



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206833034 U

(45)授权公告日 2018.01.02

(21)申请号 201720534246.6

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2017.05.12

G02B 6/42(2006.01)

(30)优先权数据

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

2016-097427 2016.05.13 JP

(73)专利权人 NTT电子股份有限公司

地址 日本神奈川

专利权人 日本电信电话株式会社

(72)发明人 中西智浩 佐藤照明 石井元速

今野悟 铃木雄一 长岛茂雄

美野真司 浅川修一郎 福田浩

龟井新 相马俊一 都筑健

碓冰光男 才田隆志

(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 11038

代理人 金春实

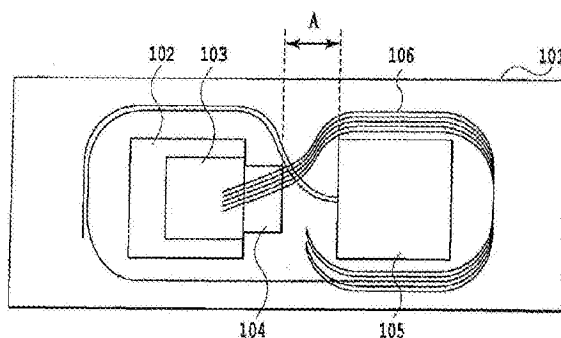
权利要求书1页 说明书5页 附图9页

(54)实用新型名称

光模块

(57)摘要

本实用新型涉及光模块,该光模块具备:Si光子光波回路,具有包括Si芯以及SiO₂包层的光波导,且所述光波导在出射端面处相对于与所述出射端面垂直的方向具有倾斜角度,所述光波导的所述出射端面处的中心与所述Si光子光波回路的包括所述出射端面的侧面的中心相比,向所述光波导所倾斜的方向偏移;以及光纤块,按与所述光波导相同的倾斜角度固定光纤阵列。本实用新型解决的一个问题是提供具有与光纤阵列的连接的能够高密度地安装的光模块。本实用新型的一个用途是适用于小型高密度的光收发器等光模块。



1. 一种光模块,其特征在于,具备:

Si光子光波回路,具有包括Si芯以及SiO₂包层的光波导,且所述光波导在出射端面处相对于与所述出射端面垂直的方向具有倾斜角度,所述光波导的所述出射端面处的中心与所述Si光子光波回路的包括所述出射端面的侧面的中心相比,向所述光波导所倾斜的方向偏移;以及

光纤块,按与所述光波导相同的倾斜角度固定光纤阵列。

2. 根据权利要求1所述的光模块,其特征在于,

所述Si光子光波回路的所述光波导的出射端面与所述Si光子光波回路的安装面垂直。

3. 根据权利要求1或者2所述的光模块,其特征在于,

所述Si光子光波回路的所述光波导是平行地配置有多个光波导的光波导阵列。

4. 根据权利要求1或者2所述的光模块,其特征在于,

所述Si光子光波回路的所述光波导包括光点尺寸扩大部,该光点尺寸扩大部包括所述Si芯的宽度朝向所述出射端面变细的锥形部。

5. 根据权利要求1或者2所述的光模块,其特征在于,

所述倾斜角度是5度以上且50度以下。

6. 根据权利要求4所述的光模块,其特征在于,

所述Si光子光波回路的所述光波导在所述Si芯的宽度朝向所述出射端面变细的锥形部的前端具备宽度恒定的波导。

光模块

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种包括具有与光纤的连接Si光子 (photonics) 光波回路的光模块。

背景技术

[0002] 当前,正在积极开发使用Si光子元件的光模块、例如光调制器、光接收机、将两者组合而成的相干光组件(COSA)等。Si光子元件作为半导体而被广泛使用,包括制作有将与硅氧化膜、聚合物相比折射率非常大的硅用作芯材料的微小的光波导的光波回路。该包括Si芯的光波导与以往PLC相比,相对折射率高10倍以上,模场直径(Mode field diameter: MFD)为1/10以下且微米级的束缚强,最小弯曲半径小($\sim 5\mu\text{m}$)。因此,Si光子元件自身具有与以往光设备相比为超小型的特征,相比以往更加期待实现小型高密度的光收发器等光模块。

[0003] 该Si光子元件、小型光构件与LD模块等其他光纤引出端(pigtail)模块组合使用的情况较多,不仅要求各个模块的小型化,还要求用光纤等连接各模块并组合安装的子插件(Subboard)或者收容它们的壳体、例如CFP2等的尺寸有制约的壳体的整体的小型化。

[0004] Si光子元件的光波导的Si芯相比由 SiO_2 膜形成的芯较细,是亚微米量级见方。这样的细的光波导如果与通常的光纤直接连接,则光耦合损失大,所以需要扩大从光波导端射出的光的模场直径。

[0005] 即,在Si光子光波回路内,按曲率半径 $5\mu\text{m}$ 左右进行集成,使功能的高密度化推进并且使光纤、电路的多阵列化推进,另一方面,光纤的曲率例如是15mm左右,使Si光子光波回路小型化,并且还包括外部光纤的环绕部的模块群也同样地需要小型化。

[0006] 在图11中,示出以往的Si光子元件的典型例。将2个封装模块1102、1105安装于同一块板1101。在这里,Si光子光波回路1103是20mm见方,安装于30mm见方的封装模块1102。并且,在从Si光子光波回路1103起的图右侧,与通过固定的光纤2芯套圈($8\times 10\text{mm}$)1104固定了的光纤阵列1106连接。作为将Si光子光波回路1103的2芯的光波导与光纤阵列1106连接的手段,存在经由透镜而通过YAG焊接来固定光纤套圈的方法、对经金属镀层的光纤进行焊接固定的方法等。

[0007] 现有技术文献

[0008] 非专利文献1:Jaime Cardenas,“High Coupling Efficiency Etched Facet Tapers in Silicon Waveguides,”IEEE Photon.Lett.,Vol.26,p.2380,2014.

