



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101636674 B

(45) 授权公告日 2011.05.11

(21) 申请号 200880008607.7

(22) 申请日 2008.03.14

(30) 优先权数据

069622/2007 2007.03.16 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009.09.16

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2008/054721 2008.03.14

(87) PCT申请的公布数据

W02008/114717 JA 2008.09.25

(73) 专利权人 欧姆龙株式会社

地址 日本京都府

(72) 发明人 寺川裕佳里 细川速美

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 陶凤波

(51) Int. Cl.

G02B 6/122 (2006.01)

G02B 6/42 (2006.01)

(56) 对比文件

US 6416234 B1, 2002.07.09, 全文.

US 6334014 B1, 2001.12.25, 全文.

JP 特开平 4-346301 A, 1992.12.02, 全文.

CN 1438504 A, 2003.08.27, 全文.

WO 2007/026843 A1, 2007.03.08, 全文.

审查员 范保虎

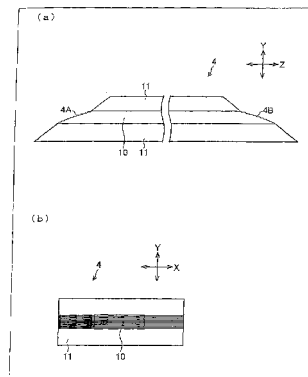
权利要求书 1 页 说明书 14 页 附图 19 页

(54) 发明名称

光波导、光波导模块及电子设备

(57) 摘要

一种光波导,作为芯线部及金属包层部的端面的光入射面及光射出面向垂直于该光波导的延伸方向(Z方向)的平面(X-Y平面)的正投影为长方形状,并且,在从该端面离开的方向(Z方向)形成以规定的角度倾斜的斜面,芯线部的光入射面及光射出面的至少一方使上述斜面分割为与上述正投影的长方形状的长度方向(X方向)平行的多个斜面,并且使该多个斜面不改变相互的倾斜角而平行地错开配置,以使其位于越靠近发光部越远离上述端面的方向(Z方向),由此,作为整体变为在从上述端面离开的方向阶梯性地延伸的形状。由此,提供一种利用简单的结构来降低光传送时的光损失且可进行稳定的光传送的光波导。



1. 一种光波导,其具备:由具有透光性的材料构成的芯线部、和由具有与该芯线部的折射率不同的折射率的材料构成并且包围在该芯线部的周围的金属包层部,作为所述芯线部及所述金属包层部的端面的光入射面及光射出面向垂直于该光波导的延伸方向的平面的正投影为长方形状,而且,作为在从该端面离开的方向以规定的角度倾斜的斜面而形成,从光源照射的光在所述光入射面被反射而导入到所述芯线部内,在所述芯线部内传送的光在所述光射出面被反射,向外部射出,其特征在于,

所述芯线部的光入射面及光射出面的至少一方使所述斜面分割为与所述正投影的长方形状的长度方向平行的多个斜面,并且使该多个斜面不改变相互的倾斜角而平行地错开配置,以使其位于越靠近发光部越远离上述端面的方向,由此,作为整体变为在从所述端面离开的方向阶梯性地延伸的形状。

2. 如权利要求1所述的光波导,其特征在于,所述芯线部的光入射面及光射出面的至少一方形成,在自身向垂直于该光波导的延伸方向的平面投影时该平面内显示的表示所述多个斜面的分隔部分的多个直线中的邻接直线彼此之间的距离相互不同。

3. 如权利要求1或2所述的光波导,其特征在于,在以具有所述多个斜面的方式在从所述端面离开的方向阶梯性地形成的、所述芯线部的光入射面及光射出面的至少一方,设有反射从所述光源照射的光的反射板。

4. 一种光波导模块,其特征在于,具备:

权利要求1~3中任一项所述的光波导;

发光部,其对所述光波导的光入射面照射光;

受光部,其接收从所述光波导的光射出面射出的光;

发光驱动部,其根据从外部输入的电信号驱动所述发光部的发光;

放大部,其将从所述受光部输出的电信号放大并向外部输出。

5. 如权利要求4所述的光波导模块,其特征在于,

所述发光部将光从相对于该光波导的延伸方向的横方向照射到所述光波导,而且,所述光波导在所述光入射面使从所述发光部照射的光反射,由此,使光导入到所述芯线部内。

6. 如权利要求4或5所述的光波导模块,其特征在于,

所述受光部从所述光波导并从该光波导的延伸方向的横方向的接收光,而且,所述光波导在所述光射出面使在该光波导内传送的光反射,由此相对于所述受光部使光射出。

7. 一种电子设备,其具备权利要求4~6中任一项所述的光波导模块。

光波导、光波导模块及电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种传送光信号的光波导、光波导模块及电子设备。

背景技术

[0002] 近年来,能够进行高速且大容量的数据通信的光通信网正在扩大。今后,该光通信网预想从设备间向设备内装载。而且,为了将印刷电路板作为光配线而实现,期待可以阵列化的光波导。

[0003] 光波导为称为芯线的芯和覆盖其的称为金属包层的鞘的双层结构,芯线的折射率比金属包层高。即,向芯线入射的光信号在芯线内部通过重复全反射进行传输。

[0004] 另外,尤其是近年来,正在寻求以光波导实现装载于更小型、薄型的民用设备的挠性的光配线。与之相对,光波导的芯线及金属包层的材料使用比现有更柔软的材料,由此,开发有具有高弯曲性的光波导。若使用具有这种高弯曲性的光波导,则也可以通过光波导进行设备内的基板间的数据传输。

[0005] 在此,对使用了光波导的光传输模块的光传输的结构进行简单地说明。首先,根据从外部输入的电信号,驱动部驱动发光部(光元件)发光,发光部相对光波导的光入射面照射光。向光波导的光入射面照射的光导入到光波导(芯线部)内,通过在芯线部内重复进行全反射而被传输,从光波导的光射出面射出。而且,从光波导的光射出面射出的光由受光部(光元件)接收并转换为电信号。

[0006] 例如在专利文献1~3等公开有使用这种光波导的光波导模块。另外,为了实现光波导模块的小型化,这些现有的光波导模块在发光部使用面发光型的激光,使光波导的光入射面及光射出面相对于在芯线部内传送光时的光传送方向倾斜而被设置。由此,来自发光部的光相对于光波导的光传送方向沿横方向照射,将在光入射面被反射的光导入芯线部内。而且,在芯线部内传输的光由光射出面反射,相对于光传送方向沿横方向射出。

[0007] 专利文献1:日本公开专利公报“特开2000-214351号公报(公开日:2008年8月4日)”

[0008] 专利文献2:日本公开专利公报“特开2000-292656号公报(公开日:2000年10月20日)”

[0009] 专利文献3:日本公开专利公报“特开2005-331535号公报(公开日:2005年12月2日)”

[0010] 在这种光波导模块中,在从发光部发出的光的发光区域内导入光波导内的光的区域根据光波导的光入射面的倾斜角度及光波导的折射率决定。图19表示导入到光波导(芯线部)内的从发光部发出的光的发光区域的剖面图。如该图所示的 $\theta 1$ 及 $\theta 2$ 是表示从发光部发出的光可导入到芯线部内的范围的角度,分别表示相对于朝向发光部的法线方向的发光轴的角度。即,在 $\theta 1$ 及 $\theta 2$ 的范围内发出的光在光入射面被全反射而导入到芯线部内。具体来说,例如光波导由一般的树脂材料构成,该NA(numerical aperture)为0.45时,各自的角度为 $\theta 1 = 6^\circ$ 、 $\theta 2 = 17^\circ$ 左右。

[0011] 在此,在现有的光波导模块中,由于安装发光部时的偏差及安装光波导时的偏差等,光波导的光入射面及可导入光波导内的光的范围($\theta 1$ 及 $\theta 2$)的位置关系发生变动,在可以导入光波导内的来自发光部的光的范围($\theta 1$ 及 $\theta 2$)中产生不能照射到光波导的光入射面的范围。由此,导入到光波导内的光的光量减少。即,来自发光部的光向光波导入射时产生的光损失即耦合损失增大。这样,由于耦合损失而导入到光波导内的光的光量减少时,产生由于由受光部接收的光的光量也减少而难以进行稳定的光传送这样的问题。

[0012] 图 20(a) 及图 20(b) 是安装发光部及光波导时产生错位的情况的剖面图。如图 20(a) 所示, $\theta 1$ 的范围的光照射不到芯线部的光入射面而成为损失, $\theta 4 \sim \theta 2$ 范围的光在光入射面进行全反射,但超出了光波导的折射率,不能在光波导内传输而成为损失。另外,如图 20(b) 所示, $\theta 6 \sim \theta 2$ 范围内的光不能照射到芯线部的光入射面而成为损失,对于 $\theta 5 \sim \theta 1$ 的范围的光,由于相对于光入射面的入射角超过了临界角,故而不能全反射而透过成为损失。

[0013] 这样,在现有的光波导模块中,存在由于安装时的偏差等而导致耦合损失及变动,难以进行稳定的光传送这样的问题点。另外,为了弥补由该耦合损失产生的受光部的受光量的减少,当增加自发光部的发光量时,存在消耗电力增大的问题。进而为了进行稳定的光传送,需要反馈电路,存在由此导致的开发周期增长,IC 成本增加、系统消耗电力增加这样的问题。

[0014] 因此,作为降低该耦合损失的方法,考虑例如通过缩小光波导与发光部之间的距离来吸收光波导及发光部的安装时的偏差的方法。图 21 是将发光部和光波导安装于封装时的光波导模块的剖面图。然而,由于两者之间的距离需要确保作为用于安装发光部的配线空间,故而难以缩小该距离。

[0015] 另外,作为降低耦合损失的其它方法,考虑通过增大作为发光部的法线方向的芯线部的高度(厚度),来吸收安装光波导及发光部时的偏差的方法。但是,增大芯线部的厚度时,会产生光波导模块整体的厚度变大,另外,光波导的弯曲带来光的损失(弯曲损失)增大这样的问题。即使能降低耦合损失弯曲损失也会增大时,作为光波导模块整体不能降低光的损失,故而不能进行稳定的光传送。

[0016] 这样,在现有的光波导模块中,难以降低发光部及光波导的耦合损失且进行稳定的光传送。

[0017] 但是,在受光部侧,与发光侧的问题相同,也会产生由于安装光波导及受光部时的偏差等而使受光部接收的光量变动这样的问题,对稳定的光传送带来不良影响。因此,为了在光波导模块中实现稳定的光传送,不只在发光部侧,在受光部侧也需要抑制光量的变动而使其保持为一定。

[0018] 为此,为了不受到安装光波导及受光部时的偏差等的受光量的变动的影响,受光部的受光区域和从光波导向受光部照射的光的照射区域的关系优选为图 22(a) 所示的关系。即,受光部的受光区域优选为比从光波导照射到受光部的照射区域充分大。然而,为了增大受光区域,需要增加受光部自身的受光尺寸,从而制造成本会增大。另外,存在越增大受光区域越难以对应响应速度高速化这样的问题。

[0019] 因此,考虑不增大受光部的受光区域,而缩小受光部与光波导之间的距离,如图 22(a) 所示的关系,减小相对于受光区域的照射区域的方法。但是,在该方法中,由于安装于

受光部的电线成为障碍,故而不能将受光部与光波导之间的距离缩小到希望的距离,不能得到充分的效果。

[0020] 在此,现有的光波导模块的受光区域与照射区域之间的关系如下示例。图 22(b) 是表示受光部的受光区域和从光波导向受光部照射的光的照射区域为大致相同的尺寸的、现有的光波导模块的受光区域与照射区域的关系的图。在该图所示的现有的结构中,如上所述,由于安装受光部及光波导时的偏差,产生受光部的受光量变动这样的问题。而且,为了修正该受光量的变动且使光波导模块稳定动作,需要反馈电路等,随之,会产生开发周期增长、IC 成本增加、系统消耗电力增加等各种问题。

