



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107546569 B

(45)授权公告日 2019.07.26

(21)申请号 201710507493.1

(51)Int.CI.

(22)申请日 2017.06.28

H01S 5/026(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

H01S 5/40(2006.01)

申请公布号 CN 107546569 A

审查员 刘营

(43)申请公布日 2018.01.05

(30)优先权数据

2016-127707 2016.06.28 JP

(73)专利权人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 永尾龙介 笹畠圭史 石村荣太郎

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 何立波 张天舒

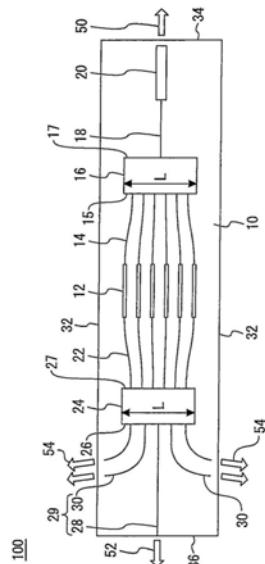
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

半导体装置

(57)摘要

涉及被用作波长可变光源的半导体装置，目的是获得能够提高光电二极管的配置自由度的半导体装置。本发明涉及的半导体装置具备：基板，其具备前端面、后端面及在该前端面和该后端面两侧配置的侧面；设置于该基板的多个半导体激光器；前方光合波器，其设置于该基板，对该多个半导体激光器的前方输出光进行合波，向该前端面输出；后方光合波器，其设置于该基板，对该多个半导体激光器的后方输出光进行合并，向该后端面输出；以及多个后方波导，其设置于该基板，与该后方光合波器的输出部连接，该多个后方波导包含：主波导，其配置于该输出部的中央部；及多个侧部波导，其配置于该主波导两侧，向该侧面弯曲，从该侧面以相对于该侧面倾斜的方式输出光。



1. 一种半导体装置,其特征在于,具备:

基板,其具备前端面、后端面、以及在所述前端面和所述后端面的两侧配置的侧面;

多个半导体激光器,其设置于所述基板;

前方光合波器,其设置于所述基板,对所述多个半导体激光器的前方输出光进行合波,向所述前端面进行输出;

后方光合波器,其设置于所述基板,对所述多个半导体激光器的后方输出光进行合波,向所述后端面进行输出;以及

多个后方波导,其设置于所述基板,与所述后方光合波器的输出部连接,

所述多个后方波导包含:

主波导,其配置于所述输出部的中央部;以及

多个侧部波导,其配置于所述主波导的两侧,向所述侧面弯曲,从所述侧面以相对于所述侧面倾斜的方式对光进行输出。

2. 根据权利要求1所述的半导体装置,其特征在于,

所述多个侧部波导的输出端配置于比所述侧面靠内侧的位置。

3. 根据权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于,

所述主波导呈直线状。

4. 根据权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于,

所述主波导包含:

第1主波导;以及

第2主波导,其平行于所述第1主波导地设置于与所述第1主波导分离的位置。

5. 根据权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于,

所述多个侧部波导以在其与所述主波导之间设置大于或等于所述后方光合波器的输出光的宽度的间隔的方式进行配置。

6. 根据权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于,

所述多个侧部波导以相同数量分别设置于所述主波导的两侧,

所述多个后方波导等间隔地配置。

7. 根据权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于,

所述基板具备InP,

所述多个侧部波导具备:

下部包层,其配置于所述基板之上,具备InP;

光吸收层,其配置于所述下部包层之上,具备InGaAsP;

电流阻挡层,其在所述下部包层之上配置于所述光吸收层的两侧,具备InP;以及

上部包层,其配置于所述光吸收层和所述电流阻挡层之上,具备InP。

## 半导体装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种被用作波长可变光源的半导体装置。

### 背景技术

[0002] 在专利文献1中,公开了搭载有半导体激光器的波长可变光源。就该波长可变光源而言,在传播信号光的中央波导的两侧设置有侧部波导,该侧部波导用于传播无用的光即杂散光。使杂散光从侧部波导射出,从而抑制了杂散光从中央波导射出。

