一个示例的图。图4(a)所示的光波导装置200的结构与图1(b)所示的结构不同,但图4(a)所示的光波导装置200也与图1(a)所示的光纤14a、14b、14c相同地在基板上具有多个光波导路。

[0047] 图4(a)所示的光波导装置200包括硅基板212、芯体(光波导路)214、下覆盖层216D以及上覆盖层216U。硅基板212、芯体214、下覆盖层216D及上覆盖层216U具有与图2(a)所示的硅基板112、芯体114、下覆盖层116D及上覆盖层116U相同的结构,因此省略说明。光波导装置200与图2(a)所示的光波导装置100的不同点在于,上覆盖层116U对芯体114的一侧的

侧面(图4(a)中的左侧的面)进行覆盖,而不对另一侧的侧面(图4(a)中的右侧的面)进行覆盖,并与空气相接。

[0048] 即使是像这样的光波导装置200,也与图2(a)所示的光波导装置200相同,芯体214的上述另一个侧面成为折射率之差较大的边界面,因此,芯体214的路径朝一侧弯曲的部分、即用于使所射入的光射出的光波导路即使具有使光波导路的朝向向一侧弯曲而发生变化的偏向部,也能在偏向部上维持光的全反射。并且,芯体(光波导路)214从入射口至出射口以相同材料连续延伸,路径途中不具有构件彼此相连接而形成的横穿路径的连接面等边界面,因此,即使在光波导路中传播的光发生折射,也不存在导致漏光的障碍物。

[0049] 像这样的装置结构能通过半导体工艺来制成。图4(b)、图4(c)是表示光波导装置200的制作过程中的层叠结构体的一个示例的图。

[0050] 将成为下覆盖层216D的基底的基底覆盖层216D\*成膜于硅基板212。基底覆盖层216D\*例如为折射率1.46的SiO<sub>2</sub>氧化膜。

之后,将成为芯体214的基底的波导膜214\*\*成膜于基底覆盖层216D\*的上表面。波导膜214\*\*例如为折射率1.51的SiO<sub>2</sub>氧化膜。

之后,在要形成芯体214的光波导路的图案的位置上形成规定图案的光致抗蚀剂掩模230。图4(b)表示形成有光致抗蚀膜图案230的层叠结构体的一个示例。

[0051] 之后,利用使用了规定图案的光致抗蚀剂掩模230的第一次的蚀刻、例如干法蚀刻来使波导膜214\*\*两侧的侧面露出,再接着蚀刻直至下层的基底覆盖层216D\*露出。

之后,将成为上覆盖层216U的基底的基底覆盖层216U\*形成于完成蚀刻的层叠结构体上。之后,在要形成图4(a)所示的芯体214的位置上形成规定图案的光致抗蚀剂掩模232。此时,形成光致抗蚀剂掩模232,使得光致抗蚀剂掩模232的一侧(图4(b)中的左侧)的位置位于比之前的蚀刻中波导膜214\*的一侧(图4(b)中的左侧)露出的位置要靠近波导膜214\*的外侧的位置,使光致抗蚀剂掩模232的另一侧(图4(b)中的右侧)的位置比之前的蚀刻中波导膜214\*的另一侧(图4(b)中的左侧)的侧面露出的位置要靠近波导膜214\*的残留部分(波导路芯体)一侧的位置。图4(c)表示形成有光致抗蚀剂掩模232的层叠结构体的一个示例。此外,将第一次蚀刻残留的一部分波导膜214\*\*称为波导路芯体214\*。

[0052] 之后,对图4(c)所示的层叠结构体进行以光致抗蚀膜图案232为掩模的第二次蚀刻、例如干法蚀刻,进行蚀刻直至图4(c)所示的波导膜214\*\*的残留部分即波导路芯体214\*的另一个侧面(图4(b)中的右侧的侧面)以及波导路芯体214\*的另一侧(图4(b)中的右侧)的下覆盖层216D露出为止。波导路芯体214\*的一侧(图4(b)中的左侧)的基底覆盖层216U\*可以进行蚀刻,也可以不进行蚀刻。由此,通过蚀刻将波导路芯体214\*的一部分削除,能形成如图4(a)所示的层结构的光波导路。由此,能制成图4(a)所示的具备光波导路的光波导装置200。

[0053] 即,根据一个实施方式,能通过以下的方法来制造光波导装置200。

(1) 形成如下层叠结构体,该层叠结构体从基板212的表面侧起至少依次层叠成为下覆盖层216D的基底的基底覆盖层216D\*(下覆盖膜)、成为芯体214(光波导路)的基底的波导膜214\*\*。

(2) 形成波导路芯体214\*,其中,在层叠结构体的最表层利用如图4(b)所示的光致抗蚀剂掩模230(第2抗蚀剂掩模)来对波导膜214\*\*进行蚀刻,从而在基底覆盖层216D\*(下覆盖

膜)的上层残留一部分波导膜214\*\*，而形成该波导路芯体214\*。

(3) 将成为上覆盖层216U的基底的基底覆盖层216U\*(上覆盖膜)形成于完成蚀刻的层叠结构体的最表层。

(4) 接着，形成芯体214(光波导路)，其中，如图4(c)所示，在形成有基底覆盖层216U\*(上覆盖膜)的层叠结构体的最表层上，利用有一部分图案与残留的波导路芯体214\*在基板212上的部位不重合的光致抗蚀剂掩模232(第3抗蚀剂掩模)对基底覆盖层216U\*(上覆盖膜)和波导路芯体214\*的一部分进行蚀刻，从而使芯体214(光波导路)的一个侧面露出至外部，使另一个侧面与上覆盖层216U相接。

[0054] 此外，图4(a)所示的光波导装置200能利用半导体工艺技术来制成，因此，除了能如图1(a)所示地使多个光波导路在出射口附近接近以外，还能如图3所示地将多个光波导路合流为一个路径而将出射口变为一个。这样使多个光波导路进行合流的路径能通过对上述光致抗蚀剂掩模230、232的图案进行调整来制成。