[0021] 另外,图 22(c) 是表示从光波导向受光部照射的光的照射区域比受光部的受光区域充分大时的现有的光波导模块的受光区域与照射区域的关系的图。根据该结构,由于即使安装受光部及光波导时产生偏差,受光区域也不会在从照射区域偏离,因此,可以保持受光部的受光量为一定。然而,为了扩大照射区域,需要增大从光波导到受光部的距离,该情况下,由于光波导模块整体的尺寸大型化,故而难以装载于小型的电子设备内。另外,为了扩大照射区域,也考虑增大作为受光部的法线方向的芯线部的高度(厚度)的方法,该情况下,如图 23 所示,由于弯曲光波导而使用时弯曲损失变大,故而不能稳定地进行光传送。

[0022] 这样,在现有的光波导模块中,难以抑制受光部及光波导安装时的偏差引起的受光量的变动,同时,难以进行稳定的光传送。

[0023] 另外,受光部及光波导安装时的偏差引起的受光量的变动,特别是在光波导内平行于传送光时的光传送方向的方向显著。图 24(a) 及图 24(b) 是表示现有的光波导模块中的受光部的受光区域和从光波导区域照射的光的照射区域的关系的图。通常,在光波导模块的光波导中,在垂直于光传送方向的截面增大作为芯线部的长度方向的宽度(方向)在空间上不存在问题。因此,如图 24(b) 所示,可以以照射区域比受光区域充分大的方式增大芯线部的宽度。由此,在芯线部的宽度方向,即使在安装受光部及光波导时产生偏差,由于照射区域相对于受光部区域的比例不会变化,因此可以将受光部接收的光量保持为一定。因此,为了抑制受光部的受光量的变动,需要对在平行于上述光传送方向的方向(图中箭头方向)的偏差谋求对策。

发明内容

[0024] 本发明鉴于所述各种问题点而提出的,其目的在于,提供一种利用简单的结构,抑制光传送时的光的损失的变动量,且可进行稳定的光传送的光波导、光波导模块及电子设备。

[0025] 为了解决所述课题,本发明提供一种光波导,其具备:由具有透光性的材料构成的芯线部、和由具有与该芯线部的折射率不同的折射率的材料构成并且包围在该芯线部的周围的金属包层部,作为所述芯线部及所述金属包层部的端面的光入射面及光射出面垂直于该光波导的延伸方向的平面的正投影为长方形状,而且,作为在从该端面离开的方向以规定的角度倾斜的斜面而形成,从光源照射的光在所述光入射面被反射而导入到所述芯线部内,在芯线部内传送的光在所述光射出面被反射,向外部射出,所述芯线部的光入射面及光射出面的至少一方使所述斜面分割为与所述正投影的长方形状的长度方向平行的多个斜面,并使该多个斜面不改变相互的倾斜角而平行地错开配置,以使其位于越靠近发光部

越远离上述端面的方向,由此,作为整体变为在从所述端面离开的方向阶梯性地延伸的形状。

[0026] 在此,在现有的结构中,当安装发光部时的偏差及安装光波导时的偏差等产生时,光波导的光入射面和可导入到光波导内的来自发光部的光的范围的相互位置关系变动,产生可导入到光波导内的来自发光部的光的范围中不能照射到光波导的光入射面的范围。由此,来自发光部的光入射到光波导时产生的光的损失即耦合损失会变动。另外,在受光部侧,由于安装受光部时的偏差及安装光波导时的偏差等,从光波导射出的光的一部分照射在受光部的受光区域的范围以外,受光部接收的光量会产生变动。即、从光波导射出的光在被受光部接收时产生的光的损失即耦合损失变动。

[0027] 与此相对,根据本发明的结构,所述芯线部的光入射面及光射出面的至少一方以具有多个所述斜面的方式在所述延伸方向上阶梯性地形成。即芯线部的端面将所述斜面分割为与所述正投影的长方形状的长度方向平行的多个斜面,使该多个斜面不改变相互的倾斜角而平行地错开配置,以使其位于越靠近发光部越远离上述端面的方向,由此,作为整体变为在从所述端面离开的方向阶梯性地延伸的形状。

[0028] 因此,例如芯线部的光入射面以具有多个所述斜面的方式在所述延伸方向(从光波导的端面离开的方向)上阶梯性地形成时,可以使芯线部的光入射面比可导入光波导内的来自发光部的光的范围更大。因此,安装时产生偏差的情况下,可以将现有的光入射面成为照射区域以外的光在光入射面被可靠反射而导入光波导内。由此,无论光波导的光入射面和可导入光波导内的来自发光部的光的范围的相互位置的关系是否变动,都可以将导入光波导内的光量保持为一定,因此,可以抑制来自发光部的光入射到光波导内时产生的光的损失即耦合损失的变动量。因此,根据所述光波导,与现有的结构比较,可以进行更稳定的光传送。

[0029] 另外,例如芯线部的光射出面以具有多个所述斜面的方式在所述延伸方向上阶梯性地形成时,与现有结构相比,可以扩大使从光波导射出的光向受光部的照射区域的照射区域。因此,安装时产生偏差的情况下,即使在现有的结构中的光不能照射受光区域也可以使从光波导射出的光照射到。由此,即使安装时产生偏差等情况,也能够将受光部接收的光量保持为一定,因此,可以抑制从光波导射出的光在受光部接收时产生的光的损失即耦合损失的变动量。因此,根据所述光波导,与现有的结构比较,可以进行更稳定的光传送。

[0030] 这样,根据本发明的光波导,无需如以前那样,为了补充光的损失而追加反馈电路等的复杂结构,通过使光入射(射出面)以具有多个斜面的方式在光波导的延伸方向阶梯性地形成这样简单的结构,可以抑制光传送时的光的损失的变动量,且可以实现稳定的光传送。另外,由于增大作为发光部的法线方向的芯线部的高度(厚度),或者不增大光波导与受光部之间的距离而能抑制耦合损失的变动量,因此,可以抑制光波导模块的大型化。

[0031] 另外,在上述结构的基础上,本发明的光波导可以为,所述芯线部的光入射面及光射出面的至少一方形成,在自身向垂直于该光波导的延伸方向的平面投影时该平面内显示表示所述斜面的分隔部分的多个直线中的邻接直线彼此之间的距离相互不同。

[0032] 即,所述芯线部的光入射面及光射出面的至少一方,从光波导的延伸方向观察芯线部的光入射面或光射出面时,形成为表示所述斜面的分隔部分的多个直线中邻接直线彼此之间的距离相互不同。由此,由于可以使光的反射面形成为不规则,故而可以抑制光的干

涉。因此,可以进行更稳定的光传送。

[0033] 另外,在上述结构的基础上,本发明的光波导也可以为,在以具有多个所述斜面的方式在从所述端面离开的方向阶梯性地形成的、所述芯线部的光入射面及光射出面的至少一方,设有反射从所述光源照射的光的反射板。

[0034] 所述反射板由反射率高的材料例如铝等的薄膜或透过特定波长的波长滤波膜构成。由此,由于可以降低在光入射面或光射出面上的反射损失,故而可以进行更稳定的光传送。

[0035] 为解决所述课题,本发明提供一种光波导模块具备:上述的光波导、发光部,其对所述光波导的光入射面照射光;受光部,其接收从所述光波导的光射出面射出的光;发光驱动部,其根据从外部输入的电信号驱动所述发光部的发光;放大部,其将从所述受光部输出的电信号放大并向外部输出。

[0036] 根据上述结构,可以提供一种通过简单的结构降低光传送时的光的损失,且可进行稳定的光传送的光波导模块。

[0037] 另外,在上述构成的基础上,本发明的光波导模块也可以为,所述发光部将光从相对于该光波导的延伸方向的横方向照射到所述光波导,而且,所述光波导在所述光入射面使从所述发光部照射的光反射,由此,使光导入到所述芯线部内。

[0038] 另外,在上述构成的基础上,本发明的光波导模块也可以为,所述受光部从所述光波导并从该光波导的延伸方向的横方向的接收光,而且,所述光波导在所述光射出面使在该光波导内传送的光反射,由此相对于所述受光部使光射出。

[0039] 根据上述结构,相对于光波导,在该光波导的延伸方向的横方向配置发光部及受光部。因此,在例如需要在平行于基板面上配置光波导的情况下,只要在光波导与基板面之间以在该基板面的法线方向射出及接收光的方式设置发光部和受光部即可。与例如按照平行于基板面射出及接收光的方式设置发光部及受光部的结构相比,这样的结构安装更容易,另外这样的结构更紧凑。

[0040] 本发明的目的、特征、及优点通过以下所述可知。另外,本发明的优点根据参照附图的下述说明可知。

附图说明

[0041] 图1是本发明一实施方式的光波导的剖面图及正面图;

[0042] 图2是本实施方式的光波导模块的概略结构图;

[0043] 图3是示意性地表示光波导的光传送状态的图;

[0044] 图4是表示本实施方式的光波导模块的概略结构的立体图;

[0045] 图5是表示图4所示的光波导模块的概略结构的俯视图;

[0046] 图6是表示导入到芯线部内的、从发光部发出的光的发光区域的剖面图;

[0047] 图7是表示从光波导射出的光向受光部的照射区域的剖面图;

[0048] 图8是表示作为变形例的光波导的剖面图及正面图;

[0049] 图9是作为图8表示的变形例的在光波导上设置保护膜的情况的剖面图及正面图;

[0050] 图10是作为其他变形例的光波导的正面图;

- [0051] 图 11 是作为另外其它变形例的光波导的剖面图及正面图；
- [0052] 图 12 是作为另外其它变形例的光波导的剖面图；
- [0053] 图 13 是作为另外其它变形例的光波导的剖面图；
- [0054] 图 14 是作为另外其它变形例的光波导的剖面图及正面图；
- [0055] 图 15 是作为另外其它变形例的光波导的剖面图及正面图；
- [0056] 图 16(a) 是表示具备本实施方式的光波导的折叠式携带电话的外观的立体图，(b) 是 (a) 所示的折叠式携带电话中应用上述光波导的部分的框图，(c) 是 (a) 所示的折叠式携带电话的铰链部的透视平视图；
- [0057] 图 17(a) 是表示具备本实施方式的光波导的印刷装置的外观的立体图，(b) 是 (a) 所示的印刷装置的主要部的框图，(c) 及 (d) 是表示在印刷装置中打印头移动（驱动）时的光波导的弯曲状态的立体图；
- [0058] 图 18 是表示具备本实施方式的光波导的硬盘记录再生装置的外观的立体图；
- [0059] 图 19 是表示在现有的光波导中导入光波导内的从发光部发出的光的发光区域的剖面图；
- [0060] 图 20(a) 及 (b) 是在现有的光波导中安装发光部及光波导时产生错位时的剖面图；
- [0061] 图 21 在现有的光波导中在封装上安装发光部和光波导时的光波导模块的剖面图；
- [0062] 图 22(a) ～ (c) 是表示在现有的光波导中从光波导射出的受光部的照射区域和受光部可接收光的受光区域的位置关系的俯视图；
- [0063] 图 23 是表示光波导弯曲状态的剖面图；
- [0064] 图 24 是表示在现有的光波导模块中的从光波导向受光部照射的光的照射区域和受光部的受光区域的位置关系的图。
- [0065] 附图标记说明
- [0066] 1 光波导模块
- [0067] 2 光发送处理部
- [0068] 3 光接收处理部
- [0069] 4 光波导
- [0070] 4A 光入射面
- [0071] 4B 光射出面
- [0072] 5 封装
- [0073] 6 发光驱动部
- [0074] 7 发光部（光源）
- [0075] 8 放大部
- [0076] 9 受光部
- [0077] 10 芯线部
- [0078] 11 金属包层部
- [0079] 12 电配线
- [0080] 13 保护膜