[0009] 在这里,Si光子光波回路1103的光波导与右侧边垂直,光纤阵列1106也与右侧边垂直地连接,所以光纤阵列1106与右侧光模块1105接触。另外,通常,为了散热等而在与封装模块1102、1105的基板面垂直的方向上没有用于使光纤通过的空间,封装模块与光纤不重叠。因此,为了使光纤如图所示地通过封装模块1105的周围,还考虑到光纤的曲率15mm,需要使封装模块1102、1105分开一定距离地布局。在布局的一个例子中,在封装模块1102、1105之间,需要空出27mm以上的间隔。

[0010] 这样,以往在将光纤连接到包括Si光子光波回路的模块的情况下,模块间的间隙大到与模块尺寸相同的程度,存在无法使这些模块小型化地布局这样的问题。

实用新型内容

[0011] 本实用新型的一个目的在于,提供具有与光纤阵列的连接的能够高密度地安装的光模块。

[0012] 本实用新型提供一种光模块,其特征在于,具备:Si光子光波回路,具有包括Si芯以及SiO₂包层的光波导,且所述光波导在出射端面处相对于与所述出射端面垂直的方向具有倾斜角度,所述光波导的所述出射端面处的中心与所述Si光子光波回路的包括所述出射端面的侧面的中心相比,向所述光波导所倾斜的方向偏移;以及光纤块,按与所述光波导相同的倾斜角度固定光纤阵列。

[0013] 根据一个实施例,所述Si光子光波回路的所述光波导的出射端面与所述Si光子光波回路的安装面垂直。

[0014] 根据一个实施例,所述Si光子光波回路的所述光波导是平行地配置有多个光波导的光波导阵列。

[0015] 根据一个实施例,所述Si光子光波回路的所述光波导包括光点尺寸扩大部,该光点尺寸扩大部包括所述Si芯的宽度朝向所述出射端面变细的锥形部。

[0016] 根据一个实施例,所述倾斜角度是5度以上且50度以下。

[0017] 根据一个实施例,所述Si光子光波回路的所述光波导在所述Si芯的宽度朝向所述出射端面变细的锥形部的前端具备宽度恒定的波导。

[0018] 本实用新型的一个技术效果是能够高密度地安装具有与光纤阵列的连接的光模块。

附图说明

[0019] 图1是示出本实用新型的实施方式1的光模块的结构的图。其中的A表示模块间空隙16mm。

[0020] 图2是示出本实用新型的实施方式2的光模块的结构的图。其中的B表示模块间空隙11mm。

[0021] 图3是示出将2个图2的结构安装于相同底板301上的结构的图。其中的C表示模块间空隙11mm。

[0022] 图4A是示出Si光子光波回路的光波导与光纤块的连接部的图。

[0023] 图4B是示出将光纤的最小弯曲半径设为15mm的情况下的相对于倾斜角度 θ 的模块间隔的图。

[0024] 图5A是示出Si光子光波回路的光波导与光纤块的连接部的图。

[0025] 图5B是示出将光纤的最小弯曲半径设为5mm的情况下的相对于倾斜角度 θ 的模块间隔的图。

[0026] 图6A是示出Si光子光波回路的光波导阵列的放大图的图。其中的D表示光波导部,E表示锥形部,F表示与光纤块的连接面。

[0027] 图6B是示出Si光子光波回路的光波导阵列的剖视图的图。

[0028] 图7A是示出光点尺寸变换部的结构的图。其中的G表示锥形部,H表示研磨线,I表示 $6\mu\text{m}$ 厚的玻璃。

[0029] 图7B是示出光点尺寸变换部的结构的图。其中的J表示锥形部,K表示研磨线。

[0030] 图8A是示出在锥形前端具有宽度恒定的构造的光点尺寸变换部的结构的图。其中的L表示锥形部,M表示研磨线,P表示MFD恒定部,Q表示 $0.6\mu\text{m}$ 厚的玻璃。

[0031] 图8B是示出在锥形前端具有宽度恒定的构造的光点尺寸变换部的结构的图。其中的R表示锥形部,S表示研磨线,T表示MFD恒定部。

[0032] 图9是示出MFD: $1.0\mu\text{m}$ 的Si光波导与MFD: $5.0\mu\text{m}$ 的Si光子光波回路的光波导的反射损失的光波导角度依赖性的图。

[0033] 图10是示出由Si光子光波回路的光波导的光点尺寸扩大导致的耦合损失降低效应的图。

[0034] 图11是示出以往的Si光子元件的典型例的图。其中的U表示模块间空隙 27mm 。

[0035] (符号说明)

[0036] 101板;102、105封装模块;103Si光子光波回路;104光纤块;106光纤阵列;201、301-1、302-2底板;202、205、302-1、302-2、305-1、305-2封装模块;203、303-1、303-2Si光子光波回路;204、304-1、304-2光纤块;206、306-1、306-2光纤阵列;401Si基板;402Si芯;403SiO₂包层;1101板;1102、1105封装模块;1103Si光子光波回路;1104光纤块;1106光纤阵列。

具体实施方式

[0037] 以下,详细说明本实用新型的实施方式。

[0038] (实施方式1)

[0039] 在图1中,示出本实用新型的实施方式1的光模块的结构。在本实施方式中,与图11的结构同样地,将2个 30mm 见方的封装模块102、105安装于板101,将安装于封装模块102的 20mm 见方的Si光子光波回路103的光波导与固定于光纤块($15\times 10\text{mm}$)104的光纤阵列106连接。另外,Si光子光波回路103的光波导的出射端面垂直于作为板101与封装模块102相接的面的封装模块102的安装面或者封装模块102与Si光子光波回路103相接的Si光子光波回路103的安装面。在这里,中心波导或者两端的光波导间的中心的端面上的位置为了与现有例进行比较,与图11的结构同样地设为处于封装模块102的出射端面的右侧边的中心(从上下起 15mm 的点)。

[0040] 另一方面,在本实施方式中,使Si光子光波回路103的光波导从与右侧端面垂直的方向起以适当的角度例如 20° 倾斜。然后,关于光纤块104,也使各光纤从垂直于与Si光子光波回路103连接的端面的方向起以 20° 倾斜并进行固定。

[0041] 如后面所述,在这里,Si光子光波回路103的光波导在端面使MFD扩大,做成与光纤相同的场直径。因此,Si光子光波回路103的光波导与光纤从与连接端面垂直的方向起具有相同的倾斜角度,能够在同一直线上进行连接。通过使用这样的Si光子光波回路103、光纤块104,封装模块102、105间的封装体间的空隙能够设为 16mm ,与图11所示的现有例的 27mm 相比大幅降低,能够降低到封装模块长度 30mm 的约一半。

[0042] (实施方式2)

[0043] 在图2中,示出本实用新型的实施方式2的光模块的结构。在本实施方式中,与实施方式1同样地,将2个30mm见方的封装模块202、205安装于底板201,将安装于封装模块202的20mm见方的Si光子光波回路203的光波导与固定于光纤块(15×10mm)204的光纤阵列206连接。