[0055] 图5是利用了图4(a)所示的层叠结构的光波导路的一个实施方式的光波导装置300的俯视图。图5省略了层叠于芯体上的上覆盖层的图示以便于理解。图5也是表示芯体的形状的概念图。以下，将芯体314a~314c等的芯体改称作光波导路来进行说明。

[0056] 图5所示的光波导装置300中的光波导路314a、314c分别具有图4(a)所示的芯体的一侧的侧面露出而与空气相接的光波导路的结构。光波导路314b具有图2(a)所示的芯体两侧的侧面露出而与空气相接的光波导路的结构。

[0057] 光波导路314a、314c具备弯曲成大致直角的偏向部(拐角部)322a1、322a2、322c1、322c2。偏向部322a1、322a2、322c1、322c2设置为夹在呈直线状延伸的直线部之间。偏向部322a1、322a2、322c1、322c2各自的拐角外侧的光波导路的侧面成为与空气相接的边界面。该侧面为倾斜面。

光波导路314a、314b、314c通过合流部324而进行合流，对通过光波导路314a、314b、314c的光进行合波。

这里，偏向部322a1、322a2、322c1、322c2上的倾斜面相对于直线部的倾斜角度例如能设为45度±3的范围。由此，能使偏向部322a1、322a2、322c1、322c2(拐角部)陡然弯曲，能减小合流部324上的光波导路314a、314c相对于314b的倾斜角度，能对合流部324上的光的传输损耗进行抑制。

[0058] 如图5(a)所示，偏向部322a1、322a2、322c1、322c2(拐角部)上的光波导路314a~314c的拐角外侧的侧面是相对于直线部发生倾斜的平面、例如呈45度倾斜的平面，成为倾斜面。并且，如后述的图7(a)所示，拐角外侧的侧面露出而与空气相接。因此，偏向部322a1、322a2、322c1、322c2上的拐角外侧的侧面成为折射率之差较大的边界面。因此，临界角度减小，来自入射口的入射光在该边界面满足全反射条件，从而被封闭在内直到出射口为止。并且，光波导路314a~314c从入射口至出射口以相同材料连续延伸，路径途中不具有构件彼此相连接而形成的横穿路径的连接面等边界面，因此，不存在导致光发生折射或发生漏光的障碍物。

[0059] 根据一个实施方式，光波导路314a、314b、314c由SiO<sub>2</sub>氧化膜(折射率=1.51)构成，上覆盖层和下覆盖层由SiO<sub>2</sub>氧化膜(折射率=1.46)构成。

另外，根据另一个实施方式，对于光波导路314a、314b、314c，由对折射率1.46的SiO<sub>2</sub>氧



化膜氧化膜添加使折射率增加的物质(例如 $\text{GeO}_2$ )而得的材料构成,对于上覆盖层及下覆盖层,由对折射率1.46的 $\text{SiO}_2$ 氧化膜氧化膜添加使折射率减小的物质(例如氟F)而得的材料构成。

另外,根据另一个实施方式,光波导路314a、314b、314c由 $\text{SiO}_2$ 氧化膜(折射率=1.46)构成,上覆盖层和下覆盖层由 $\text{SiO}_2$ 氧化膜(折射率小于1.46)构成。

[0060] 由此,光波导装置300的光波导路314a、314b、314c(第1光波导路、第2光波导路及第3光波导路)的入射口分别沿基板的第1边(在图5中为下方的边)设置,光波导路314a、314b、314c(第1光波导路、第2光波导路及第3光波导路)的出射口320朝向与入射口相同的方向且沿基板的与上述第1边相对的第2边(在图5中为上方的边)设置。

光波导路314a、314b、314c(第1光波导路、第2光波导路及第3光波导路)中,光波导路314a、314c(第2光波导路及第3光波导路)上分别设有两处偏向部(拐角部),设有偏向部(拐角部)的两处的宽度方向侧壁在偏向部(拐角部)的拐角内侧与上覆盖层316(参照图6(c))相接,在拐角外侧与以空气为覆盖层要素的空气覆盖层相接。偏向部(拐角部)的外侧(拐角外侧)的侧壁由平面构成。光波导路314a、314b、314c(第1光波导路、第2光波导路及第3光波导路)的合流部324相对于光波导路314a、314c(第2光波导路及第3光波导路)各自的两个偏向部(拐角部)的部位位于出射口320一侧。

由此,光波导路314a、314c上分别设有两个偏向部,因此,能将距离D维持固定不变而缩短距离L。由此,能构成紧凑的光波导装置300。根据一个实施方式,比值L/D能设为3.0以下,能优选设为1.0以下。比值L/D的下限没有特别限定,优选为0.1。

[0061] 另外,如图5所示,光波导路314b(第1光波导路)呈直线状地从光波导路314b(第1光波导路)的入射口延伸至出射口320。此时,根据一个实施方式,光波导路314a(第2光波导路)及光波导路314c(第3光波导路)包括以下部分来作为路径:从光波导路314a、314c各自的入射口开始延伸并相对光波导路314b(第1光波导路)平行地进行延伸的第1直线部;使通过该第1直线部的光朝向光波导路314b(第1光波导路)一侧发生偏转的偏向部322a1、322c1(第1拐角部);对通过偏向部322a1、322c1(第1拐角部)的光进行导光而使其接近光波导路314b(第1光波导路)的第2直线部;使通过该第2直线部的光朝向合流部324发生偏转的偏向部322a2、322c2(第2拐角部);以及对通过偏向部322a2、322c2(第2拐角部)的光进行导光而使其到达合流部324的第3直线部。通过设置具有上述结构的路径,偏向部322a1、322c1(第1拐角部)及偏向部322a2、322c2(第2拐角部)形成约90度(90度 $\pm$ 3度的范围内)的反射拐角,因此,在所射入的光为单横模的情况下,能将单横模的光从第1直线部传导至第2直线部,从第2直线部传导至第3直线部而不使其受到破坏。另外,在这种情况下,由于成为设有两个约90度的反射拐角的结构,因此,在偏向部322a1、322c1(第1拐角部)上,使光沿朝向光波导路314b(第1光波导路)一侧接近的方向发生偏转,在偏向部322a2、322c2(第2拐角部)上,使光接近光波导路314b(第1光波导路)地发生偏转,因此,能减小光波导路314a(第2光波导路)或光波导路314c(第3光波导路)相对于光波导路314b(第1光波导路)的倾斜角度,能减小至2度以下、1度以下、甚至0.5度以下。