[0081] 14 反射镜（反射板）

具体实施方式

[0082] 根据附图对本发明的一实施方式进行以下说明。

[0083] （光波导模块的结构）

[0084] 图 2 表示本实施方式的光波导的模块 1 的概略结构。如该图所示，光波导模块 1 具备光发送处理部 2、光接收处理部 3、光波导 4、封装 5。

[0085] 光发送处理部 2 为具备发光驱动部 6 及发光部 7 的结构。发光驱动部 6 根据从外部输入的电信号对发光部 7 进行驱动。该发光驱动部 6 例如由发光驱动用 IC(integrated circuit) 构成。另外，图中未图示，在发光驱动部 6 设有与传送来自外部的电信号的电配线连接的电连接部。

[0086] 发光部 7 基于发光驱动部 6 的驱动控制而发光。发光部 7 例如由 VCSEL(vertical cavity-surface emitting laser) 等发光元件构成。从发光部 7 发出的光作为光信号照射到光波导 4 的光入射侧端部。

[0087] 光接收处理部 3 为具备放大部 8 及受光部 9 的结构。受光部 9 接收从光波导 4 的光射出侧端部射出的作为光信号的光，且通过光电转换输出电信号。该受光部 9 例如由 PD(photo-diode) 等受光元件构成。

[0088] 放大部 8 将从受光部 9 输出的电信号放大并向外部输出。该放大部 8 例如由放大用 IC 构成。另外，图中未图示，在放大部 8 设有与向外部传送电信号的电配线连接的电连接部。

[0089] 光波导 4 是将从发光部 7 射出的光传送到受光部 9 的介质。后面，对该光波导 4 的结构进行详细说明。

[0090] 封装 5 是用于安装上述的光发送处理部 2 或光接收处理部 3、光波导 4 的部件。另外，安装于封装 5 的电配线 12(参照图 4) 是用于将发光驱动部 6 与发光部 7、及放大部 8 与受光部 9 连接并传送电信号的部件。具体来说，可以使用例如柔性印刷线路板(FPC)、同轴电缆、引线框等。

[0091] 图 3 示意性表示光波导 4 的光传送的状态。如该图所示，光波导 4 由具有挠性的柱状形状的部件构成。另外，在光波导 4 的光入射侧端部设有光入射面 4A，而且，在光射出侧端部设有光射出面 4B。另外，光入射面 4A 及光射出面 4B 在芯线部 10 内相对于传送光时的光传送方向倾斜而设置。

[0092] 从发光部 7 射出的光从相对于光波导 4 的光传送方向垂直的方向入射到光波导 4 的光入射侧端部。入射的光在光入射面 4A 被反射而在光波导 4 内行进。在光波导 4 内行进到达光射出侧端部的光在光射出面 4B 被反射，由此，向相对于光波导 4 的光传送方向垂直的方向射出。射出的光照射到受光部 9，在受光部 9 进行光电转换。

[0093] 根据这样的结构，相对于光波导 4，在光传送方向的横方向可配置有发光部 7 及受光部 9。因此，例如在需要与基板面（封装 5 的安装面）平行地配置光波导 4 的情况下，只要在光波导 4 与基板面之间以使光在该基板面的法线方向射出及接收的方式设置发光部 7 及受光部 9 即可。这样的结构比例如以使发光部 7 及发光部 9 平行于基板面地射出光的方式设置的结构更容易安装，另外，作为该结构也可以更加紧凑。这是由于，对于发光部 7 及

受光部 9 的一般结构而言,与射出及接收光的方向的尺寸相比,与射出及接收光的方向垂直的方向的尺寸大。进一步,也可以适用于在同一面内具有电极的面向平面安装而使用发光元件及受光元件的结构。

[0094] 在此,与上述光波导模块 1 的制造方法一起,使用图 4 及图 5 对光波导 4 和发光部 7、及光波导 4 和受光部 9 的光耦合方法的一例进行说明。另外,由于光波导 4 和发光部 7 的光耦合方法、及光波导 4 和受光部 9 的光耦合方法分别为相同的结构,因此,在此为了便于说明,对于光波导 4 和发光部 7 的光耦合方法进行说明。在图 4 中,以光波导 4 的延伸方向为 Z 方向,与该 Z 方向垂直的相对于发光部 7 的发光面的法线方向为 Y 方向,垂直于 Z-Y 平面的方向即光波导 4 的端面的横向宽度(长度)方向为 X 方向。

[0095] 首先,将发光驱动部 6 及发光部 7 通过焊接等方法安装在通过夹具等固定的封装 5 的底面,且用电配线 12 连接发光驱动部 6 及发光部 7。接下来,在封装 5 的装载光波导 4 的面涂敷粘接剂。另外,粘接剂可以使用市场上销售的各种粘接剂。接下来,使用气动卡盘等对光波导 4 进行操作,通过设置在封装 5 的上方(Y 方向)的图像识别装置(未图示)对光波导 4 和发光部 7 进行位置调整。而且,在图像识别装置的映像中,在光波导 4 的光入射面 4A 的光入射区域和发光部 7 的发光区域一致的位置,将光波导 4 载置于封装 5 并粘接。由此,可以使光波导 4 与发光部 7 光耦合。

[0096] 但是,在上述光波导模块 1 的制造工序中,将发光部 7 或光波导 4 安装于封装 5 时,也会产生微小的偏差。具体来说,向封装 5 安装时产生微小的错位,或产生粘接剂固化时的伸缩引起错位。该错位使光波导 4 的光传送时的耦合损失变动,对光传送的稳定性带来不良影响。因此,为了进行稳定的光传送,需要抑制该耦合损失的变动量。但是,只抑制耦合损失的变动量并不足够充分。这是因为,例如即使可以抑制耦合损失的变动量,由于光波导 4 弯曲而产生的光的损失即弯曲损失增大时,由受光部 9 接收的光量也会变动。由此,难以进行稳定的光传送。因此,为了实现稳定的光传送,重要的是不使由弯曲产生的光的损失即弯曲损失增大,而抑制耦合损失的变动量。

[0097] (耦合损失、弯曲损失)

[0098] 在此,对光波导 4 的光传送时产生的光的损失即耦合损失及弯曲损失进行详细说明。

[0099] 耦合损失是指来自光源(对应于发光部 7)的光入射到光波导 4 时产生的光的损失。详细说明如下。在发光部 7 与光波导 4 之间设有一定程度的间隔。这是为了吸收发光部 7 及光波导 4 的设置位置的误差及零件尺寸的误差,或为了确保将发光部 7 安装于封装 5 时的电配线用的空间而设置的。即,从发光部 7 射出的光经由上述的间隔入射到光波导 4。在此,从发光部 7 射出的光不能完全入射到光波导 4,在此产生的光的损失成为耦合损失。另外,在光射出侧也产生同样的耦合损失。即,从光波导 4 射出的光不能由受光部 9 完全接收,在此产生的光的损失成为耦合损失。

[0100] 另外,弯曲损失是指由于光波导 4 弯曲而产生的光的损失。详细说明如下。在光波导 4 的内部传送的光通过在芯线部 10 内部重复全反射而沿光传送方向进行传送。在此,为了使光进行全反射,相对于芯线部 10 的内面的入射角需要在规定角度以上。与此相对,当光波导 4 弯曲时,对与弯曲的方向相反的芯线 10 的内面照射的光的入射角变小的可能性增大。由此,传送的光不在芯线部 10 的内面进行全反射,一部分光透射到外部。在此产生

的光的损失为弯曲损失。

[0101] (光波导的结构)

[0102] 图 1 是表示本发明实施方式的光波导 4 的剖面图及正面图。如该图所示,光波导 4 构成为具备以光传送方向(Z 方向)为轴的柱状形状的芯线部 10、和包围芯线部 10 的周围而设置的金属包层部 11。芯线部 10 及金属包层 11 由具有透光性的材料构成,而且,芯线 10 的折射率比金属包层 11 的折射率高。入射到芯线 10 的光信号通过在芯线部 10 内部重复进行全反射而在光传送方向进行传送。

[0103] 作为构成芯线部 10 及金属包层 11 的材料,可以使用玻璃及塑料等,为了构成具有足够挠性的光波导 4,优选使用丙烯系、环氧系、氨基甲酸乙酯系及硅系等树脂材料。另外,金属包层部 11 可以由空气等气体构成。而且,在比芯线部 10 的折射率小的液体环境下使用金属包层部 11 也能够得到同样的效果。在与光传送方向垂直的面的芯线部 10 的截面形状为长方形。

[0104] 如该图所示,芯线部 10 的光入射面 4A 及光射出面 4B 以具有多个斜面的方式在光波导 4 的延伸方向(Z 方向)阶梯性地形成。即,对于芯线部 10 的端面,将向与光波导 4 的延伸方向(Z 方向)垂直的平面(X-Y 平面)的正投影为长方形状的斜面分割为平行于长方形状的多个斜面的长度方向的多个斜面,而且,使该多个斜面不改变相互的倾斜角而平行错开地配置,以使其位于越靠近发光部 7 越远离光波导 4 的端面的方向(Z 方向),由此,作为整体变为在从上述端面离开的方向(Z 方向)阶梯性地延伸的形状。具体来说,光入射面 4A 及光射出面 4B 具有与现有的光波导的光入射面及光射出面的倾斜角度 α 相同角度的多个斜面,而且,在 Z 方向(从光波导 4 的端面远离的方向)阶梯性地形成。

[0105] (光波导及发光部的结构)

[0106] 在此,对光波导 4 及发光部 7 的结构进行说明。图 6 是表示导入芯线部 10 内的从发光部 7 发出的光的发光区域的剖面图。另外,在该图中,将光波导 4 的延伸方向设为 Z 方向,将垂直于该 Z 方向的、相对于发光部 7 的发光面的法线方向设为 Y 轴方向。

[0107] 可导入到光波导 4 的芯线部 10 内的从发光部 7 发出的光的发光区域由光入射面 4A 的倾斜角度及光波导 4 的折射率决定。表示现有的光波导的结构的图 19 所示的 $\theta 1$ 及 $\theta 2$ 是表示从发光部发出的光可导入到芯线部内的范围的角度,分别表示相对于向发光部的 Y 方向的发光轴的角度。即,在 $\theta 1$ 及 $\theta 2$ 的范围内发出的光在光入射面进行全反射而导入到芯线部内。

[0108] 在该现有结构中,由于安装发光部时的偏差及安装光波导时的偏差等,光波导的光入射面的区域和可导入光波导内的光的范围($\theta 1$ 及 $\theta 2$)的位置关系变动,且导入光波导内的光量减少。即,来自发光部的光入射到光波导时产生的光的损失即耦合损失增大。

[0109] 与此相对,在本实施方式的光波导 4 中,如图 6 所示,光入射面 4A 具有与现有的光波导的光入射面的倾斜角度 α 具有相同角度的多个斜面,而且,在 Z 方向阶梯性地形成。

[0110] 根据这样的结构,可以使光入射面 4A 的区域比可导入到光波导 4 内的光的范围($\theta 1$ 及 $\theta 2$)大。因此,在安装时产生偏差的情况下,可以在现有的光的入射面将成为照射区域外的光(在此为图 6 的 $\theta 1$ 的范围的光)在光入射面 4A 可靠反射并导入光波导 4 内。由此,即使安装时产生偏差等的情况下,也可以保持导入到光波导 4 内的光量为一定,因此,可以降低来自发光部 7 的光向光波导 4 内入射时产生的光的损失即耦合损失。因此,

根据本实施方式的光波导 4, 与现有的结构比较, 可以进行更稳定的光传送。

[0111] 另外, 为了减少耦合损失, 考虑增大芯线 10 的厚度 (Y 方向的高度) 的方法, 由于这会导致弯曲损失增大, 所以并不优选。因此, 芯线部 10 的厚度优选为与现有的结构相同或比其小。由此, 可以不增大弯曲损失而降低耦合损失。

[0112] (光波导及受光部的结构)

[0113] 接着, 对光波导 4 及受光部 9 的结构进行说明。图 7 是表示从光波导 4 射出的光的向受光部 9 的照射区域的剖面图。

[0114] 如该图所示, 在现有的光波导中, 光射出面的斜面为平面状。即, 从纸面上方观察该图, 光射出面 (图 7 的虚线部分) 为一直线的形状。因此, 由于安装受光部时的偏差及安装光波导时的偏差等, 从光波导射出的光的一部会向受光部 9 的受光区域 9a 的范围外照射, 受光部接收的光量会减少。即, 从光波导射出的光在受光部接收时产生的光的损失即耦合损失会产生变动。