[0003] 专利文献1:日本特开2003-258368号公报

[0004] 就专利文献1示出的波长可变光源而言,信号光和杂散光从出射端面射出。因此,在使信号光射入至光电二极管而进行利用的情况下,杂散光有可能射入至光电二极管。因此,为了使得光电二极管不对杂散光进行受光,光电二极管的配置受限。

### 发明内容

[0005] 本发明是为了解决上述问题而提出的,其目的在于,获得能够将光电二极管的配置的自由度提高的半导体装置。

[0006] 本发明涉及的半导体装置具备:基板,其具备前端面、后端面、以及在所述前端面和所述后端面的两侧配置的侧面;多个半导体激光器,其设置于所述基板;前方光合波器,其设置于所述基板,对所述多个半导体激光器的前方输出光进行合波,向所述前端面进行输出;后方光合波器,其设置于所述基板,对所述多个半导体激光器的后方输出光进行合波,向所述后端面进行输出;以及多个后方波导,其设置于所述基板,与所述后方光合波器的输出部连接,所述多个后方波导包含:主波导,其配置于所述输出部的中央部;以及多个侧部波导,其配置于所述主波导的两侧,向所述侧面弯曲,从所述侧面以相对于所述侧面倾斜的方式对光进行输出。

[0007] 发明的效果

[0008] 就本发明涉及的半导体装置而言,杂散光在侧部波导进行传播。侧部波导从基板的侧面以相对于侧面倾斜的方式对光进行输出。另一方面,监视光在主波导进行传播,从后端面射出。因此,不需要为了不对杂散光进行受光而在后端面侧对光电二极管的位置进行调整。因此,能够提高光电二极管的配置的自由度。

### 附图说明

[0009] 图1是本发明的实施方式1涉及的半导体装置的俯视图。

[0010] 图2是本发明的实施方式1涉及的半导体装置的放大图。

[0011] 图3是本发明的实施方式1涉及的侧部波导的剖视图。

[0012] 图4是本发明的实施方式2涉及的半导体装置的俯视图。

[0013] 标号的说明

[0014] 100、200半导体装置,10基板,12半导体激光器,16前方光合波器,24后方光合波

器,26、226输出部,29、229后方波导,34前端面,36后端面,28、228主波导,32侧面,30侧部波导,31输出端,242第1主波导,244第2主波导,72下部包层,74光吸收层,76电流阻挡层,78上部包层。

## 具体实施方式

[0015] 参照附图,对本发明的实施方式涉及的半导体装置进行说明。对相同或对应的结构要素标注相同的标号,有时省略重复的说明。

[0016] 实施方式1.

[0017] 图1是本发明的实施方式1涉及的半导体装置的俯视图。本实施方式涉及的半导体装置100具备基板10。在基板10设置16个半导体激光器12。此外,在图1中为了方便,省略了半导体激光器12的数量。半导体激光器12是DFB-LD (Distributed FeedBack Laser Diode)。16个半导体激光器12构成DFB-LD阵列。16个半导体激光器12各自以不同波长的单一模式进行振荡。在本实施方式中,具备16个半导体激光器12,但只要半导体激光器12为多个即可。

[0018] 第1波导14的一端连接于各个半导体激光器12的前方输出端。第1波导14供半导体激光器12的前方输出光进行传播。第1波导14的另一端输入至前方光合波器16的输入部15。前方光合波器16对半导体激光器12的前方输出光进行合波,向基板10的前端面34输出。前方光合波器16从输出部17具备的输出端口对光进行输出。前方光合波器16是MMI (Multi Mode Interference) 型的光合波器。前方光合波器16为相对于来自16根第1波导14的输入而具备1个输出端口的 $16 \times 1$ -MMI型。

[0019] 在前方光合波器16的输出部17处,1根第2波导18的一端连接于输出端口。第2波导18呈直线状。第2波导18的另一端连接于光放大器20。光放大器20是SOA (Semiconductor Optical Amplifier)。通过光放大器20放大后的光,被作为信号光50而从基板10的前端面34输出。综上所述,半导体装置100具备作为能够输出多个波长的信号光50的波长可变光源的功能。

[0020] 第3波导22的一端连接于各个半导体激光器12的后方输出端。第3波导22供半导体激光器12的后方输出光进行传播。第3波导22的另一端输入至后方光合波器24的输入部27。后方光合波器24对半导体激光器12的后方输出光进行复用,向基板10的后端面36输出。后方光合波器24从输出部26具备的输出端口对光进行输出。后方光合波器24是MMI型的光合波器。