另外,作为将输入至光波导路314a~314c的入射口的光射出的光源装置,即使在使用较大的光源装置而非激光光源的情况下,或者在光源装置的数量非常多(例如5~10或者64)、入射口彼此的距离较大的情况下,也能利用偏向部322a1、322c1(第1拐角部)及偏向部

322a2、322c2 (第2拐角部),使光波导路314a、314c相对于光波导路314b以较小的倾斜角度倾斜,例如将光波导路的上述倾斜角度设为2度以下,并进行合流。

在图5所示的实施方式中,光波导路314a (第2光波导路) 与光波导路314c (第3光波导路) 的路径形成为线对称,也并非必须形成为线对称。在光的路径长度在光波导路314a (第2光波导路) 与光波导路314c (第3光波导路) 之间相同的情况下,射入这两处的光在出射口320处能以相同的光强度射出。

[0062] 另外,如图5所示,合流部中的光波导路314a (第2光波导路) 和光波导路314c (第3光波导路) 从相对于光波导路314b (第1光波导路) 倾斜的方向进行合流,但此时的合流部324中,光波导路314a (第2光波导路) 和光波导路314c (第3光波导路) 相对于光波导路314b (第1光波导路) 的倾斜角度均能设为5度以下,能设为2度以下,进一步能设为1度以下,再进一步能设为0.5度以下。由此,能对合流部中的光的传输损耗进行抑制。

[0063] 具有上述结构的光波导装置300通过如下方式制成。

即,制作图4 (c) 所示的层叠结构体在形成光致抗蚀剂掩模232之前的阶段的层叠结构体300\*。图6是表示层叠结构体300\*的一个示例的图。该层叠结构体300\*是在成为光波导路314a~314c的基底的形状(偏向部的外侧的部分形成角后的形状)的上层形成有成为上覆盖层的基底的基底覆盖层(上覆盖膜)的层叠体。图7 (a) 是将成为图6所示的偏向部(拐角部)的区域X进行放大来表示的图。图7 (a)~图7 (e) 是对通过以下说明的工艺所获得的层叠结构体300\*的结构进行说明的图。图7 (b) 是图7 (a) 所示的A-A' 的向视剖视图,图7 (c) 是图7 (a) 所示的B-B' 的向视剖视图。

[0064] 如图7 (b)、图7 (c) 所示,层叠结构体300\*在硅基板350及成为下覆盖层的基底的基底覆盖层(下覆盖膜)352上形成有成为光波导路354的基底的波导路芯体354\*,在其上层形成有成为上覆盖层的基底的基底覆盖层(上覆盖膜)356(参照图7 (b))。

如图7 (b) 所示,层叠结构体300\*上的波导路芯体354\*的区域由带横线的部分以及带横虚线的部分来表示,基底覆盖层356的区域由带右上斜线的部分以及带右上斜线且为虚线的部分来表示,而带横虚线的部分及带右上斜线且为虚线的部分表示通过后述工艺进行去除的部分。

[0065] 如图7 (d) 所示,在像这样的层叠结构体300\*的最上层即基底覆盖层356的上层层叠有光掩模358。形成光掩模358,使得图7 (a) 所示的区域Ea被蚀刻。光掩模358 (第4抗蚀剂掩模) 具备偏向部(拐角部)的外侧(拐角外侧)的部位有一部分不重合的图案。

因此,利用光掩模358来进行蚀刻,从而如图7 (e) 所示,能在偏向部(拐角部)的外侧(拐角外侧)的侧面形成相对于直线部倾斜的倾斜面。图7 (e) 中的标号354相当于光波导路314a~314c。

[0066] 即,光波导装置300通过以下制作方法制成。

(1) 形成如下层叠结构体,该层叠结构体从硅基板350的表面侧起至少依次层叠成为下覆盖层的基底的基底覆盖层(下覆盖膜)352、成为光波导路的基底的波导膜。

(2) 形成波导路芯体354\*,其中,利用第2抗蚀剂掩模在层叠结构体的最表层对波导膜进行蚀刻,从而形成在下覆盖膜352的上层残留一部分波导膜的波导路芯体354\*。在从硅基板350的上方对该波导路芯体354\*的形状进行观察时,该形状如光波导路314a (第2光波导路) 和光波导路314c (第3光波导路) 那样形成为具有两个直线部和被直线部所夹住的偏向

部(拐角部)的波导膜的形状。

(3) 将成为上覆盖层的基底的基底覆盖层(上覆盖膜)356形成于完成蚀刻的层叠结构体的最表层。由此,得到如图6所示那样的层叠结构体300\*。然而,在该阶段,如图6所示,偏向部(拐角部)的拐角外侧形成角。

(4) 利用偏向部(拐角部)的拐角外侧的部位有一部分不重合的图案的光掩模358(第4抗蚀剂掩模),在形成有基底覆盖层356的层叠结构体300\*的最表面上,对波导路芯体354\*的拐角外侧的部分进行蚀刻,从而拐角外侧的侧面形成相对于直线部发生倾斜的倾斜面。由此,如图5所示,制成具备倾斜面的偏向部322a1、322a2、322c1、322c2。

[0067] 图8是利用了图4(a)所示的层叠结构的光波导路的与图5不同的另一个实施方式的光波导装置400的俯视图。图8省略了层叠于芯体上的上覆盖层的图示以便于理解。图8也是表示芯体的形状的概念图。