[0115] 与此相对, 在本实施方式的光波导 4 中, 如该图所示, 构成为, 光射出面 4B 具有与现有的光波导的光入射面的倾斜角度 α 具有相同角度的多个斜面, 而且, 在 Z 方向阶梯性地形成。

[0116] 根据该结构, 可以使从光波导 4 射出的光的向受光部 9 的照射区域比现有的结构大。因此, 在该图所示的结构中, 可以使从光波导 4 射出的光的向受光部 9 照射的区域比受光部 9 的受光区域 9a 大。因此, 在安装时产生偏差的情况下, 在现有的结构中光不能照射到的区域也可以被从光波导 4 射出的光照射到。即, 在受光部 9 的受光区域 9a 总是照射一定的光。由此, 即使安装时产生偏差等的情况下, 也能够将受光部 9 接收的光量保持为一定, 因此, 可以抑制从光波导 4 射出的光在受光部 9 被接收时产生的光的损失即耦合损失的变动量。因此, 根据本实施方式的光波导 4, 与现有的结构比较, 可以进行更稳定的光传送。

[0117] 另外, 增大芯线 10 的厚度 (Y 方向的高度) 而降低耦合损失的方法, 如上述那样, 会导致弯曲损失的增大所以并不优选。因此, 芯线部 10 的厚度优选为与现有的结构相同或比其小。由此, 可以不增大弯曲损失而降低耦合损失。

[0118] 另外, 根据本实施方式的光波导 4, 由于可以不会将自光波导 4 到受光部 9 的受光面的距离设定得较长, 而可以扩大来自光波导 4 的光的照射区域, 因此, 可以实现光波导模块 1 的小型化、薄型化。

[0119] 另外, 在本实施方式中, 芯线部 10 的光入射面 4A 及光射出面 4B 两者在光波导 4 的延伸方向上阶梯性地形成, 但也可以为光入射面 4A 或光射出面 4B 的任一方在光波导 4 的延伸方向阶梯性地形成的结构。在该结构中, 可以实现降低耦合损失且进行稳定的光传送这样的效果。

[0120] 另外, 将芯线 10 的光入射面 4A 及光射出面 4B 以比现有的光波导的光入射面的倾斜角度 α 小的角度 (锐角) 在光波导 4 的延伸方向平面地形成的情况下, 由于从发光部 7 照射的光相对于光入射面 4A 的入射角超过临界角, 因此, 不会全反射而直接透过造成损失。因此, 芯线部 10 的光入射面 4A 及光射出面 4B 的倾斜角度 α 优选为设定在 30 度到 60 度的范围内, 更优选设定为 45 度或大致 45 度。

[0121] (变形例 1)

[0122] 在本实施方式的光波导 4 的结构中, 对图 1 所示的结构变形例进行说明。图 8

是表示作为变形例 1 的光波导 4 的剖面图及正面图。

[0123] 在图 1 所示的结构中,芯线部 10 的光入射面 4A 及光射出面 4B 构成为以具有多个斜面的方式在光波导 4 的延伸方向(Z 方向)阶梯性地形成,但在变形例 1 的结构中,如图 8 所示,光波导 4 的斜端面,即芯线部 10 及金属包层部 11 的两端面也可以构成为,以具有多个斜面的方式在光波导 4 的延伸方向(Z 方向)阶梯性地形成。

[0124] 另外,如图 9 所示,可以为在光波导 4 的金属包层部 11 覆盖保护膜 13 的构成。

[0125] (变形例 2)

[0126] 在本实施方式的光波导 4 的结构中,对图 1 所示的构成的其它变形例进行说明。图 10 是表示作为该变形例 2 的光波导 4 的正面图。

[0127] 在图 1 所示的结构中,芯线部 10 的光入射面 4A 及光射出面 4B 构成为,以平行于光波导 4 的宽度方向(X 方向)且具有多个斜面的方式在光波导 4 的延伸方向(Z 方向)上阶梯性地形成。换言之,构成为在向光波导 4 的延伸方向的阶梯(斜面)的分隔部分(区切り部分),即图 1 的正面图所示的芯线部 10 的端面的直线平行于 X 方向而形成。与此相对,在变形例 2 的结构中,如图 10 所示,向光波导 4 的延伸方向的阶梯的分隔部分,即,图 10 所示的芯线部 10(或光波导 4)的端面的直线不平行于 X 方向,而以规定的角度形成。另外,相对于 X 方向的规定的角度优选为设定在 ± 45 度的范围内。由此,可以扩大芯线部 10 的光入射面 4A 的区域及光射出面 4B 的区域。

[0128] (变形例 3)

[0129] 在本实施方式的光波导 4 的结构中,对图 1 所示的结构其它变形例进行了说明。图 11 表示作为该变形例 3 的光波导 4 的剖面图及正面图。

[0130] 在图 1 所示的结构中,芯线部 10 的光入射面 4A 及光射出面 4B 构成为以具有多个斜面的方式在光波导 4 的延伸方向(Z 方向)阶梯性地且规则性地形成。换言之,向光波导 4 的延伸方向的阶梯(斜面)的分隔部分规则地形成,即,形成为在图 1 的正面图所示的芯线部 10 的端面的多个直线中,邻接直线彼此之间的距离相互相等。与此相对,在变形例 3 的结构中,如图 11 所示,向光波导 4 的延伸方向的阶梯的分隔部分不规则地形成,即,形成为如图 11 所示的芯线部 10(或光波导 4)的端面的多个直线中,邻接的直线彼此之间的距离相互不同。由此,与图 1 所示的结构相比较,由于光的反射面可以不规则地形成,因此可以抑制光的干扰,可以更稳定地进行光传送。

[0131] (变形例 4)

[0132] 在本实施方式的光波导 4 的结构中,对图 1 所示的结构其它变形例进行说明。图 12 表示作为该变形例 4 的光波导 4 的剖面图。

[0133] 在图 1 所示的结构中,向光波导 4 的延伸方向的阶梯的分隔部分的反射面(光入射面 4A 及光射出面 4B),即以规定的角度(例如 45 度)形成的反射面之间形成的反射面形成为平行于 X-Z 平面。与此相对,在变形例 4 的结构中,如图 12 所示,以上述规定的角度(例如 45 度)形成的反射面之间的反射面相对于 X-Z 平面倾斜而形成。根据该结构,也可以扩大芯线部 10 的光入射面 4A 的区域及光射出面 4B 的区域,因此,可以抑制耦合损失的变动量。

[0134] (变形例 5)

[0135] 在本实施方式的光波导 4 的结构中,对图 1 所示的结构其它变形例进行说明。图

13 是表示作为该变形例 5 的光波导 4 的剖面图。

[0136] 在该结构中,在光入射面 4A 及光射出面 4B 设有反射镜(反射板)14。反射镜 14 由反射率高的材料例如铝等的薄膜及透过特定波长的波长滤波膜构成。由此,由于可以降低在光入射面 4A 及光射出面 4B 上的反射损失,可以进行更稳定的光传送。

[0137] (变形例 6)

[0138] 在本实施方式的光波导 4 的结构中,对图 1 所示的结构的其他变形例进行说明。图 14 是表示作为该变形例 6 的光波导 4 的剖面图及正面图。

[0139] 在该结构中,包含芯线部 10 的芯线部 10 周边的光入射面 4A 及光射出面 4B 在光波导 4 的延伸方向(Z 方向)阶梯性地且不规则地形成。即,形成为包含图 14 的正面图所示的芯线部 10 的芯线部 10 的周边的区域的多个直线中,邻接的直线彼此之间的距离相互不同。由此,可以抑制光的干扰,而且,与芯线部 10 的光入射面 4A 及光射出面 4B 规则地形成相比,可以提高两反射面的制造效率。

[0140] (变形例 7)

[0141] 在本实施方式的光波导 4 的结构中,对图 1 所示的结构的其他变形例进行说明。图 15 是表示作为该变形例 7 的光波导 4 的剖面图及正面图。

[0142] 在图 1 所示的结构中,构成为向光波导 4 的延伸的阶梯的分隔部分,即图 1 的正面图所示的芯线部 10 的端面的直线构成为在 Y 方向形成有多个。与此相对,在变形例 7 的结构中,如图 15 所示,构成为向光波导 4 的延伸方向的阶梯的分隔部分,即,图 15 的正面图所示的芯线部 10(或光波导 4)的端面的直线只形成有一条。根据该结构,与现有的结构想比较,由于可以扩大芯线 10 的光入射面 4A 的区域及光射出面 4B 的区域,故而可以减少耦合损失。

[0143] (应用例)

[0144] 本实施方式的光波导 4 例如可以适用于下面的应用例。

[0145] 首先,作为第一应用例,可以使用于折叠式移动电话、折叠式 PHS(personal handyphone system)、折叠式 PDA(personal digital assistant)、折叠式笔记本电脑等折叠式电子设备的铰链部。

[0146] 图 16(a)~图 16(c)表示将光波导 4 适用于折叠式移动电话 40 的例。即,图 16(a)是表示内装有光波导 4 的折叠式移动电话 40 的外观的立体图。

[0147] 图 16(b)是图 16 的(a)所示的折叠式移动电话 40 中使用光波导 4 的部分的框图。如该图所示,设于折叠式移动电话 40 的主体 40a 侧的控制部 41、设于以铰链部为轴可旋转于主体的一端而装备的盖(驱动部)40b 侧的外部存储器 42、照相机部(数码相机)43、显示部(液晶显示器)44 分别通过光波导 4 进行连接。

[0148] 图 16(c)是图 16(a)的铰链部(虚线包围的部分)的透视平面图。如该图所示,光波导 4 被弯曲卷绕于铰链部的支持棒,由此,将设于主体侧的控制部、设于盖侧的外部存储器 42、照相机部 43、显示部 44 分别连接起来。

[0149] 通过将光波导 4 适用于这些折叠式电子设备,可以在有限空间内实现高速、大容量的通信。因此,特别适用于折叠式液晶显示装置等需要高速、大容量的数据通信且追求小型化的设备。

[0150] 作为第二应用例,光波导 4 可以适用于印刷装置(电子设备)的打印头及硬盘记

录再生装置的读取部等具有驱动部的装置。

[0151] 图 17(a) ~ (c) 表示将光波导 4 适用于印刷装置 50 的例。图 17(a) 是表示印刷装置 50 的外观的立体图。如该图所示,印刷装置 50 具备向用纸 52 的宽方向移动,同时对用纸 52 进行印刷的打印头 51,该打印头 51 与光波导 4 的一端连接。

[0152] 图 17(b) 是印刷装置 50 中应用光波导 4 的部分的框图。如该图所示,光波导 4 的一端部与打印头 51 连接,另一端部与印刷装置 50 的主体侧基板连接。另外,该主体侧基板具备控制印刷装置 50 的各部的动作的控制装置等。

[0153] 图 17(c) 及图 17(d) 是表示印刷装置 50 中打印头 51 移动(驱动)时的光波导 4 的弯曲状态的立体图。如该图所示,将光波导 4 适用于打印头 51 那样的驱动部时,由于打印头 51 的驱动而使光波导 4 的弯曲状态变化,而且,光波导 4 的各位置重复弯曲。

[0154] 因此,本实施方式的光波导 4 适用于这些驱动部。另外,通过将光波导 4 适用于这些驱动部,可以实现使用驱动部的高速、大容量通信。

[0155] 图 18 是表示将光波导 4 适用于硬盘记录再生装置 60 的例。

[0156] 如该图所示,硬盘记录再生装置 60 具备盘(硬盘)61、头(读取、写入用头)62、基板导入部 63、驱动部(驱动电动机)64、光波导 4。

[0157] 驱动部 64 是沿盘 61 的半径方向驱动头 62 的装置。头 62 是读取记录于盘 61 的信息,且还将信息写入盘 61 的装置。另外,头 62 经由光波导 4 连接基板导入部 63,将从盘 61 读取的信息作为光信号传输至基板导入部 63,另外,接收从基板导入部 63 传输的写入盘 61 的信息的光信号。