[0021] 输出部26具备5个输出端口。输出端口等间隔地配置于输出部26。后方波导29的一端连接于各个输出端口。在本实施方式中,半导体装置100具备5根后方波导29。另外,后方光合波器24为相对于来自16根第3波导22的输入而具备5个输出端口的 $16 \times 5$ -MMI型。

[0022] 5根后方波导29具备1根主波导28及4根侧部波导30。主波导28配置在输出部26的中央部。主波导28呈直线状。另外,主波导28的另一端与后端面36垂直地连接,该后端面36是基板10的与输出部26相对的面。主波导28供用于监视信号光50的监视光52进行传播。监视光52和信号光50具备相同波长。主波导28从后端面36输出监视光52。

[0023] 在基板10的外侧配置有未图示的光电二极管。光电二极管配置于后端面36的附近能够对监视光52进行受光的位置。光电二极管对监视光52的强度进行检测。因而,通过由

光电二极管对监视光52进行受光,从而能够对来自半导体激光器12的出射光进行监视。因而,半导体装置100具备对信号光50进行监视的波长监视功能。另外,在后端面36和光电二极管之间配置未图示的滤光器。滤光器的透过率相对于频率具备周期性的依赖性。滤光器设置为易于使信号光50的频率的光透过。

[0024] 4根侧部波导30以相同数量分别配置于主波导28的两侧。即,在主波导28的两侧分别配置2根侧部波导30。4根侧部波导30向基板10的两侧的侧面32弯曲。在这里,侧面32是与主波导28平行、且配置于前端面34及后端面36的两侧的面。另外,在4根侧部波导30中,配置于主波导28的一侧的2根和配置于另一侧的2根相对于主波导28向相反方向弯曲。即,4根侧部波导30分别向距离近的侧面32弯曲,以不与主波导28交叉。

[0025] 侧部波导30是弯曲波导。考虑到半导体装置100的尺寸,侧部波导30的曲率半径优选是 $1000\mu\text{m} \sim 1700\mu\text{m}$ 。另外,侧部波导30既可以只通过曲线部形成,也可以在曲线部的前后具备直线部。

[0026] 除监视光52以外,还从后方光合波器24射出杂散光54。杂散光54是监视光52以外的波长的光,是对于监视信号光50这一目的来说无用的光。在这里,调整后方光合波器24的尺寸以使杂散光54从后方光合波器24的侧部射出。在输出部26的侧部配置有侧部波导30。因此,侧部波导30供杂散光54进行传播。侧部波导30从侧面32以相对于侧面32倾斜的方式输出杂散光54。

[0027] 另外,本实施方式涉及的半导体装置100具备5根后方波导29,但后方波导29的根数只要是大于或等于3的奇数,则也可以是5根以外。在将后方波导29的根数设为N根时,N根的后方波导29中的1根是主波导28。因此,在主波导28的两侧各配置 $(N-1)/2$ 根侧部波导30。

[0028] 下面,对第1波导14、第2波导18、第3波导22及后方波导29的配置进行说明。将前方光合波器16及后方光合波器24的输入部15、27及输出部17、26的宽度设为L。另外,第1波导14和第3波导22设为M根。此外,M是大于或等于2的自然数,与半导体装置100具备的半导体激光器12的数量相等。另外,后方波导29设为N根。此外,N是大于或等于3的奇数。

[0029] M根第3波导22以后方光合波器24的与输入部27的端部相距 $L/2$ 的位置为中心而对称,且以 $L/M$ 的间隔配置。相同地,M根第1波导14以前方光合波器16的与输入部15的端部相距 $L/2$ 的位置为中心而对称,且以 $L/M$ 的间隔配置。N根后方波导29以后方光合波器24的与输入部26的端部相距 $L/2$ 的位置为中心而对称,且以 $L/N$ 的间隔配置。后方波导29中的主波导28配置在输出部26的与端部相距 $L/2$ 的位置。另外,第2波导18配置在前方光合波器16的与输出部17的端部相距 $L/2$ 的位置。