光波导装置400包括四个芯体即光波导路414a~414d,将从入射口418a~418d射入的光传导至一个出射口420。四个光波导路414a~414d分别具有图4(a)所示的光波导路的结构。光波导路414a~414d分别在路径中途具有弯曲成大致直角的偏向部422a~422d(拐角部)。偏向部422a~422d(拐角部)夹在呈直线状延伸的两个直线部之间。在出射口420的附近设有使光波导路414a~414d进行合流的合流部424。光波导路414a~414d的从入射口418a~418d到偏向部422a~422d为止的部分、以及从偏向部422a~422d到合流部424为止的部分呈直线状延伸。因此,距离合流部424最近的偏向部422a处的偏向角度超过90度,距离合流部424越远,偏向角度越小,距离合流部424最远的偏向部422d处的偏向角度为90度。

此外,构成四个光波导路414a~414d的图4(a)所示的上覆盖层216U所对应的上覆盖层在光波导路414a~414d的宽度方向上相对于光波导路414a~414d延伸至规定范围内而终止。

[0068] 在具有上述结构的光波导装置400的偏向部422a~422d的拐角外侧形成有倾斜面。该倾斜面的形成通过图7(a)~(e)所示的方法来形成。即,光波导装置400也通过上述光波导装置300的制作方法来制成。

此外,侧面426a~426d(倾斜面)相对于直线部的倾斜角度例如能设为45度 $\pm$ 3的范围。由此,能使偏向部422a~422d(拐角部)陡然弯曲,能减小合流部上的光波导路间的倾斜角度,能对合流部上的光的传输损耗进行抑制。

[0069] 根据一个实施方式,如图8所示,入射口418a~418d与出射口420的朝向产生90度偏移,硅基板成为长方形的形状,入射口418a~418d及出射口420设在共用长方形的顶点X且互相正交的两条边SE1、SE2上。此时,能利用偏向部422a~422d来陡然改变路径的朝向,因此,出射口420的中心与顶点X之间的距离L1能设为所述入射口中距离顶点X最远的入射口418d的中心与顶点X之间的距离L2的10%以下。由于能将距离L1缩得相当短,因此,能构成紧凑的光波导装置400。

[0070] 作为一个实施方式,将光波导装置100~400适当用于多波长光源模块。在多波长光源模块中,包括:光波导装置100~400中的任意一个;以及多个激光光源(未图示),该多个激光光源相对于基板进行固定,射出多束光,使得波长不同的多束光分别射入至光波导装置100~400中的任意一个装置中的光波导路各自的入射口。激光光源例如射出RGB三原色等的可见光、或者不可见光例如近红外线,以作为多束光。

[0071] 以上对本发明的导光装置、光波导装置、多波长光源模块、以及光波导装置的制造方法进行了详细说明,但本发明并不局限于上述实施方式,不言而喻,在不脱离本发明的主旨的范围内,也可以进行各种改良、变更。

例如,在光波导装置100~400中,利用硅基板,但并不局限于硅基板,也可以使用玻璃基板、金属基板等。

#### 标号说明

#### [0072] 10 导光装置

12 玻璃基板

14a、14b、14c 光纤

16a、16b、16c 粘接层

18a、18b、18c、418a、418b、418c、418d 入射口

20a、20b、20c、320、420 出射口

22a、22b、22c 激光光源

24 第1区域

26 第2区域

100、200、300、400 光波导装置

112、212、350 硅基板

114、214、314a、314b、314c、414、414a、414b、414c、414d 芯体(光波导路)