[0158] 这样,通过将光波导 4 适用于如硬盘记录再生装置 60 的头 62 那样的驱动部,可以实现高速、大容量通信。

[0159] 本发明不限于上述的实施方式,可以在本发明请求的范围内进行各种变更。即,将本发明请求的范围内适当变更的技术方法进行组合而得到的实施方式也属于本发明的技术范围。

[0160] 本发明的光波导,如上所述,构成为上述芯线部的光入射面及光射出面的至少一方以具有多个上述斜面的方式在上述延伸方向上阶梯性地形成。

[0161] 由此,在光入射面由于可以扩大了芯线部的光入射面的区域,因此,可以抑制安装发光部及光波导时的偏差引起的耦合损失的变动量。另外,在光射出面,与现有的结构相比,可以扩大从光波导射出的光向受光部的照射区域。因此,通过简单的结构,可以实现抑制光传送时的光的损失的变动量,而且可以提供能够稳定地进行光传送的光波导。

[0162] 另外,本发明的光波导模板为具备上述光波导、对上述光波导的光入射面照射光的发光部、接收从上述光波导的光射出面射出的光的受光部的结构。

[0163] 由此,可以实现如下效果,即提供一种通过简单的结构抑制光传送时的光的损失的变动量,且可以进行稳定的光传送的光波导模块。

[0164] 另外,本发明的详细说明中的具体的实施方式及实施例终究是表明本发明的技术内容,本发明不应该狭义解释为只限于这种具体例,在本发明的精神及范围中可以进行各种变更来实施。