[0044] 在实施方式2中,通过使Si光子光波回路的光波导位置从封装模块中央附近向使光波导倾斜的一侧(图上侧)偏移,从而与实施方式1的结构相比,进一步地使封装体间的空隙变窄。如图2所示,使Si光子光波回路203的中心波导从处于封装模块202的出射端面的右侧边的中心向图上侧偏移5mm,使光纤块204也同样地向图上侧偏移5mm。由此,封装模块202、205之间能够从16mm缩短到11mm。

[0045] 在图3中,示出将2个图2的结构安装于相同底板301上的结构。通过这样使用本实用新型的光模块,能够实现更高密度的安装。

[0046] 在这里,在图4A中示出Si光子光波回路的光波导与光纤块的连接部,在图4B中示出相对于倾斜角度 θ 的模块间隔。图4B的结果是将光波导以及光纤的倾斜角度设为 θ 、将光波导出射位置距虚线的距离设为X、将光纤的最小弯曲半径设为15mm来计算而求出的。为了使模块间空隙最小化,至少在作为从光纤块侧开始沿着光纤数起的最先的2个部位的弯曲的、封装模块间的弯曲处,光纤具有最小弯曲半径。图1所示的结构对应于 $X=0\text{mm}$ 、 $\theta=20$ 度,图2所示的结构对应于 $X=5\text{mm}$ 、 $\theta=20$ 度。

[0047] 在这里,为了将模块收纳于实际的板、作为100Gb/s传送用的光收发器标准之一的第2代的CFP2(宽度41.5mm×长度106mm×高度12.4mm)这样的底板,也有时要求降低板尺寸,哪怕降低1mm。如图4B所示,在从封装模块的中心位置($X=0\text{mm}$)偏移并向与光波导出射位置的偏移方向相同的方向使光波导倾斜的情况下,能够降低光模块间隔。进一步地,使光波导倾斜5度以上对于小型化而言更加适合。

[0048] 另一方面,如果光波导倾斜50度以上,则存在由于粘接层厚度的变动等导致光轴偏离的风险。

[0049] 因此,关于光波导角度,以5度至50度的范围倾斜,从而能够使光模块间的模块间隔变窄,对于制作高密度板更加有利。

[0050] 在图5A中示出Si光子光波回路的光波导与光纤块的连接部,在图5B中示出将光纤的最小弯曲半径设为5mm的情况下的相对于倾斜角度 θ 的模块间隔。在该情况下,也是为了使模块间空隙最小化,至少在作为从光纤块侧开始沿着光纤数起的最先的2个部位的弯曲的、封装模块间的弯曲处,光纤具有最小弯曲半径,得到与最小弯曲半径为15mm的情况相同的效果。

[0051] <光点尺寸变换部>

[0052] 在图6A中示出Si光子光波回路的光波导阵列的放大图。另外,在图6B中示出Si光子光波回路的光波导阵列的剖视图。将包括Si芯402、SiO₂包层403的光波导形成于Si基板401上,各光波导宽度是500nm,锥形部长度是100 μm ,锥形部的前端的宽度是约160nm(参照非专利文献1)。通过该光点尺寸变换部,在出射端面附近,MFD扩大到5.0 μm 。

[0053] 此外,该光点尺寸变换部既可以如图7A所示在前端存在玻璃(在这里,是6 μm 厚的玻璃),也可以通过研磨或者切割等手段进行加工,做成图7B的形状。

[0054] 其中,在图7B的构造的情况下,如果由于加工位置的偏差而端面位置发生偏差,则

与此相伴地,锥形前端宽度也发生偏差,存在出射MFD发生偏差的风险。因此,如图8A所示,在锥形前端设置宽度恒定的构造。在这样的构造中,如果在宽度恒定的构造部分进行研磨等加工,则即使从右侧起的切削深度存在偏差,加工后的出射端面的光波导的宽度也恒定。在该构造中,即使加工位置存在偏差,也能够实现MFD不偏离设计值的光点尺寸扩大。

[0055] 关于以往的这样的形状的光点尺寸扩大部,虽然提出了限于空间的透镜耦合的光点尺寸扩大部,但由于需要针对每个光波导进行调心等,所以对光波导阵列应用这样的构造并不容易,制造成本也升高(参照非专利文献1)。

[0056] 与此相对地,实施方式1中记载的、使用UV粘接固定的方法是关于石英系光波导也有制造直至几十芯的商品的实际成绩,成本低且可靠性高。

[0057] <Si光子光波回路-光纤、斜波导、防反射效果>

[0058] 关于该光点尺寸扩大的效果,还存在使反射损失变高而抑制有害的反射返回光的效果。在图9中,示出光点尺寸几乎未扩大的MFD:1.0 μm 的Si光波导与MFD:5.0 μm 的Si光子光波回路的光波导的反射损失的光波导角度依赖性。图9所示的结果是通过如下方式计算出的:单纯地通过在Si光子光波回路的光波导与粘接剂的界面处的反射(高斯耦合)计算针对入射光束的反射光束,并对其计算结果将垂直的菲涅耳反射进行dB相加。

[0059] 计算条件设为波长1.55 μm 、Si光子光波回路的光波导的射出部处的等价折射率1.455。这是通过在反射的计算中假定倾斜角度为5度且反射损失为30dB以上而确定的值。另外,UV粘接剂的折射率设为1.45,来自Si光子光波回路的出射的MFD设为5.0 μm (光点尺寸2.5 μm)。

[0060] 如果这样使MFD扩大,则反射损失增大。由于通常最好是30dB以上,所以波导角度需要为5度以上。

[0061] 在这样的端面的防反射中,还可使用防反射膜(AR膜),但严密地控制折射率和膜厚而形成多层膜,需要成本和时间。此外,由于还存在波长依赖性,所以需要形成与使用波段相匹配的薄膜。与此相对地,本实用新型的斜波导的方法无需透镜且能够实现阵列一并连接,并且以低成本起到没有波长依赖性的优良的防反射效果。

[0062] <Si光子光波回路-光纤、SSC扩大、损失降低效应>

[0063] 在图10中,示出由Si光子光波回路的光波导的光点尺寸扩大导致的耦合损失降低效应。计算条件设为波长1.55 μm 、Si光子光波回路的光波导光点尺寸2.5 μm 、光纤光点尺寸4.0 μm (DSF光纤典型值)、Si光子光波回路-光纤间的间隔10 μm 。通过这样使光点尺寸扩大,能够使耦合损失大幅降低。