[0030] 图2是本发明的实施方式1涉及的半导体装置的放大图。图2是半导体装置100的侧部波导30的放大图。侧部波导30向与侧面32的垂线呈角度 $\theta$ 的方向输出杂散光。角度 $\theta$ 优选大于或等于 $7^\circ$ 。另外,如箭头38所示,侧部波导30的输出端31配置于比侧面32靠内侧的位置。考虑到对各个半导体装置100进行分离时的精度的波动,侧部波导30的输出端31和侧面32的间隔优选是 $10\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$ 。另外,在侧部波导30和主波导28之间设置大于或等于后方光合波器24的输出光的宽度的间隔W。后方光合波器24的输出光的宽度是后方光合波器24的输出光的光束直径。

[0031] 图3是本发明的实施方式1涉及的侧部波导的剖视图。图3是将图2沿I-II直线切断

而得到的剖面图。在本实施方式中，基板10具备InP。在基板10之上配置下部包层72，该下部包层72具备InP。在下部包层72之上配置光吸收层74，该光吸收层74具备InGaAsP。将光吸收层74设计为对杂散光54进行吸收。在本实施方式涉及的半导体装置的制造方法中，光吸收层74和主波导28的活性层通过相同工序形成。另外，在下部包层72之上，在光吸收层74的两侧配置电流阻挡层76，该电流阻挡层76具备InP。在光吸收层74和电流阻挡层76之上配置上部包层78，该上部包层78具备InP。由此，形成侧部波导30。

[0032] 就波长可变光源而言，优选使信号光的波长长期稳定。此时，有时需要对来自半导体激光器的出射光进行监视的波长监视的功能。在本实施方式涉及的半导体装置100中，通过光电二极管对监视光52进行受光，从而能够对来自半导体激光器12的出射光进行监视。在这里，如果杂散光射入至光电二极管，则监视波长变动。因此，监视的精度降低。

[0033] 与此相对，在本实施方式中，将后方光合波器24设计为，使杂散光54从输出部26的侧部射出。因此，杂散光54在与输出部26的侧部连接的侧部波导30进行传播。侧部波导30从侧面32输出杂散光54。因此，能够抑制杂散光54射入至配置于后端面36侧的光电二极管。因此，能够抑制监视波长的变动。因此，能够提高监视的精度。

[0034] 另外，作为抑制杂散光向光电二极管射入的结构，想到下述构造，即，将用于传播杂散光的侧部波导的输出端设置于后端面的侧部。在该情况下，杂散光和监视光都从后端面射出。因此，为了防止对杂散光进行受光，光电二极管的位置受限。与此相对，在本实施方式中，杂散光54从侧面32射出。因此，不需要为了不对杂散光54进行受光而限定光电二极管的位置。因此，提高了光电二极管的配置的自由度。

[0035] 另外，如果杂散光54相对于侧面32而垂直射入，则反射光可能返回至侧部波导30。与此相对，在本实施方式中，侧部波导30相对于侧面32而倾斜地输出杂散光54。因此，在杂散光54被侧面32进行了反射的情况下，反射光返回至侧部波导30这一状况受到抑制。因此，抑制了向后方光合波器24的返回光。因此，能够进一步提高监视的精度。

[0036] 另外，在本实施方式中，侧部波导30的输出端31配置于比侧面32靠内侧的位置。侧部波导30的输出端31配置于比侧面32靠内侧的位置，由此抑制了侧面32对杂散光54的反射。因此，抑制了向后方光合波器24的返回光。因此，能够进一步提高监视的精度。

[0037] 另外，在本实施方式中，侧部波导30以在其与主波导28之间设置大于或等于后方光合波器24的输出光的宽度的间隔W的方式进行配置。根据该结构，在侧部波导30传播的光的束流剖面(beam profile)和在主波导28传播的光的束流剖面不重叠。因此，抑制了杂散光54在主波导28的传播。因此，抑制了杂散光54射入至光电二极管，进一步提高了监视的精度。

[0038] 另外，如上所述，光电二极管对透过了滤光器的监视光52进行受光，对监视光52的强度进行检测。滤光器的透过率的频率特性依赖于光向滤光器的入射角度而进行变动。因此，如果监视光52向滤光器的入射角度产生偏差，则光电二极管检测的光的强度产生偏差。在本实施方式中，主波导28配置于输出部26的中央。该构造能够抑制监视光52向滤光器的入射角度的偏差。因此，能够进一步提高监视的精度。