[0165] 工业上的可利用性

[0166] 本发明的光波导及光模块也可以适用于各种设备间的光通信路,而且,也可以适

用于作为装载于小型、薄型的民用设备内的设备内配线的柔性光配线。

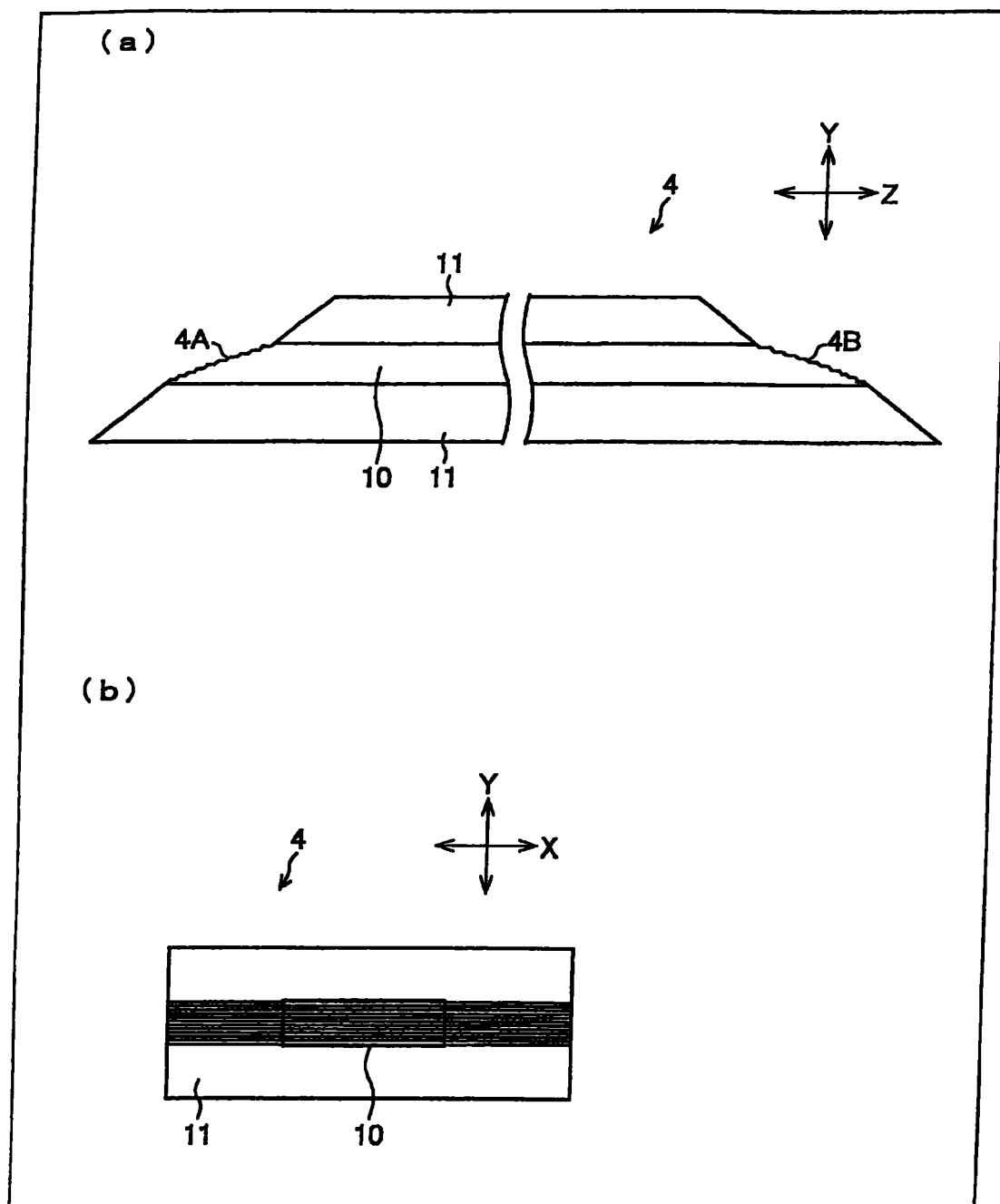


图 1

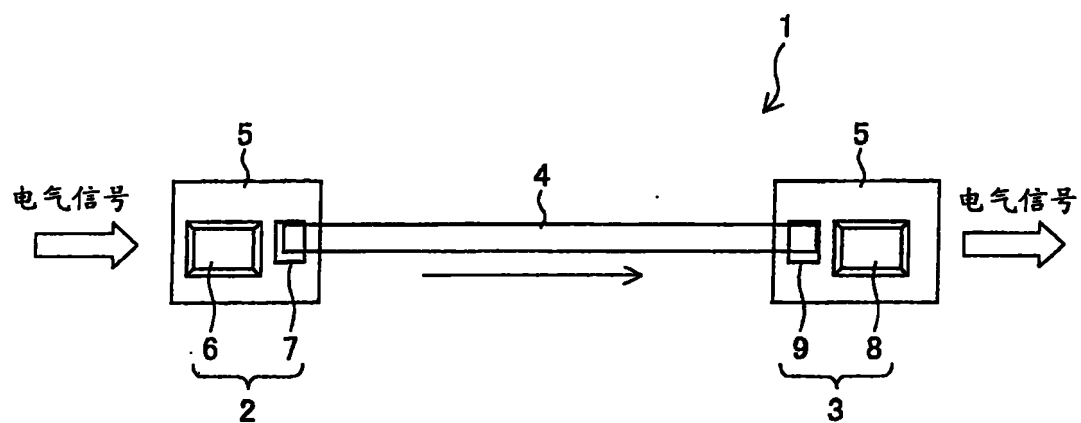


图 2

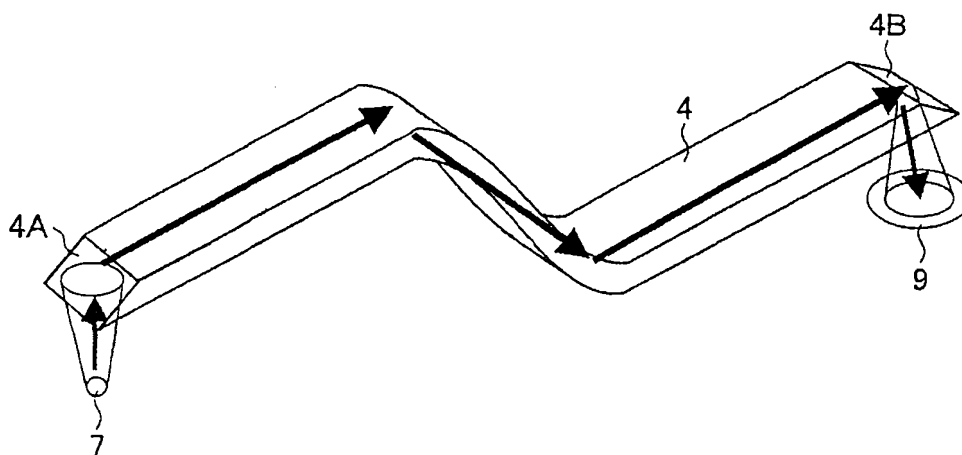


图 3

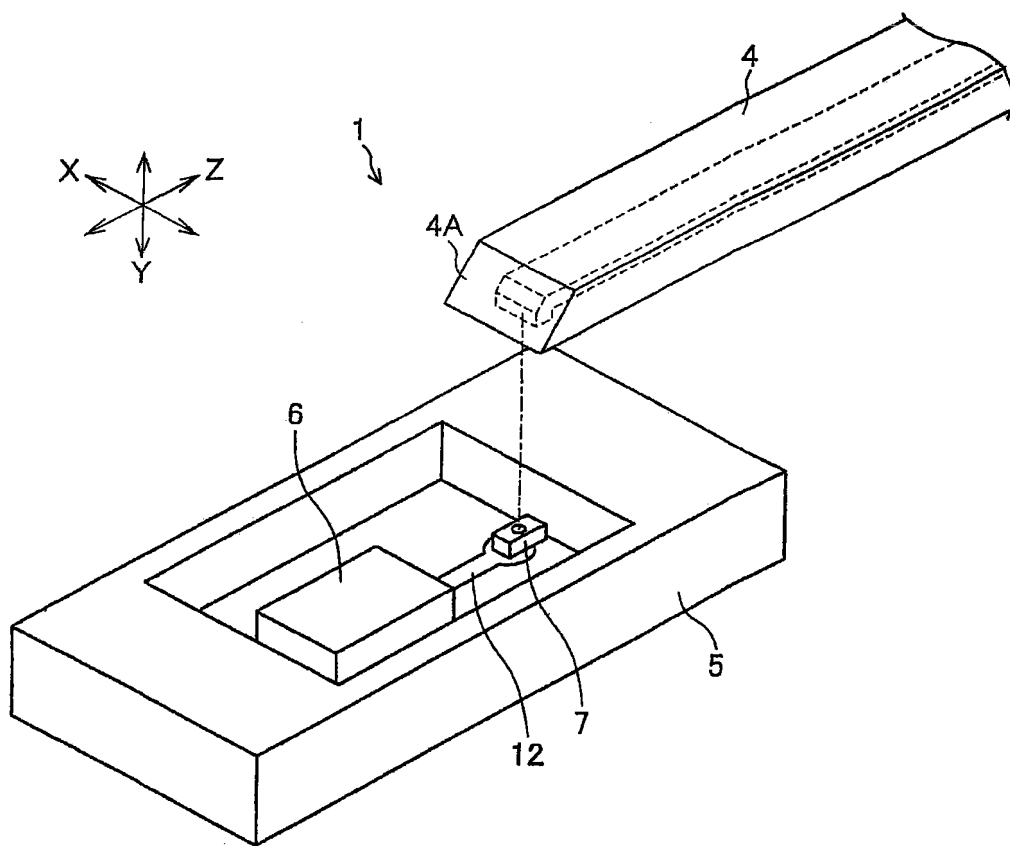


图 4