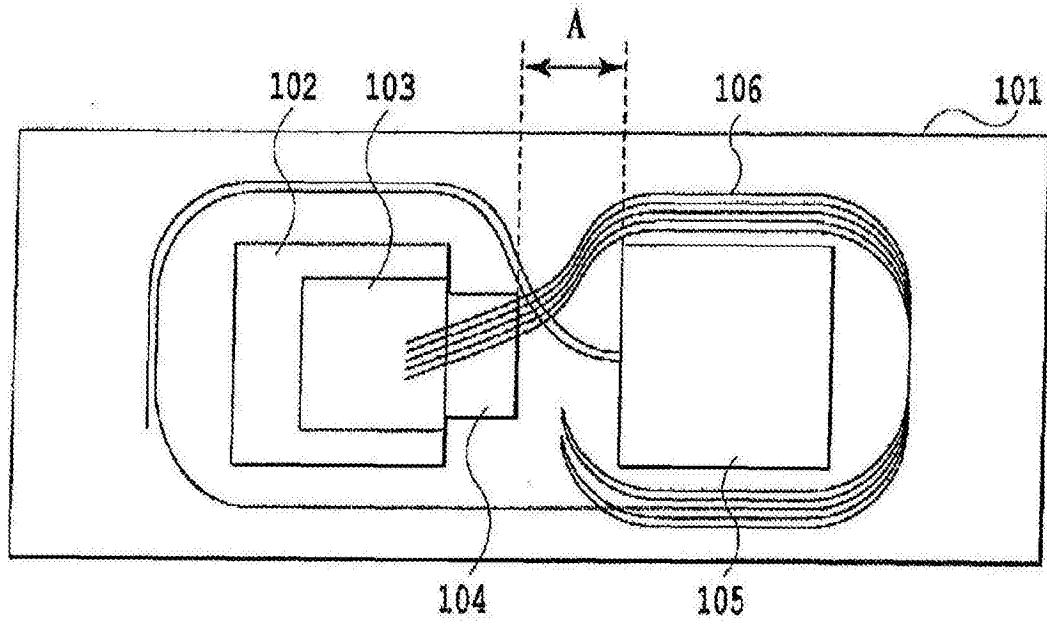


图1

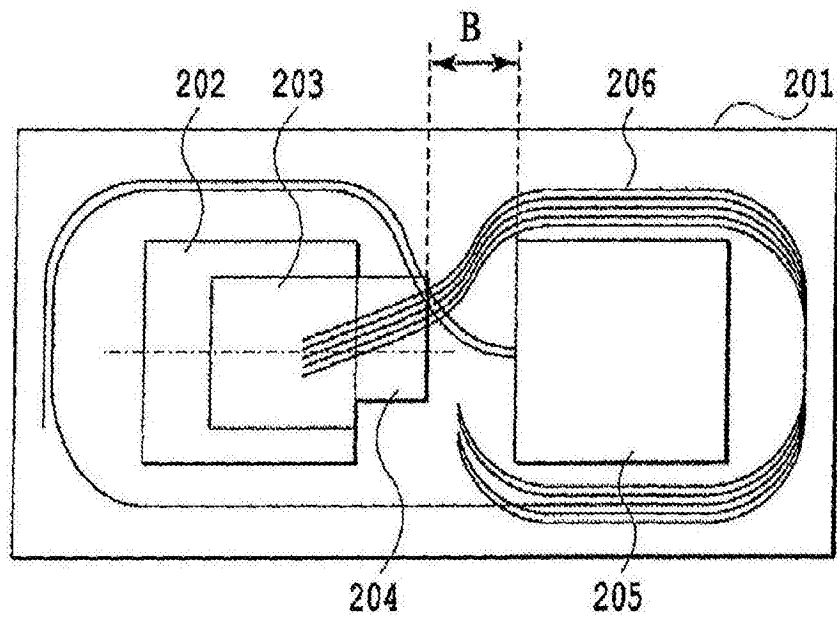


图2

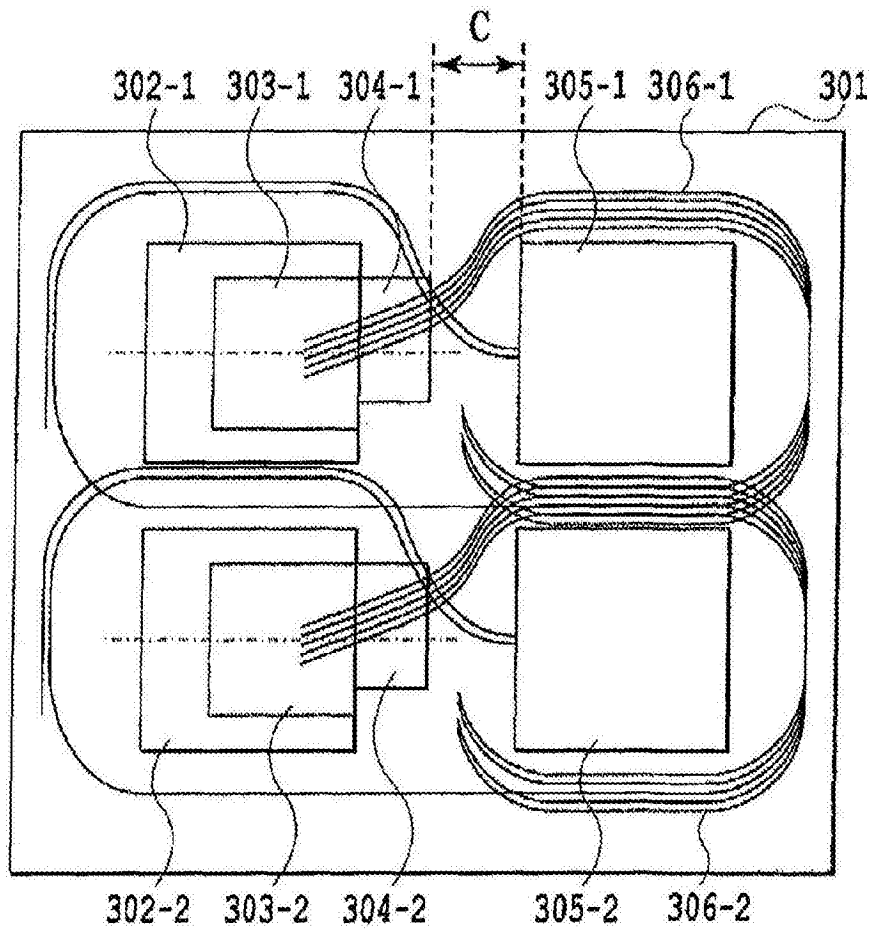


图3