114\*、214\*\* 波导膜

214\* 波导路芯体

116D、216D 下覆盖层

116U、216U 上覆盖层

116D\*、116U\*、216D\*、352、356 基底覆盖层

124、324 合流部

130、230、232、358 光致抗蚀膜图案

322a、322b、322c、322d、422a1、422a2、422c1、422c2 偏向部

300\* 层叠结构体

326a、326b、326c、326d 侧面

354 波导膜。

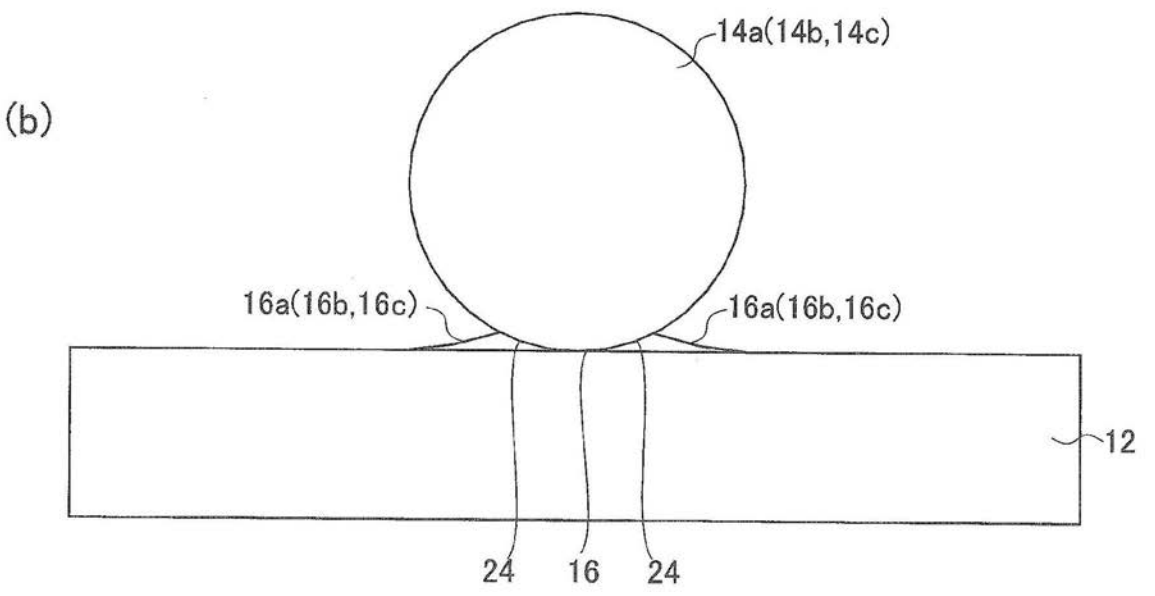
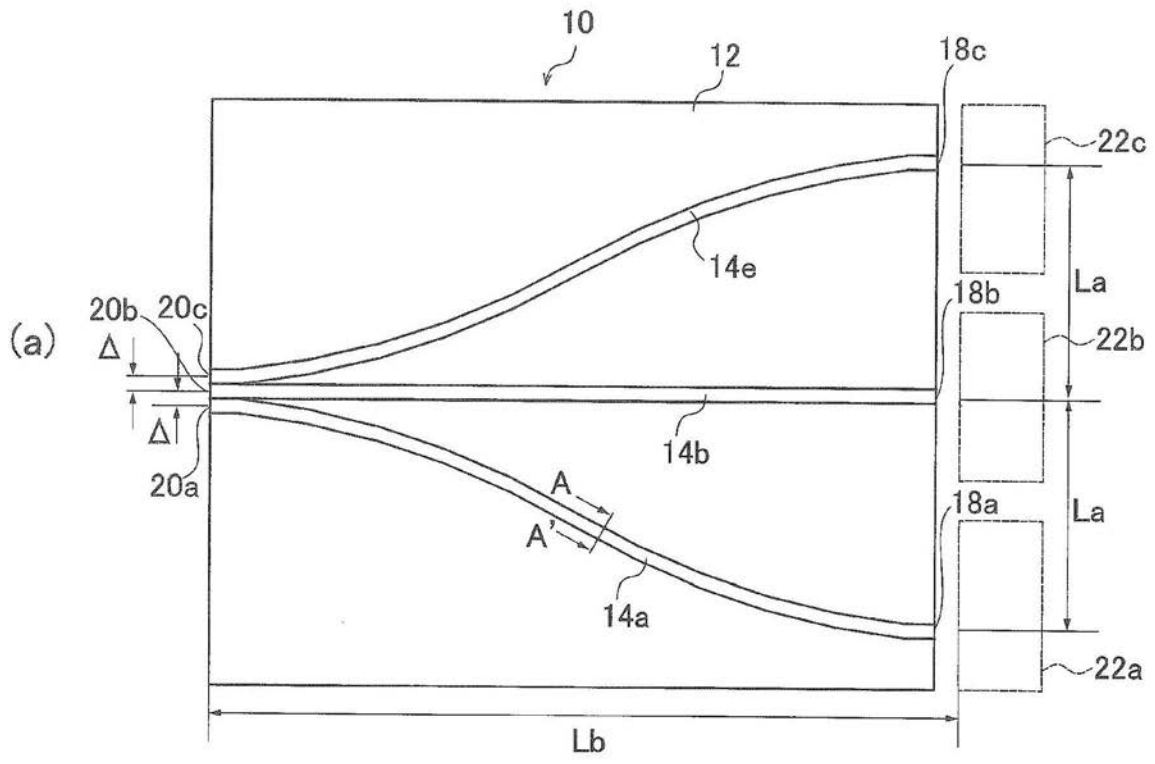