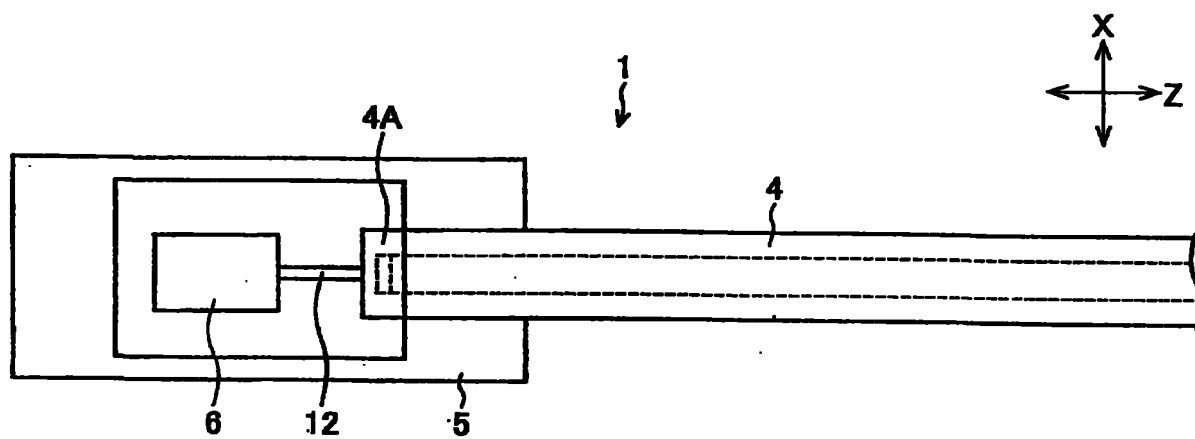


图 5

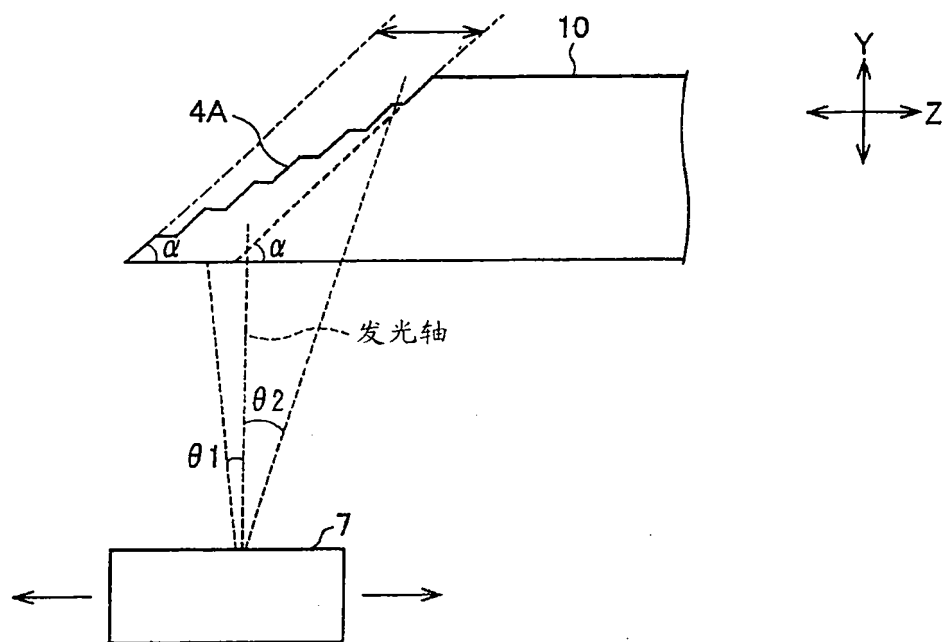


图 6

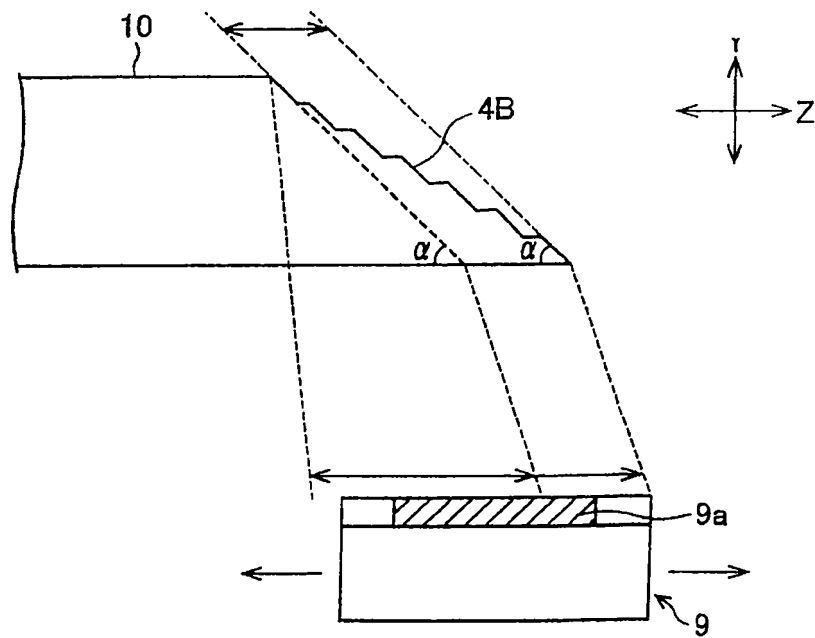


图 7

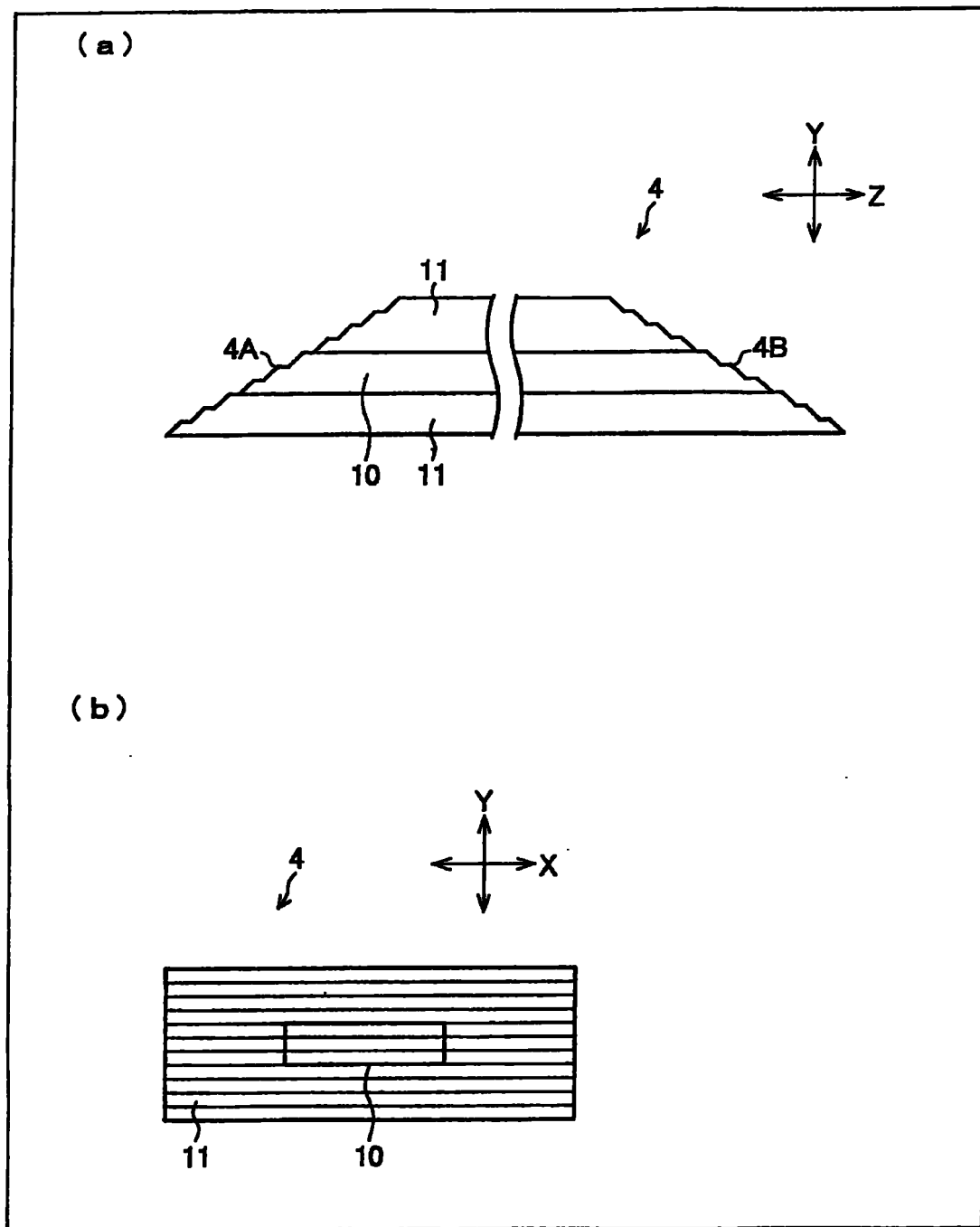


图 8

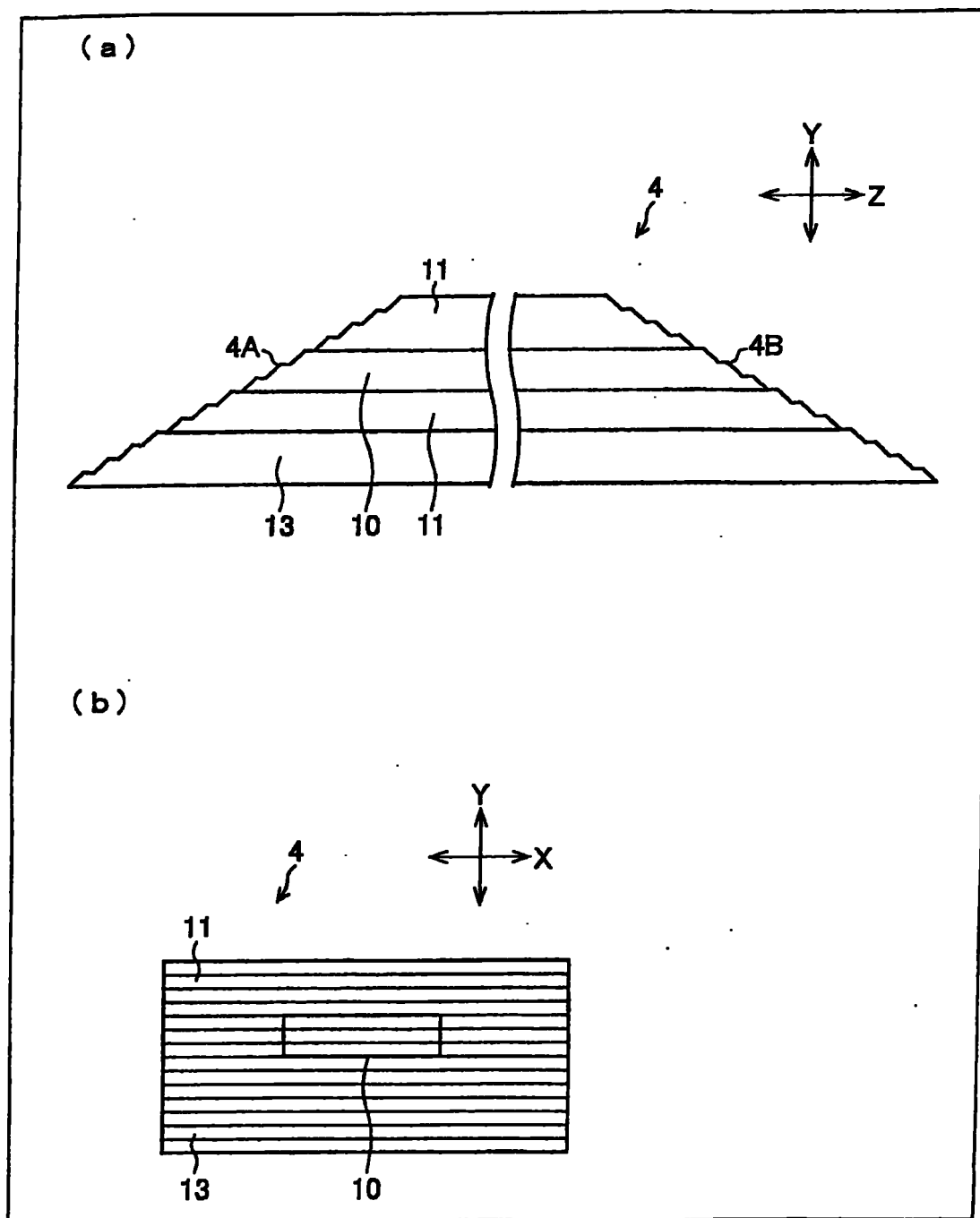


图 9

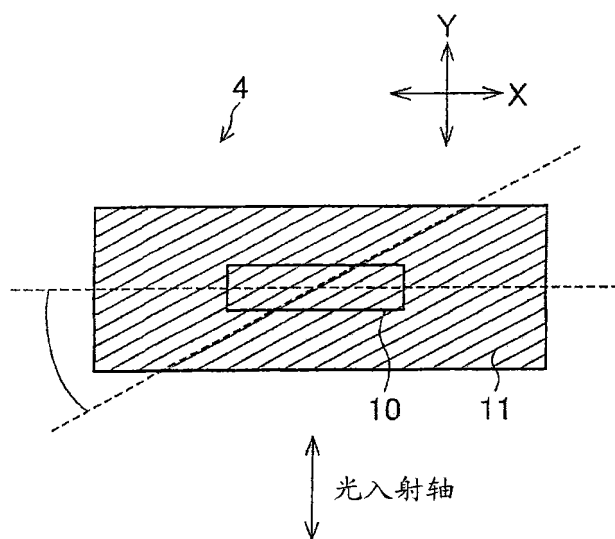


图 10

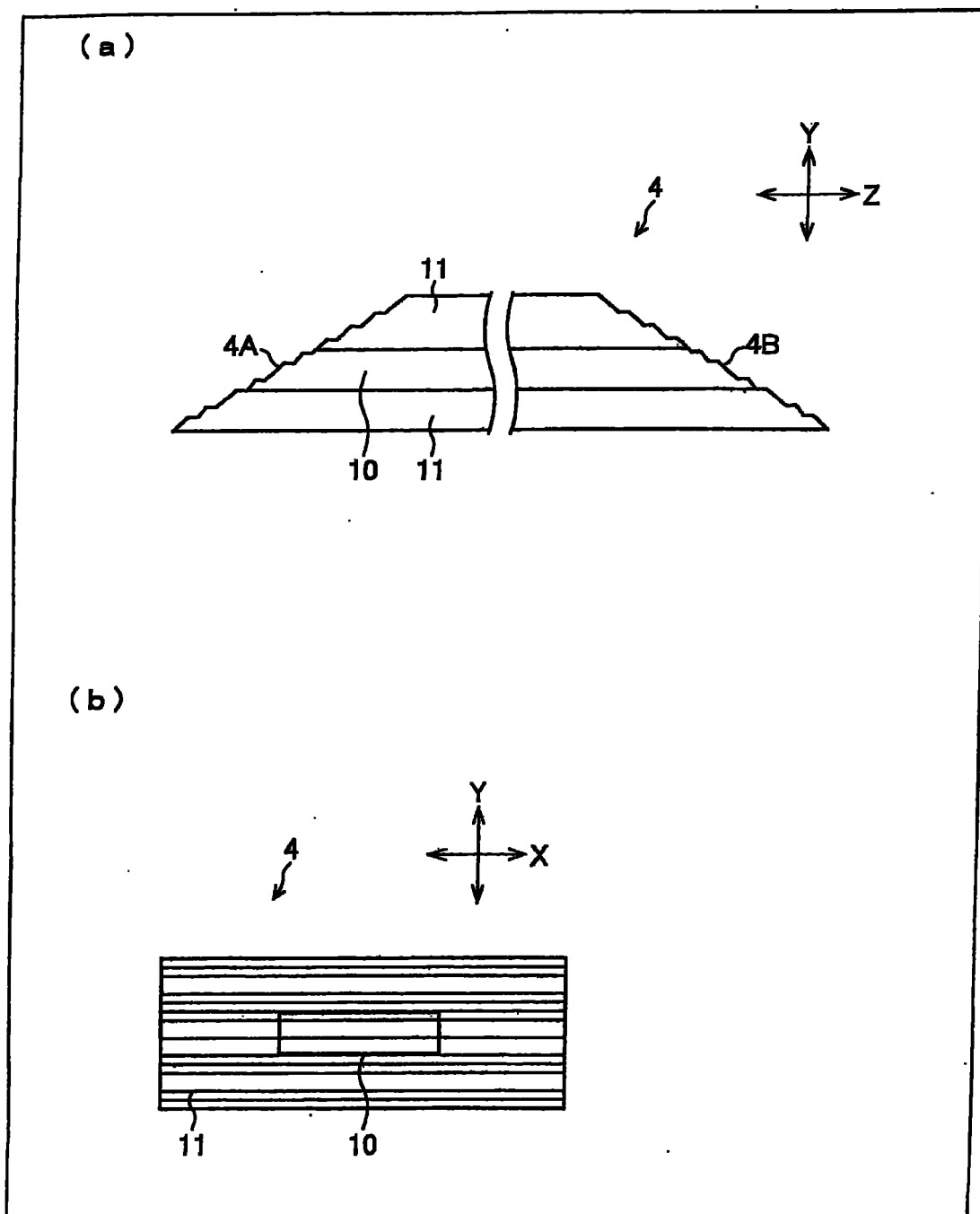