[0039] 另外，如图3所示，在本实施方式中，侧部波导30具备光吸收层74。通过光吸收层74吸收从后方光合波器24的输出部26产生的杂散光54。因此，通过由侧部波导30吸收杂散光54，从而能够抑制监视波长的变动。因此，能够进一步提高监视的精度。

[0040] 在本实施方式中,第1波导14、第2波导18、第3波导22及后方波导29在输入部15、27或输出部17、26处等间隔地排列,也可以不是等间隔地排列。另外,在本实施方式中,主波导28及第2波导18呈直线状,也可以不呈直线状。

[0041] 在本实施方式中,将侧部波导30设置于半导体激光器12的后方输出光侧。作为其变形例,也可以将侧部波导30设置于前方输出光侧。在该情况下,向前方光合波器16的输出部17连接多个波导。与输出部17连接的多个波导中的配置于中央的波导是用于供信号光50进行传播的第2波导18。另外,配置于第2波导18两侧的侧部波导30供从输出部17输出的杂散光进行传播。在该变形例中,能够抑制向信号光50混入杂散光。

[0042] 另外,在本实施方式中,侧部波导30相对于侧面32倾斜地输出杂散光54。在这里,在本实施方式中,俯视观察时相对于侧面32倾斜地输出杂散光54。作为其变形例,侧部波导30输出杂散光54的方向只要不是垂直于侧面32的方向即可。例如,也可以是在从后端面36侧观察半导体装置100的情况下,侧部波导30相对于侧面32倾斜地形成。在该情况下,侧部波导30形成为,使得输出端31朝向半导体装置100的上表面或背面。

[0043] 这些变形能够适当地应用于以下实施方式涉及的半导体装置。此外,以下实施方式涉及的半导体装置与实施方式1的共同点多,因此以与实施方式1的不同点为中心进行说明。

[0044] 实施方式2.

[0045] 图4是本发明的实施方式2涉及的半导体装置的俯视图。本实施方式涉及的半导体装置200具备后方光合波器224。后方光合波器224是相对于来自16根第3波导22的输入而具备6个输出端口的 $16 \times 6$ -MMI型。后方波导229的一端与各个输出端口连接。本实施方式涉及的半导体装置200具备6根后方波导229。

[0046] 6根后方波导229包含第1主波导242和第2主波导244。第1主波导242和第2主波导244呈直线状。另外,第2主波导244平行于第1主波导242设置于与第1主波导242分离的位置。第1主波导242和第2主波导244供用于监视信号光50的监视光252进行传播。第1主波导242和第2主波导244从后端面36输出监视光252。第1主波导242和第2主波导244构成主波导228。

[0047] 在本实施方式中,6根后方波导229中的2根是用于供监视光252进行传播的主波导228。另外,6根后方波导229中的剩余的4根是侧部波导30。与实施方式1相同地,4根侧部波导30以相同数量分别配置于主波导228的两侧。另外,在本实施方式中,后方波导229的根数是6根,但后方波导229的根数只要是大于或等于4的偶数,则也可以是6根以外。在将后方波导229设为N根时,N根后方波导229中的2根是主波导228。因此,在主波导228的两侧分别配置有 $(N-2)/2$ 根侧部波导30。除此以外的构造与实施方式1相同。

[0048] 下面,对主波导228的配置进行说明。将后方光合波器224的输出部226的宽度设为L。另外,后方波导229设为N根。此外,N是大于或等于4的偶数。N根后方波导229以后方光合波器224的与输出部226的端部相距 $L/2$ 的位置为中心而对称,且以 $L/N$ 的间隔配置。N根后方波导229中的第1主波导242和第2主波导244以与端部相距 $L/2$ 的位置为中心而对称地配置。另外,第1主波导242和第2主波导244相邻地配置。另外,第1主波导242和第2主波导244配置于相对于所述滤光器而对称的位置。

[0049] 本实施方式涉及的半导体装置200具备第1主波导242和第2主波导244。第1主波导242和第2主波导244供监视光252进行传播。如上所述,滤光器的透过率的频率特性依赖于

光向滤光器的入射角度而进行变动。在本实施方式中,第1主波导242和第2主波导244相对于滤光器对称地配置。此时,在第1主波导242传播的监视光252和在第2主波导244传播的监视光252相对于滤光器,以绝对值相等且正负相反的角度射入。