图1

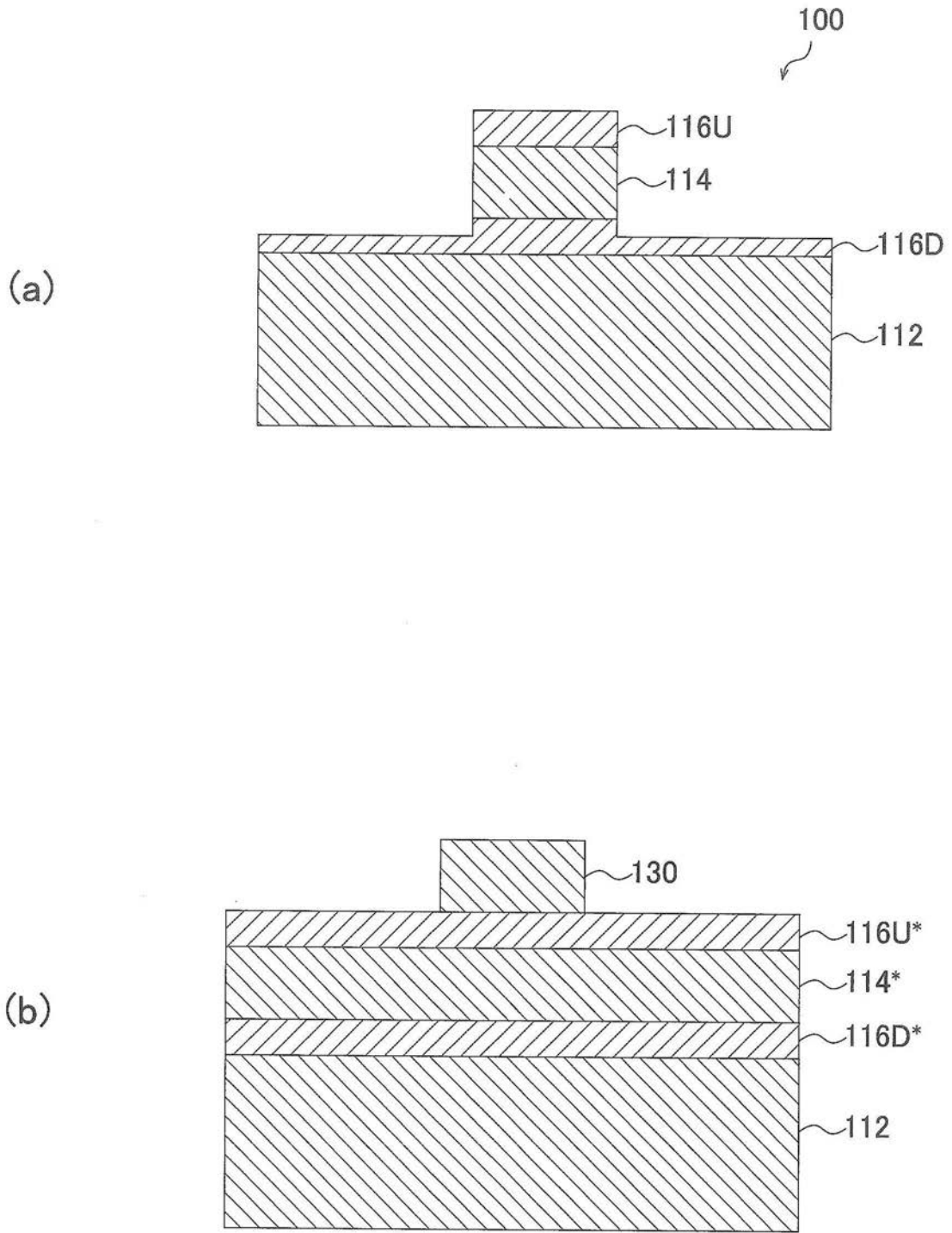


图2

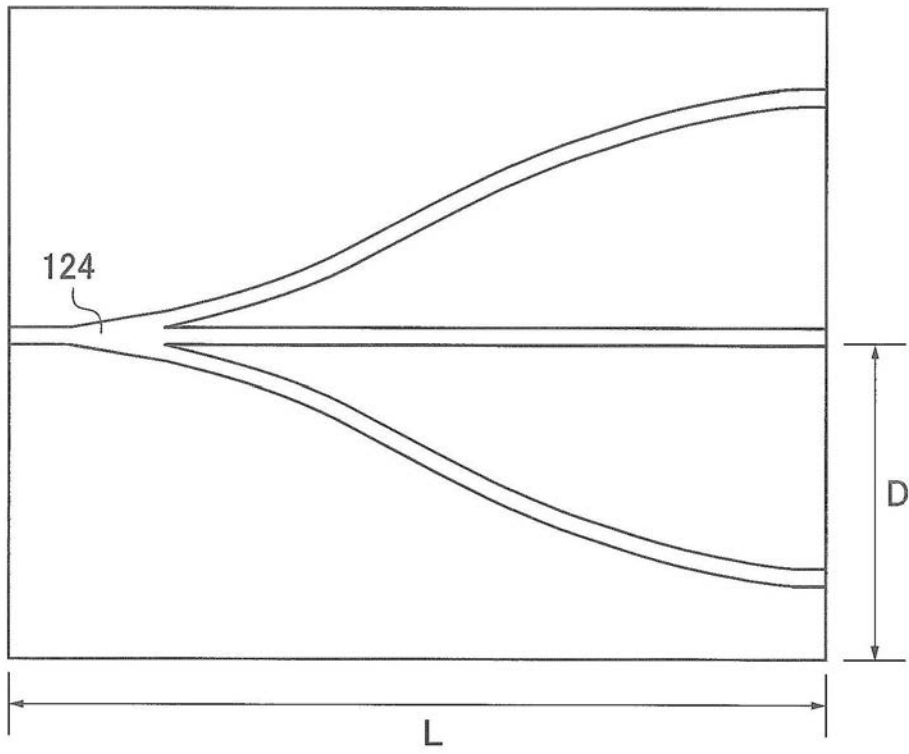


图3