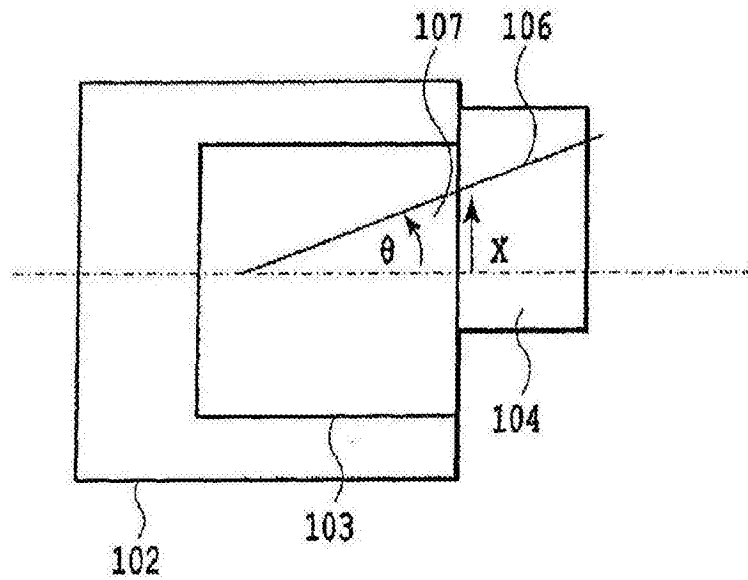


图4A

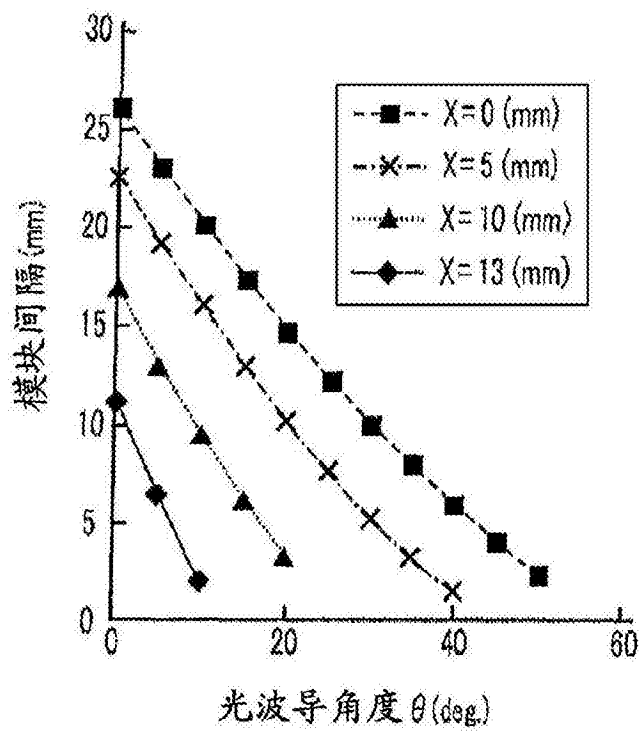


图4B

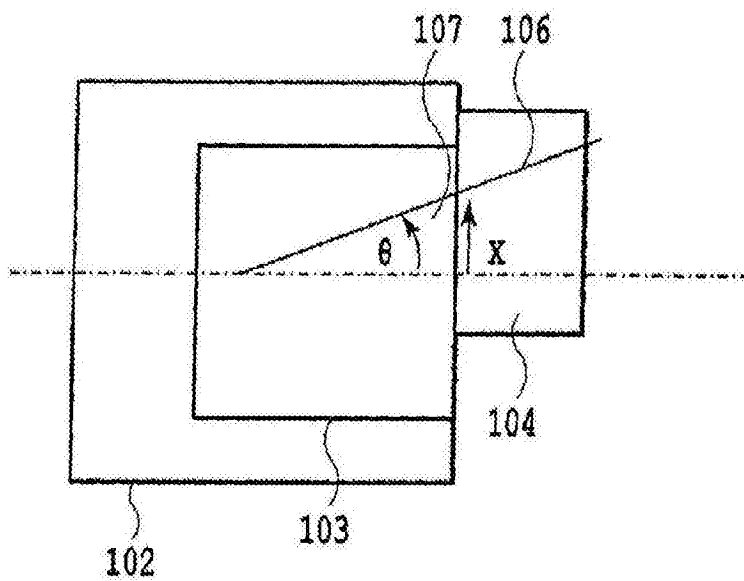


图5A