[0050] 因此,在第1主波导242传播的监视光252和在第2主波导244传播的监视光252都射入至滤光器,由此从滤光器透过的监视光252的频率的波动能够相抵消。因此,能够降低光电二极管受光的监视光52的频率的波动。因此,能够进一步提高监视的精度。

[0051] 此外,在各实施方式中说明的技术特征也可以适当地组合使用。

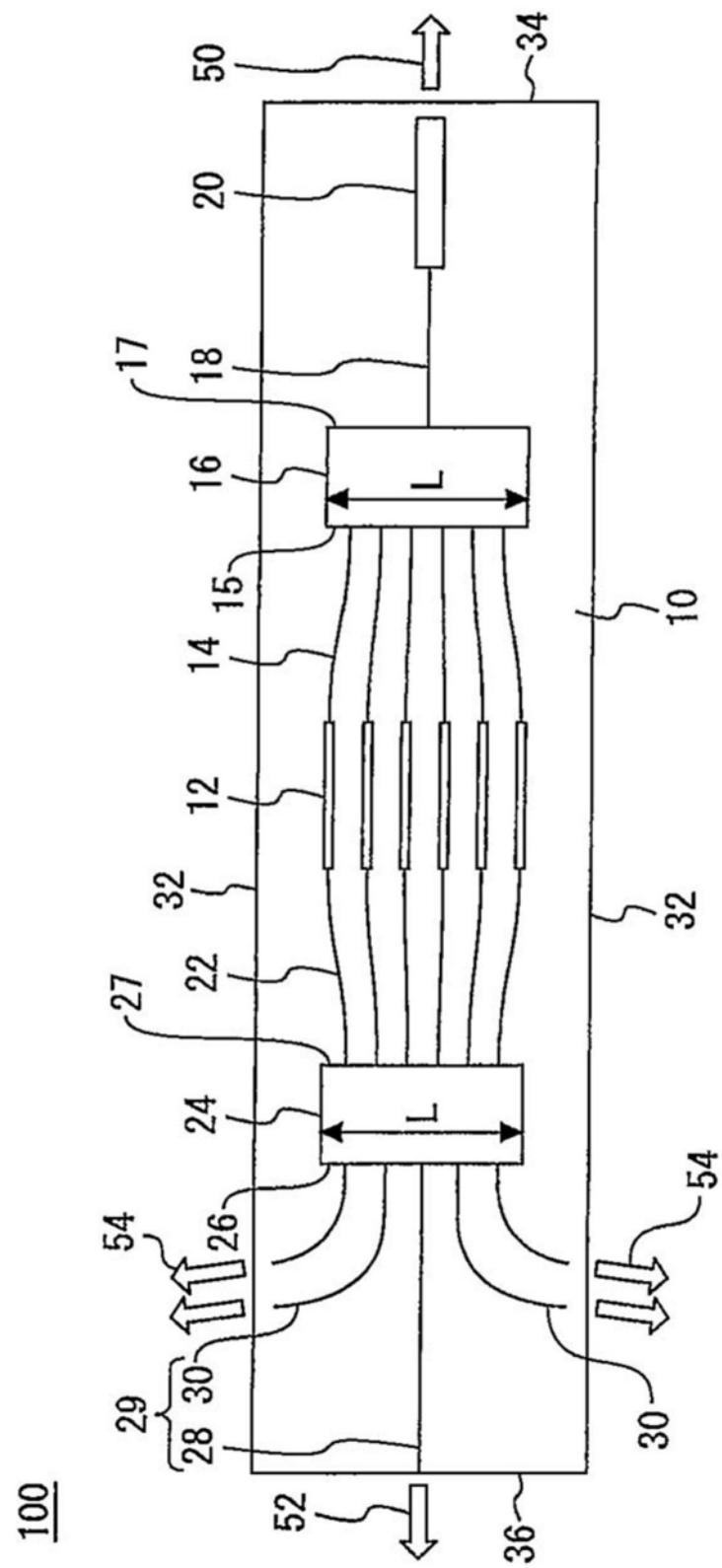


图1

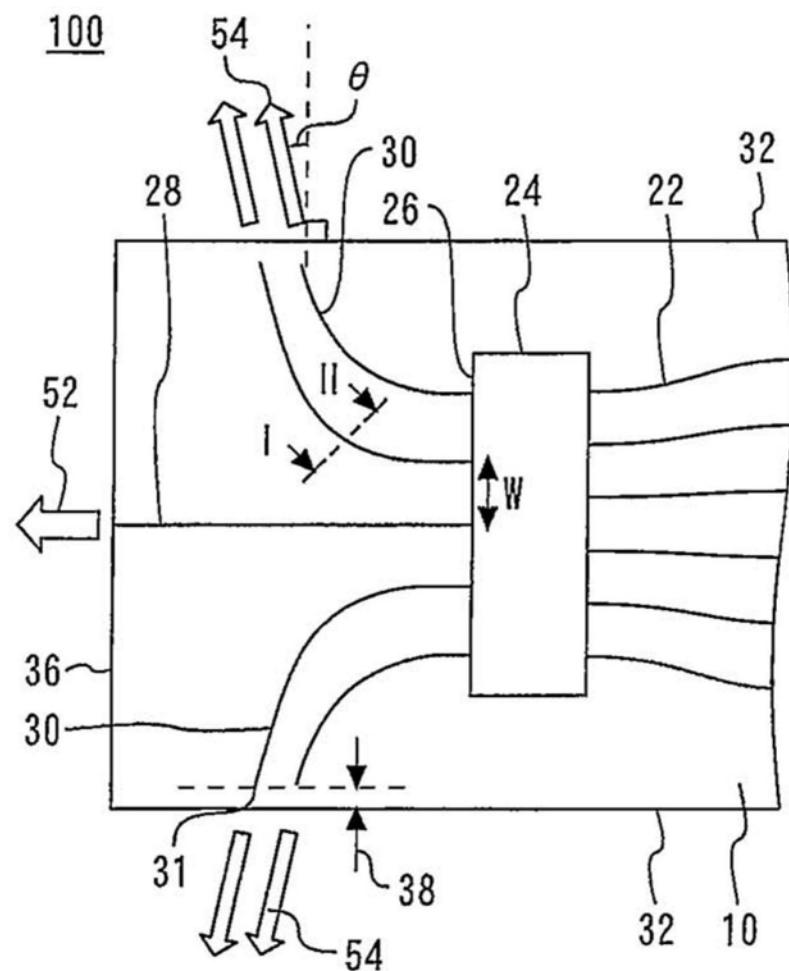