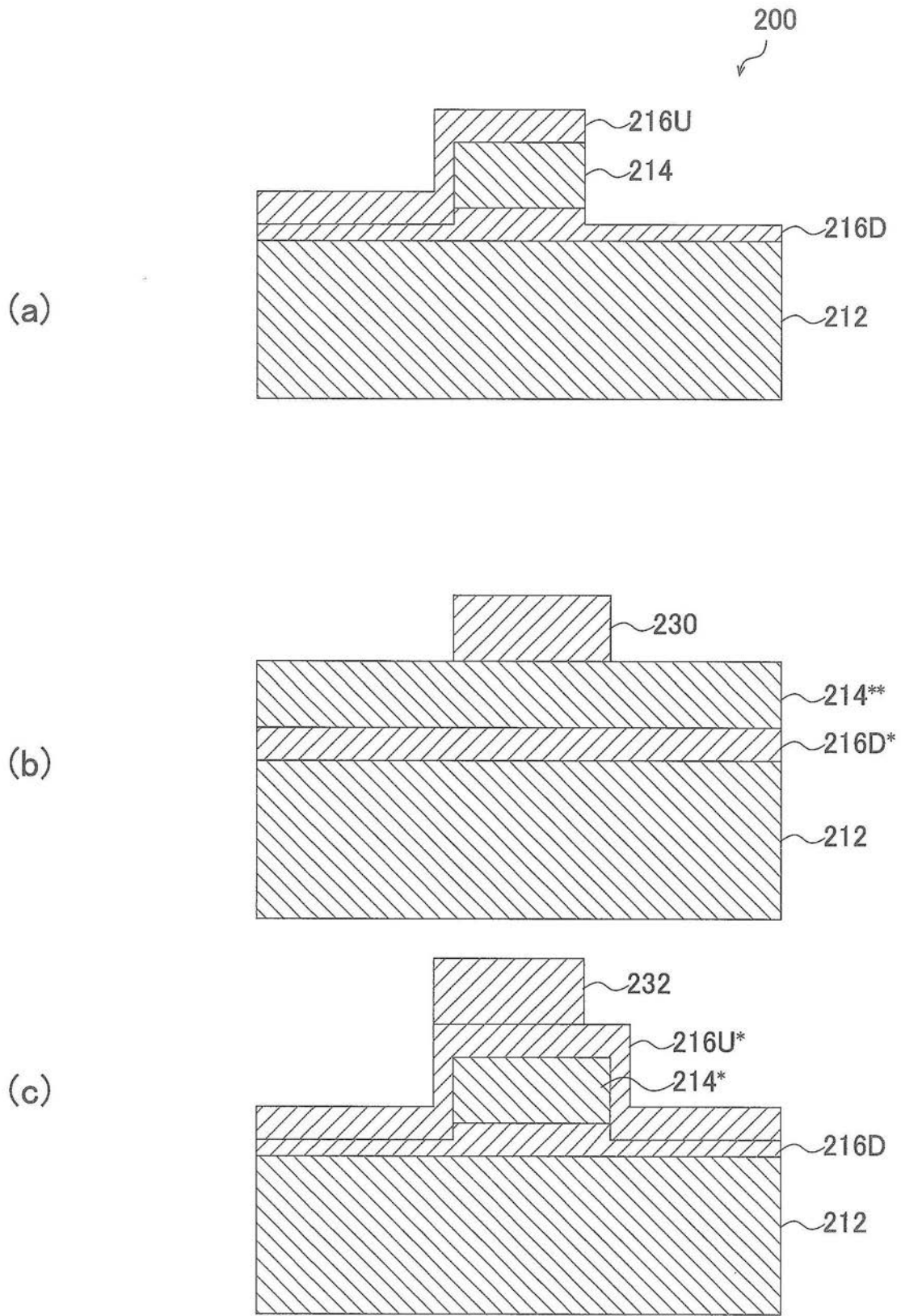


图4



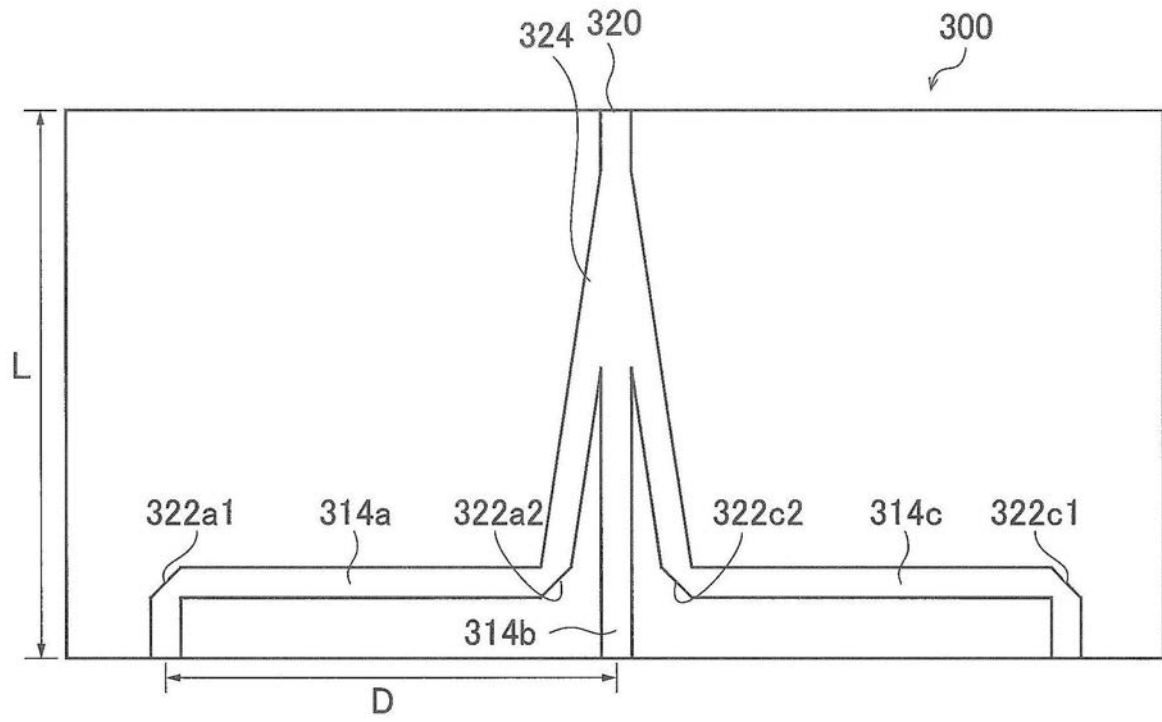


图5

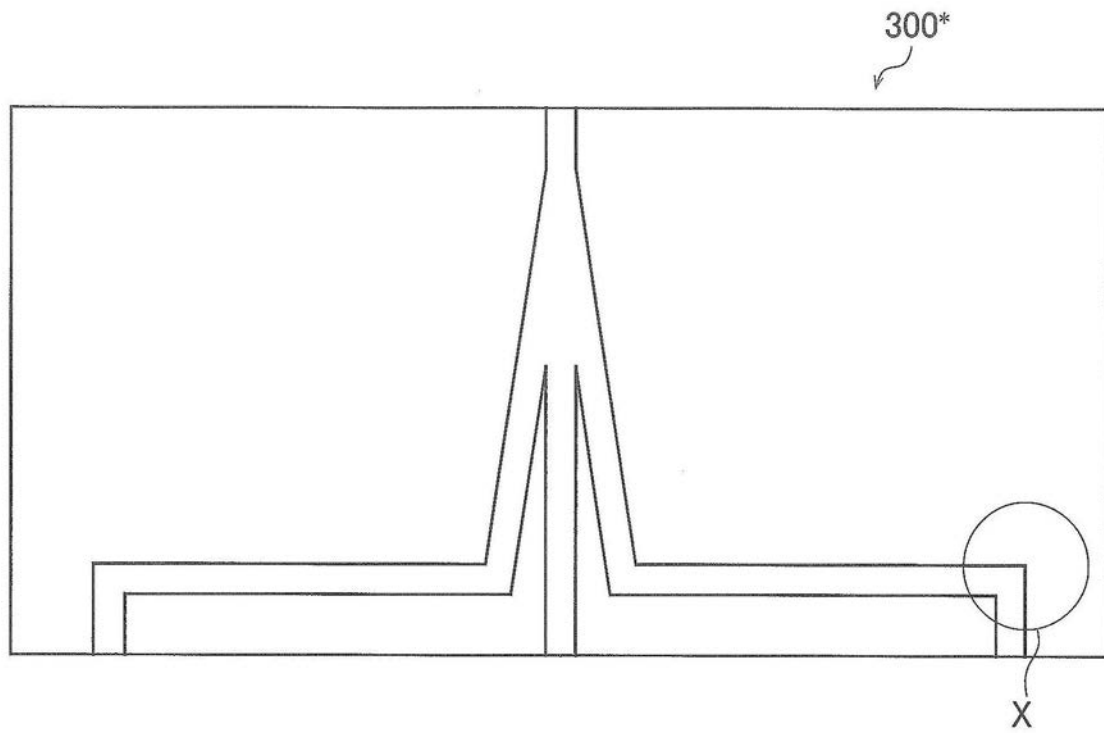