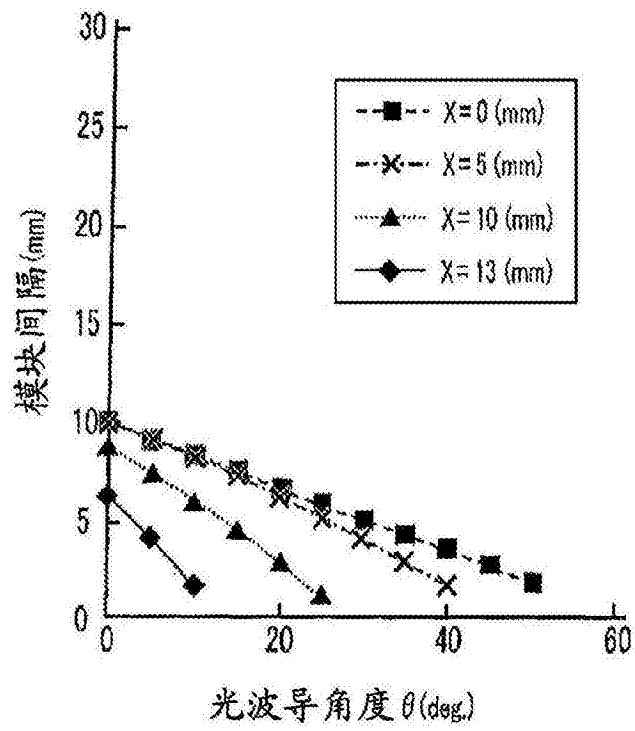


图5B

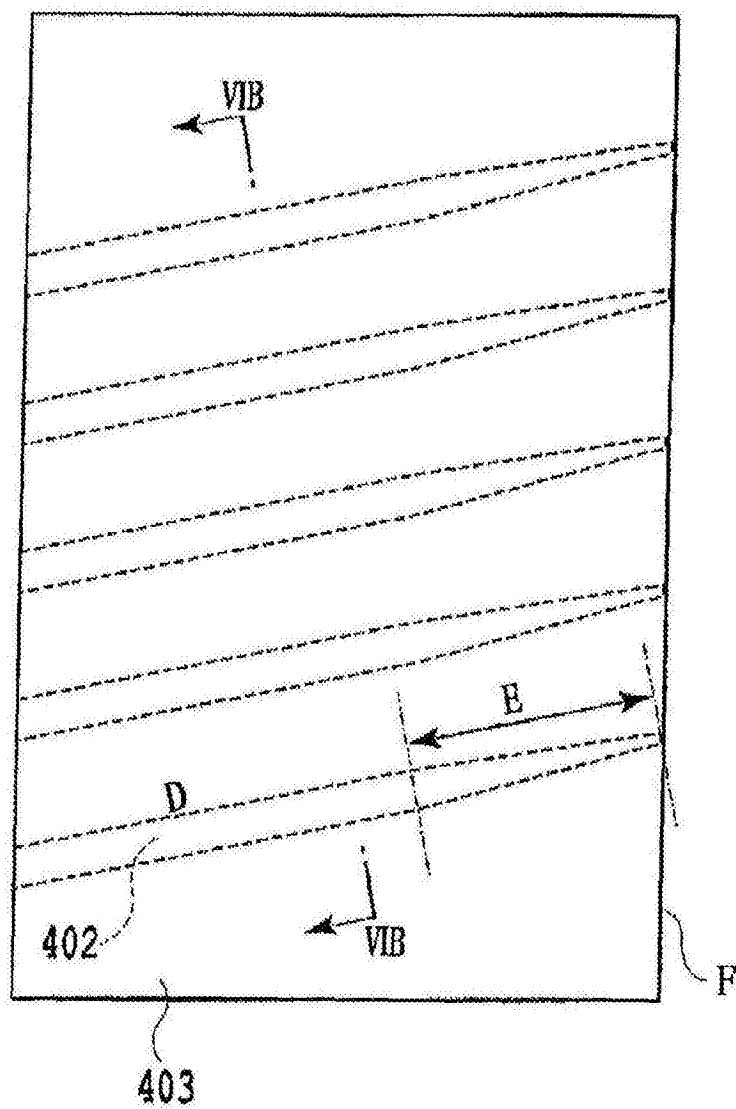


图6A

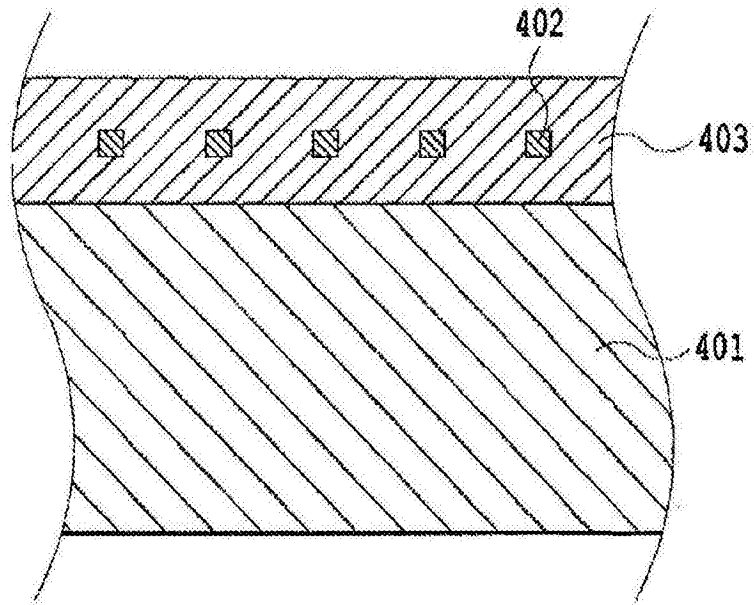


图6B

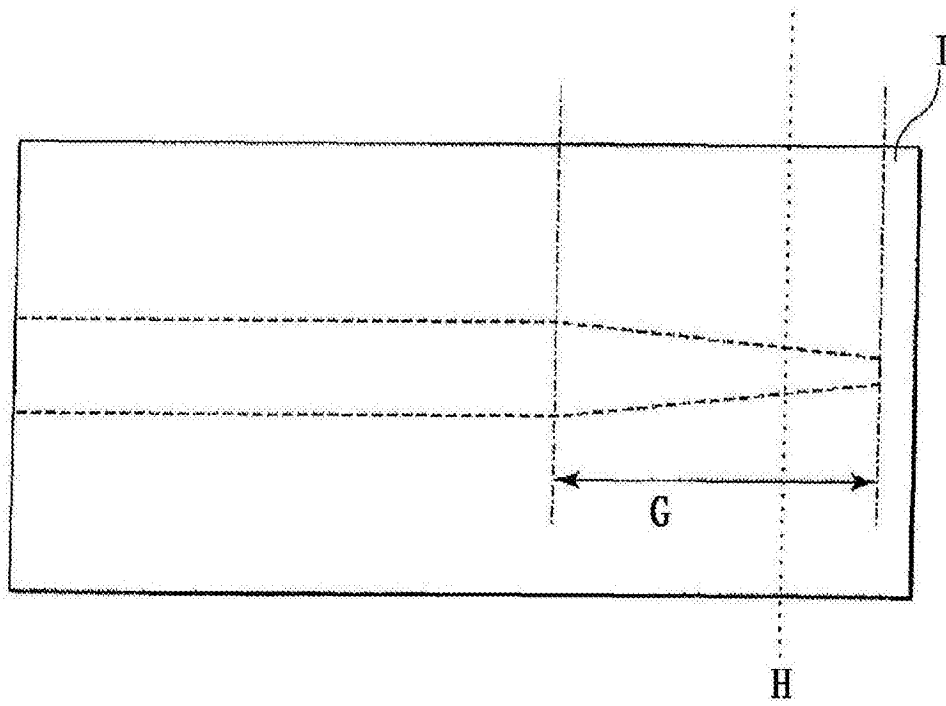