图2

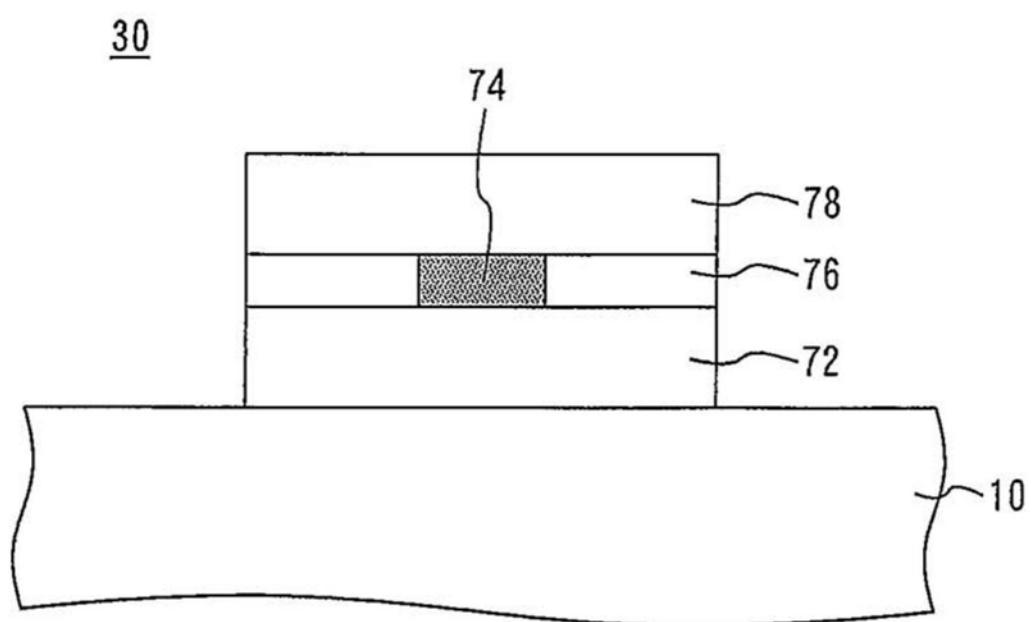


图3

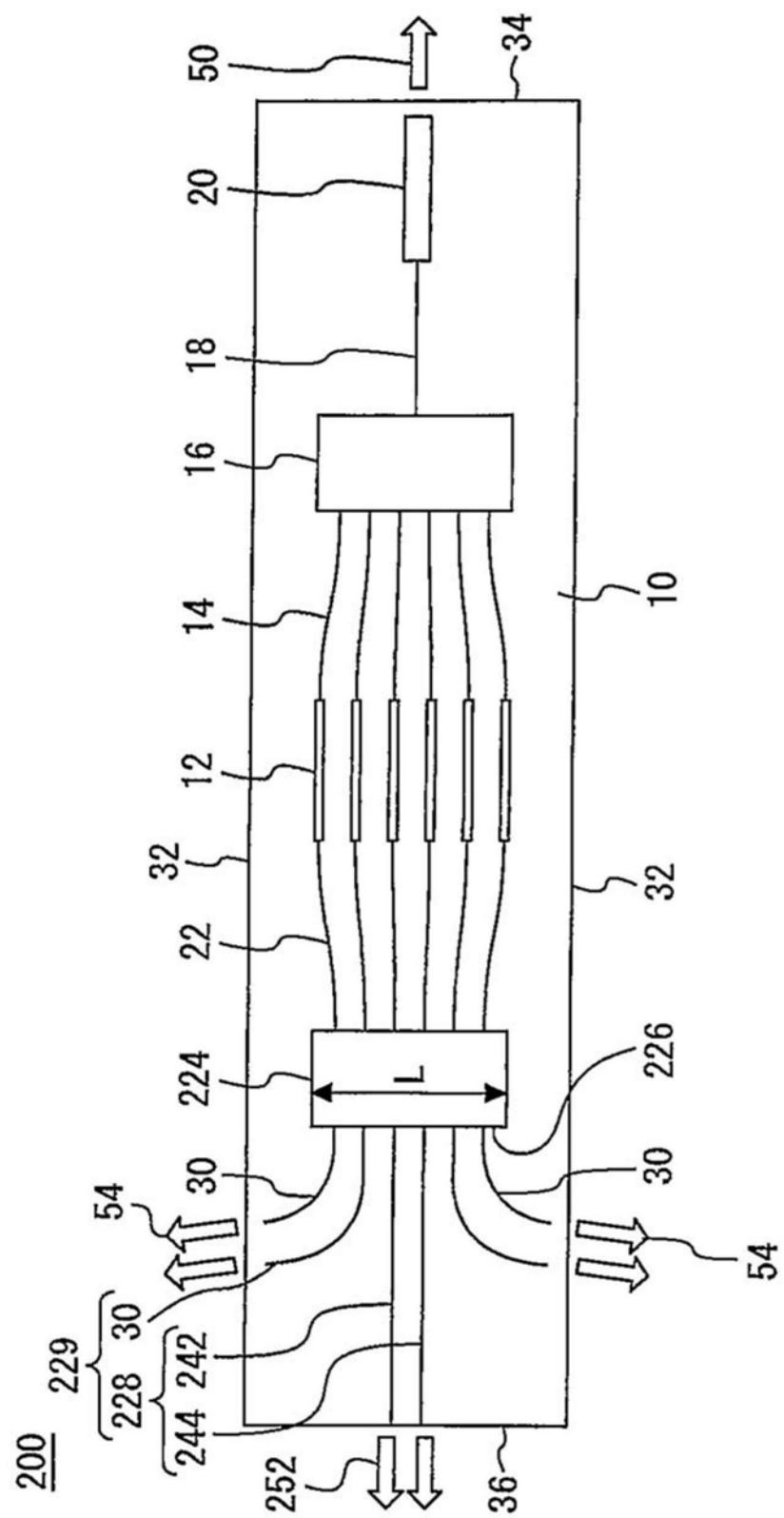


图4