图6

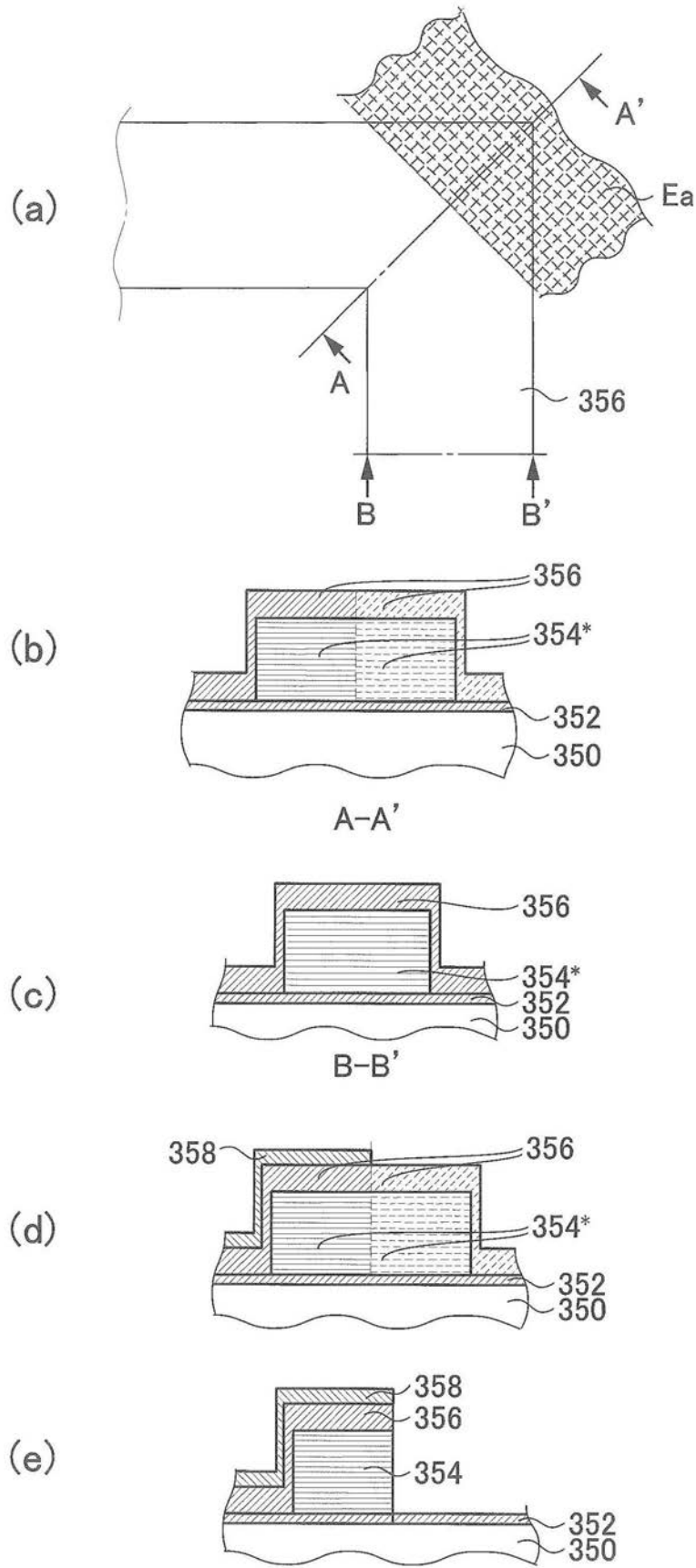


图7

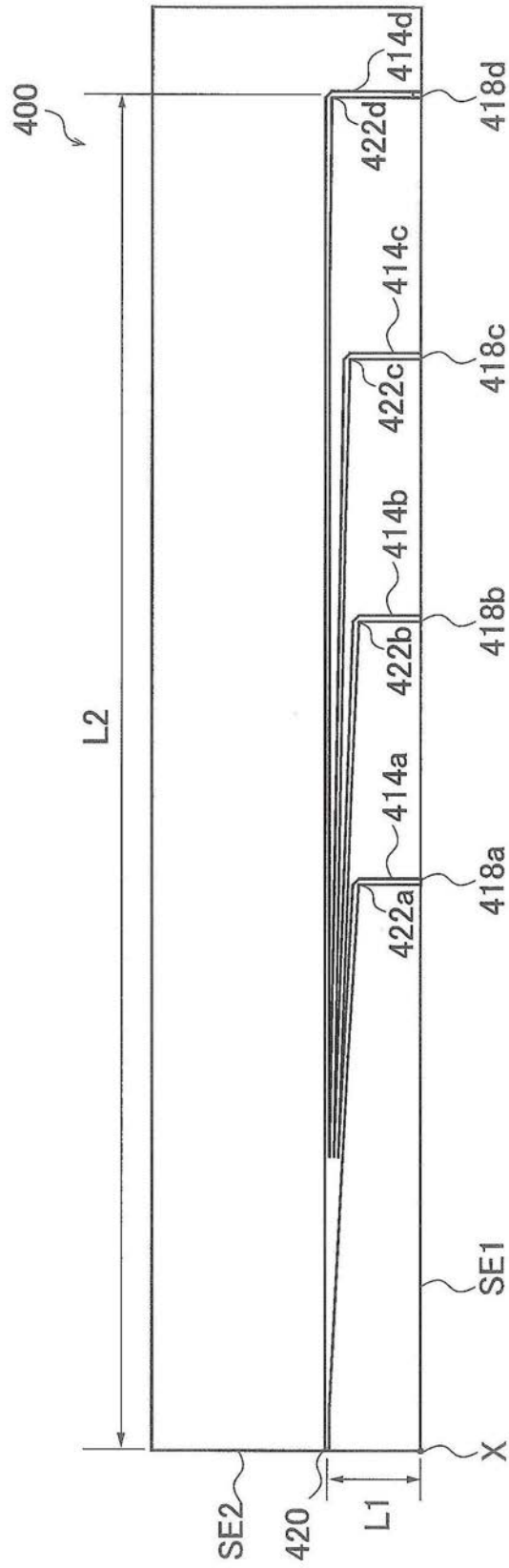


图8