图7A

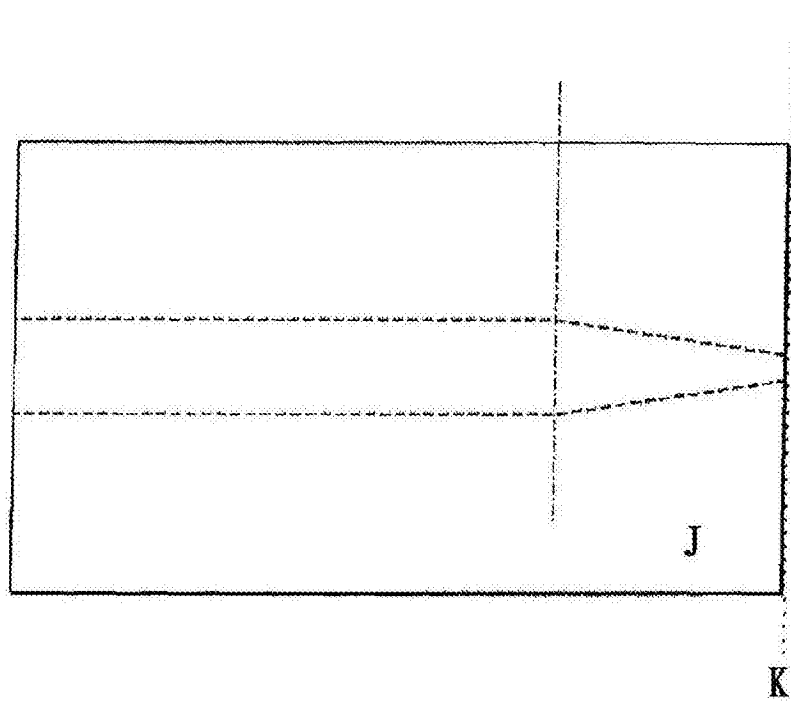


图7B

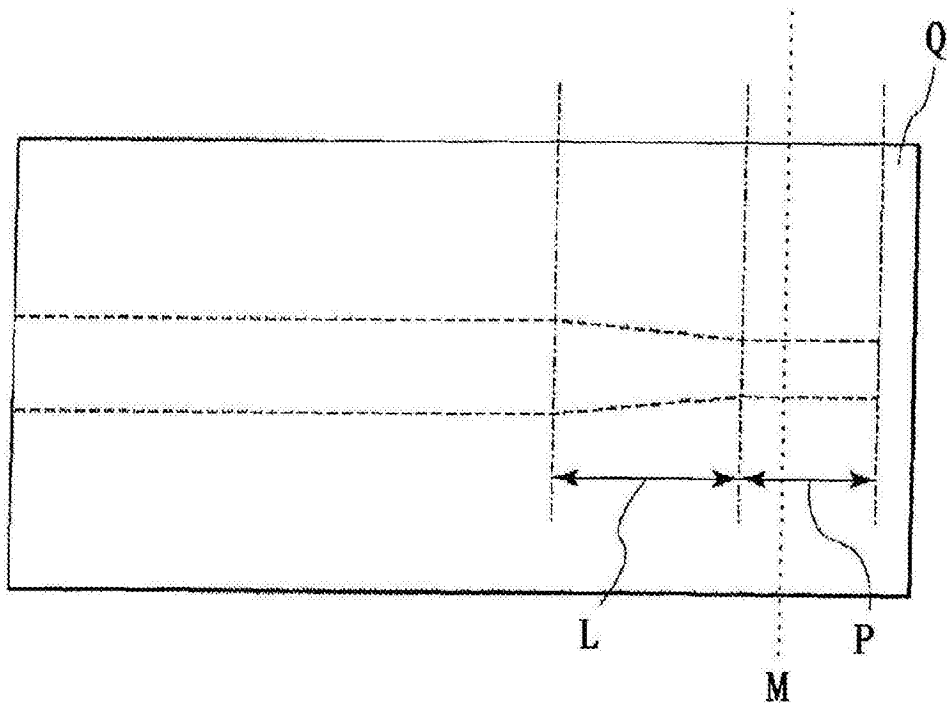


图8A

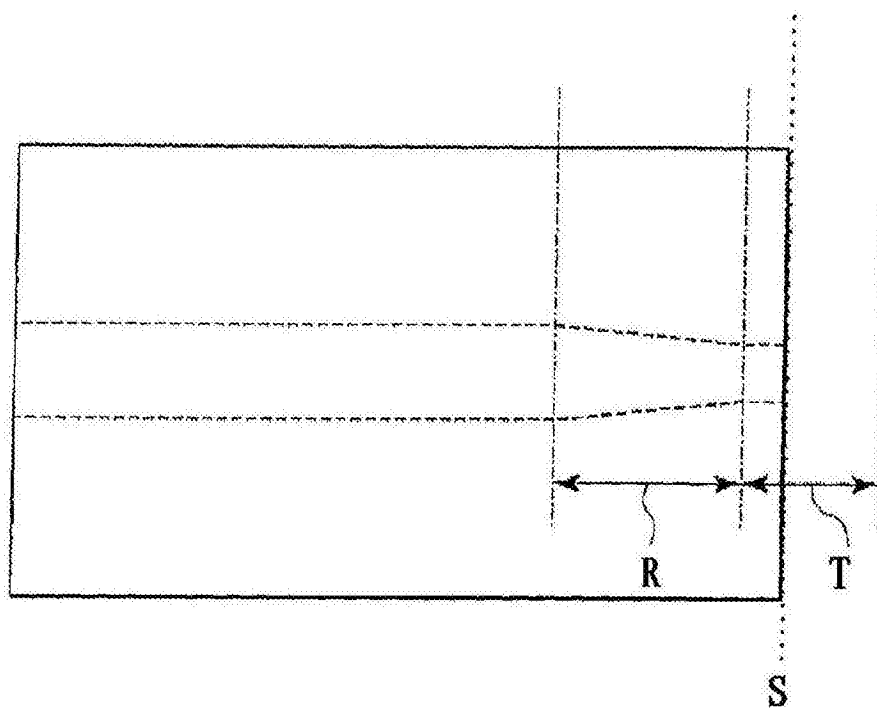


图8B

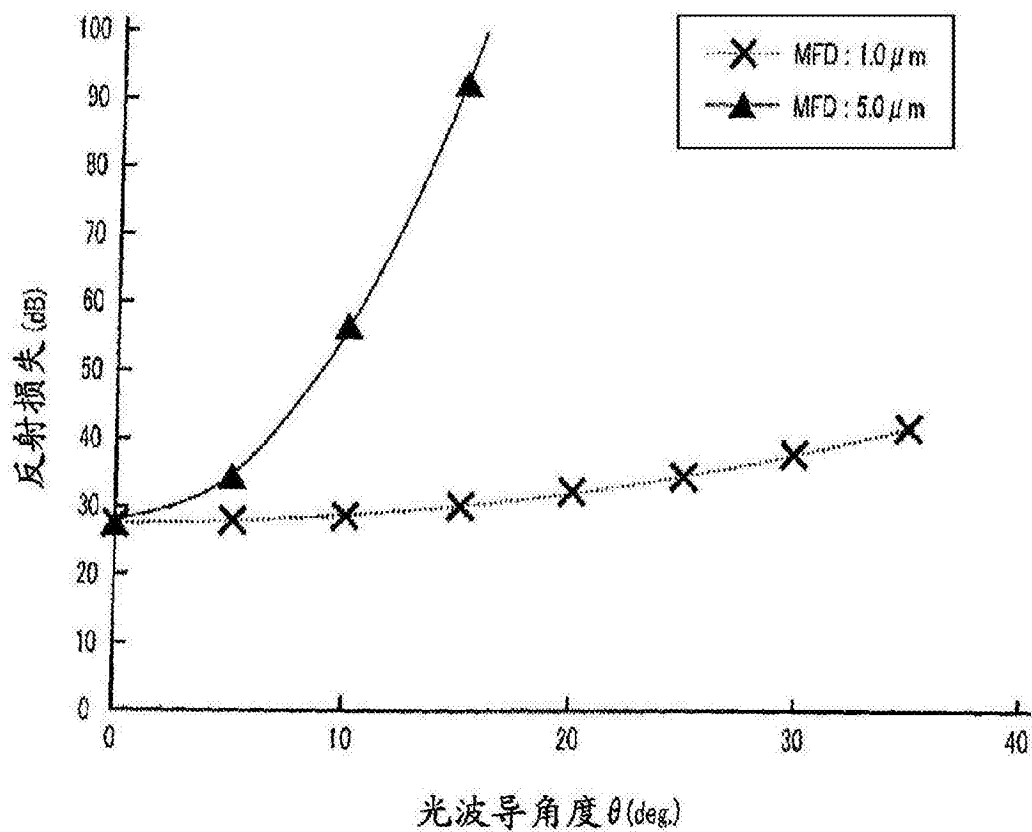


图9

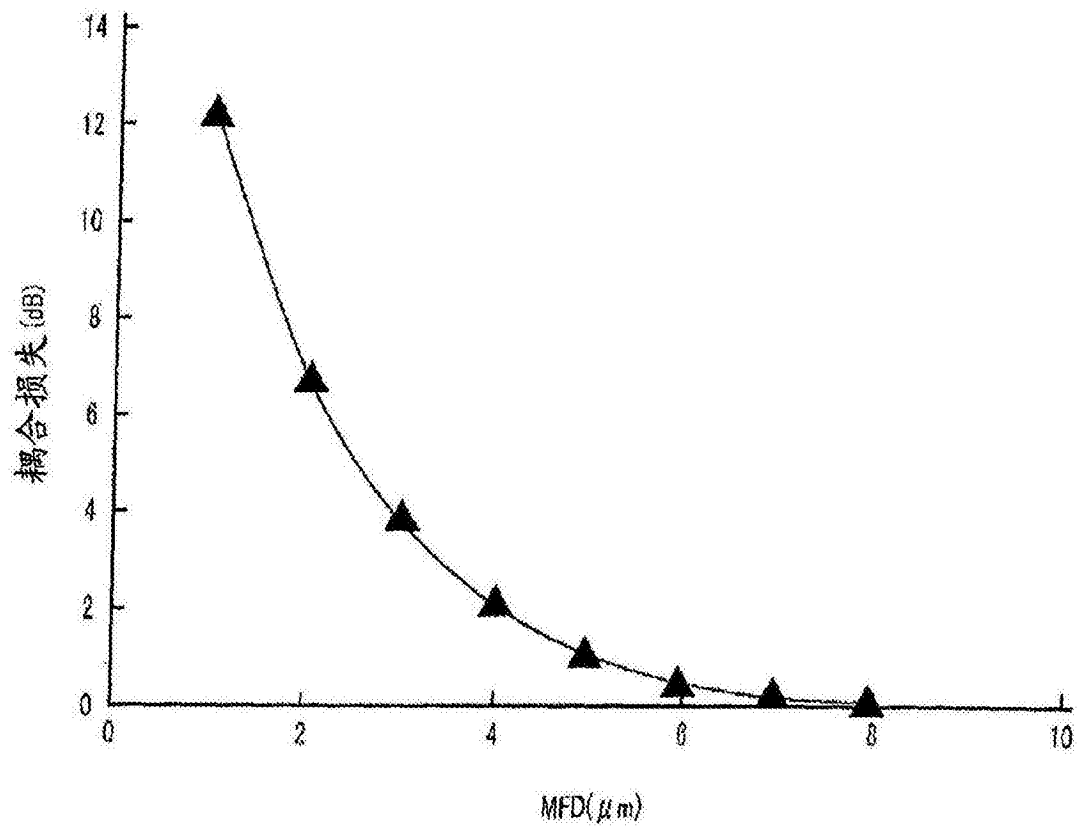


图10

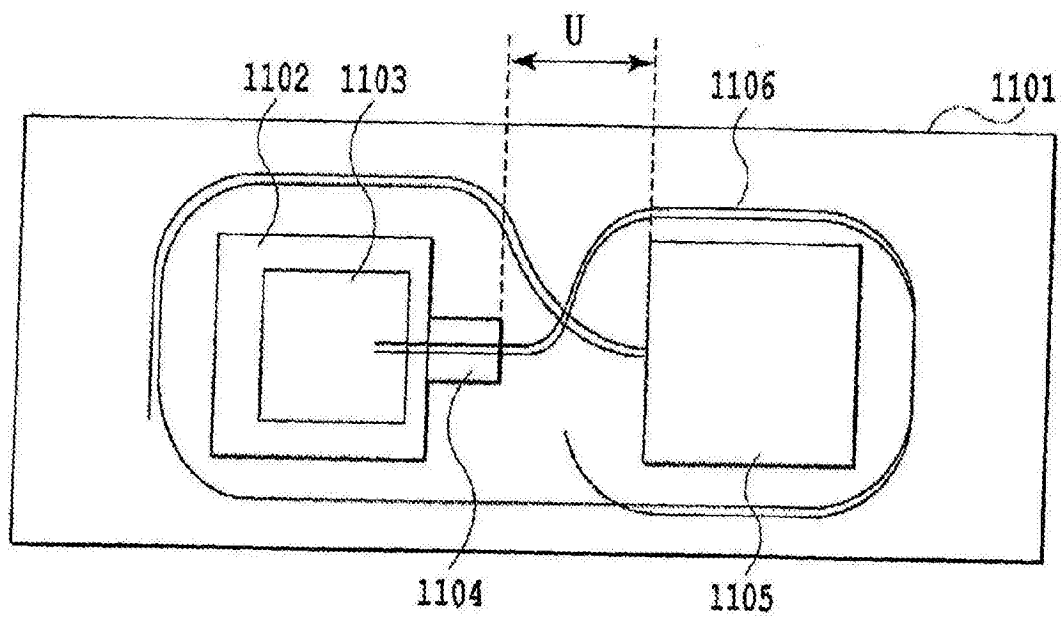


图11