图 11

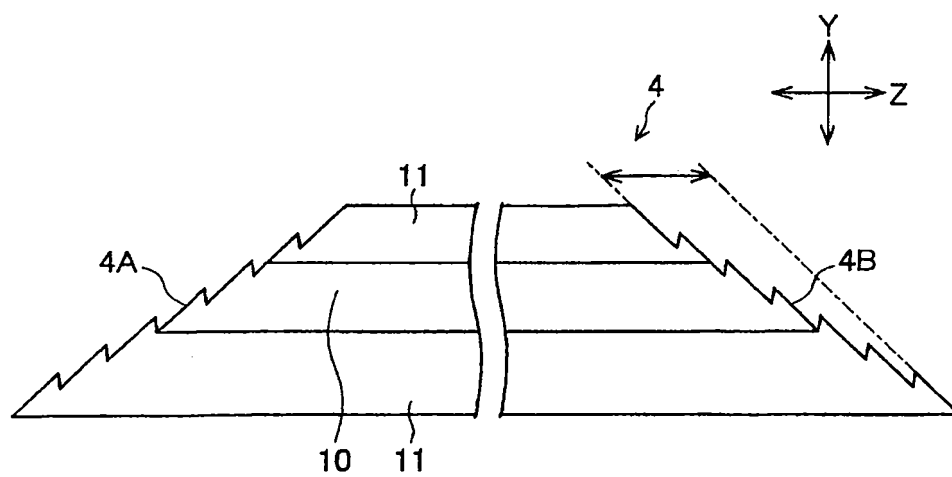


图 12

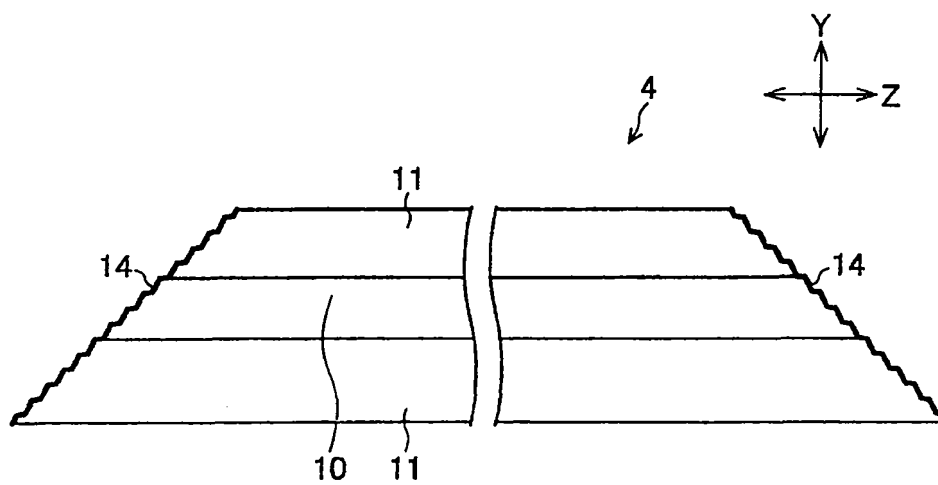


图 13

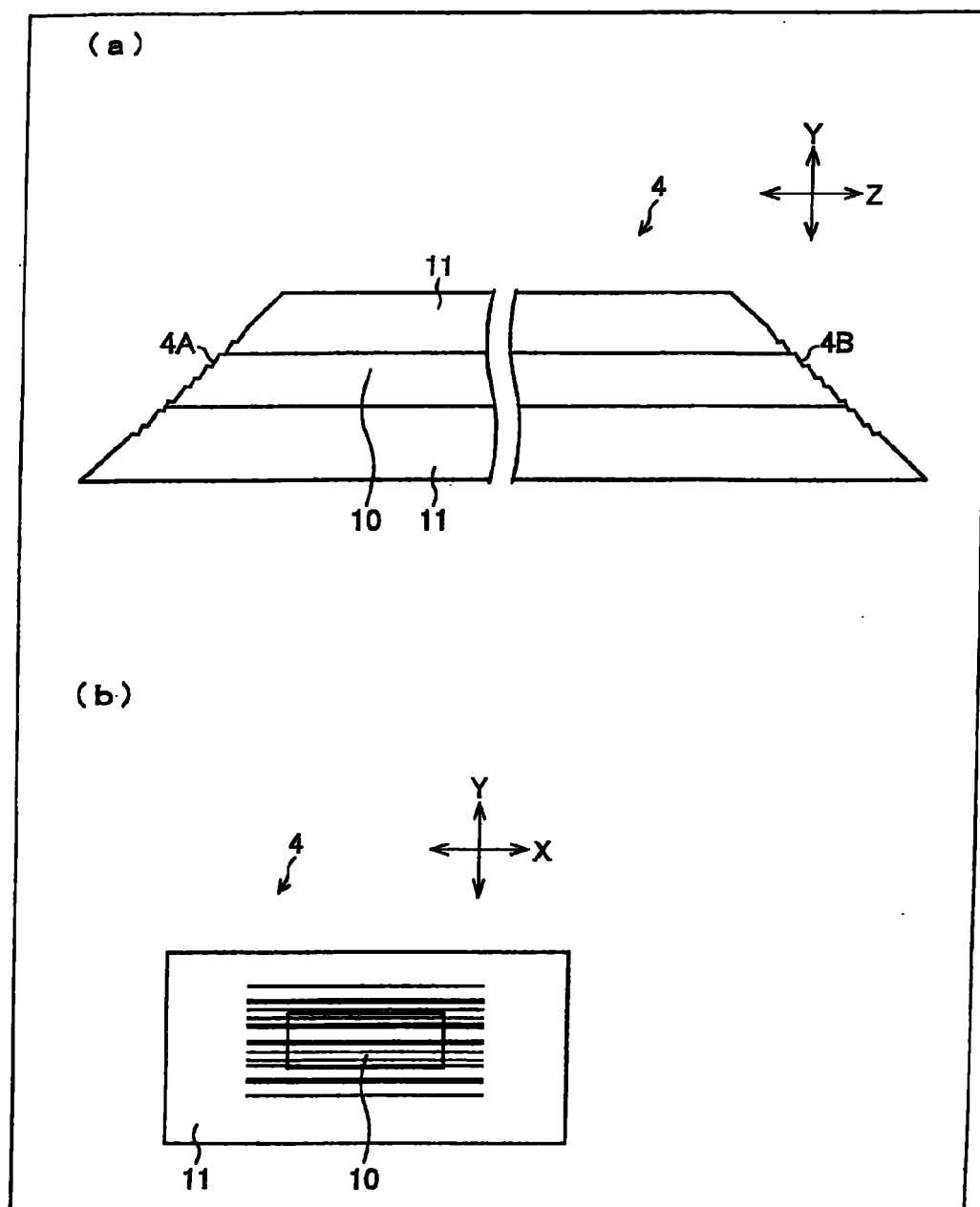


图 14

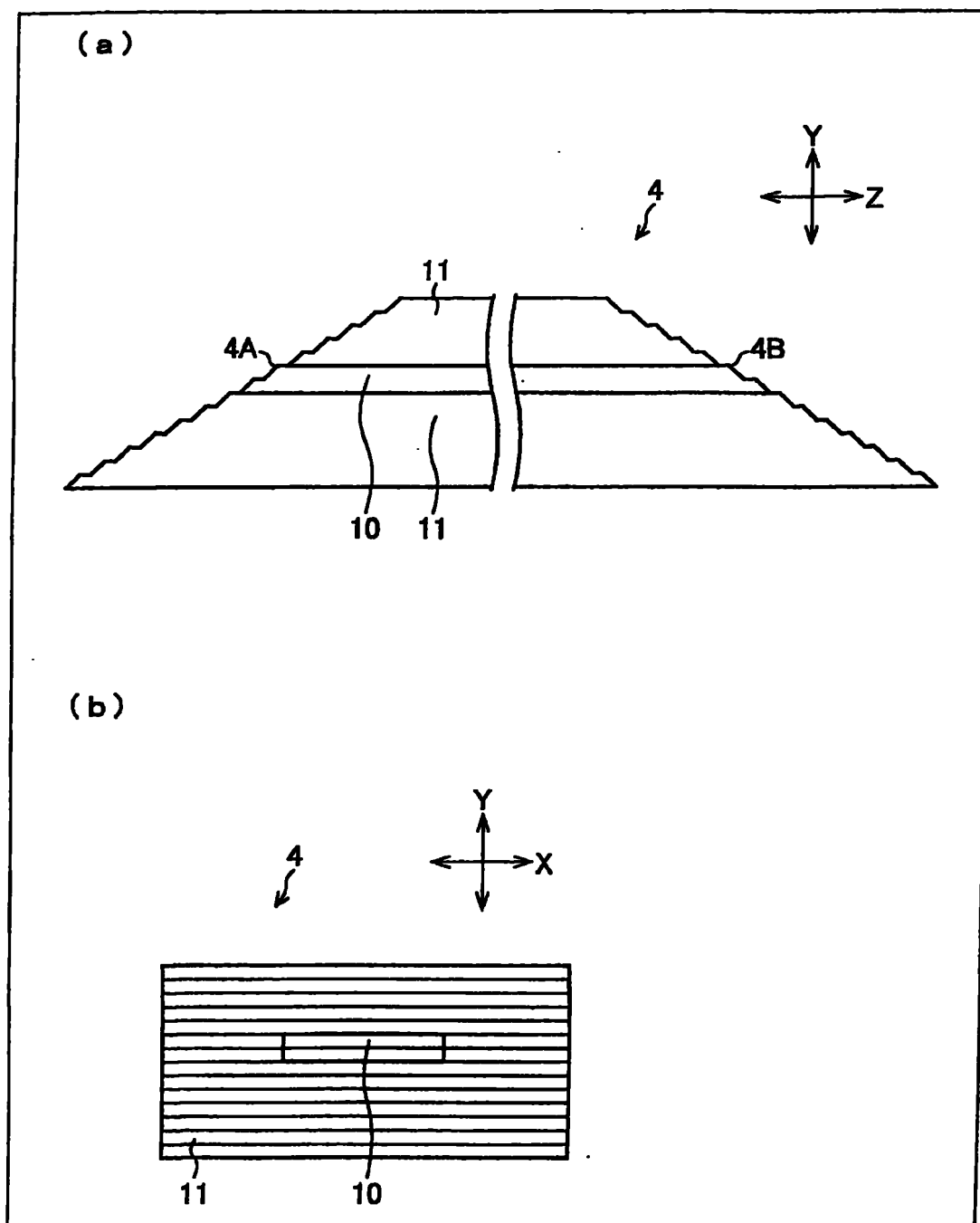


图 15

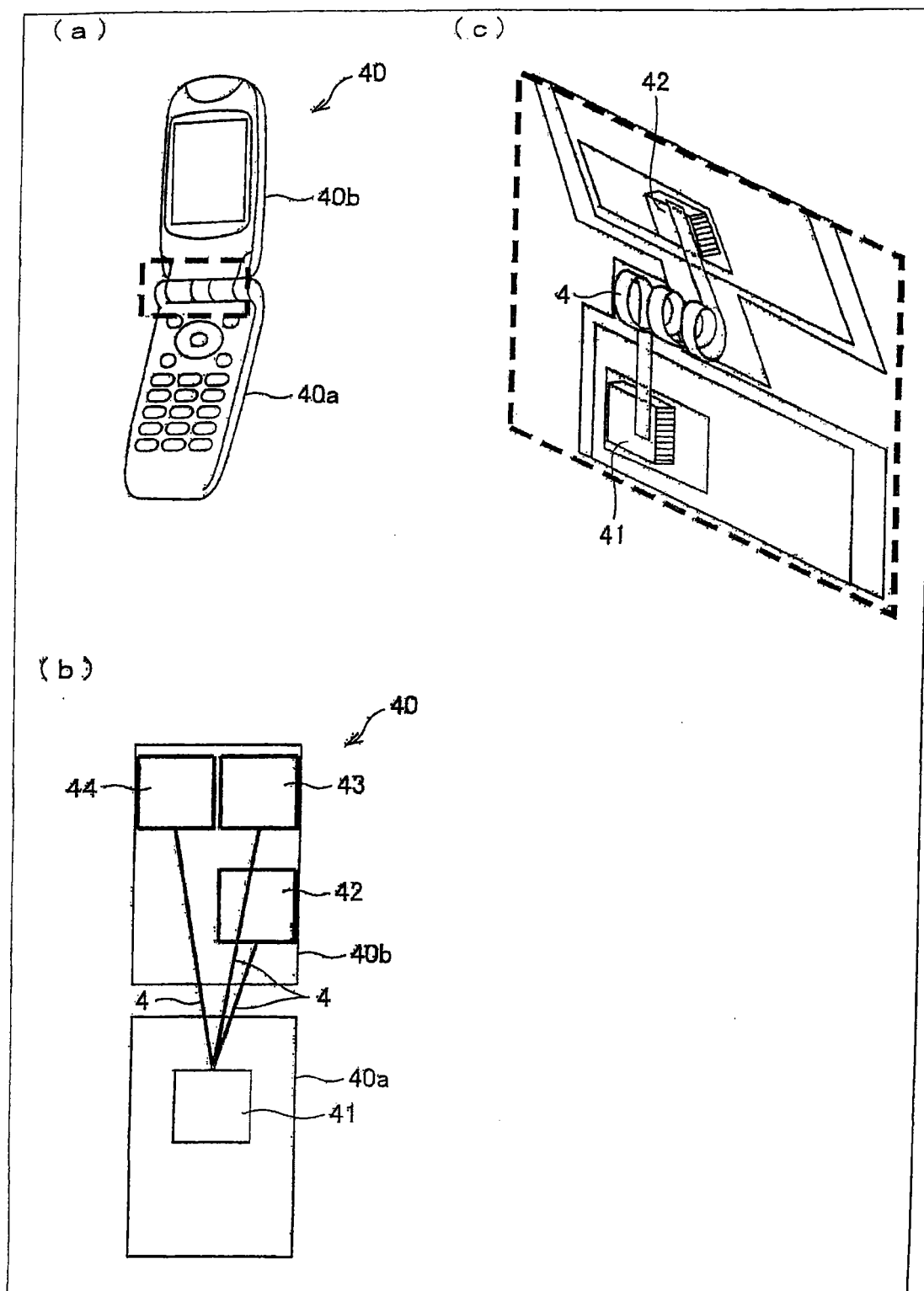


图 16

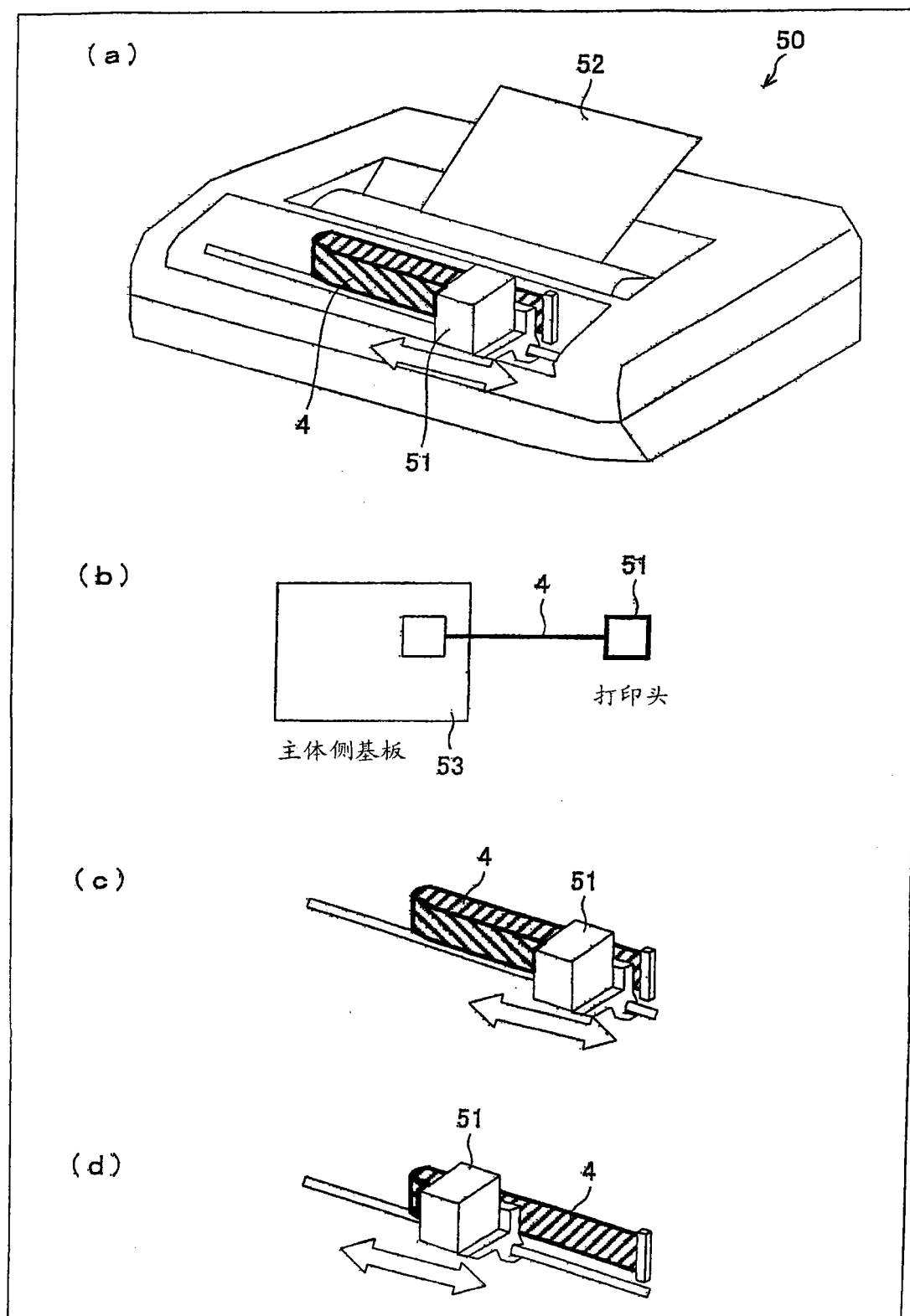


图 17

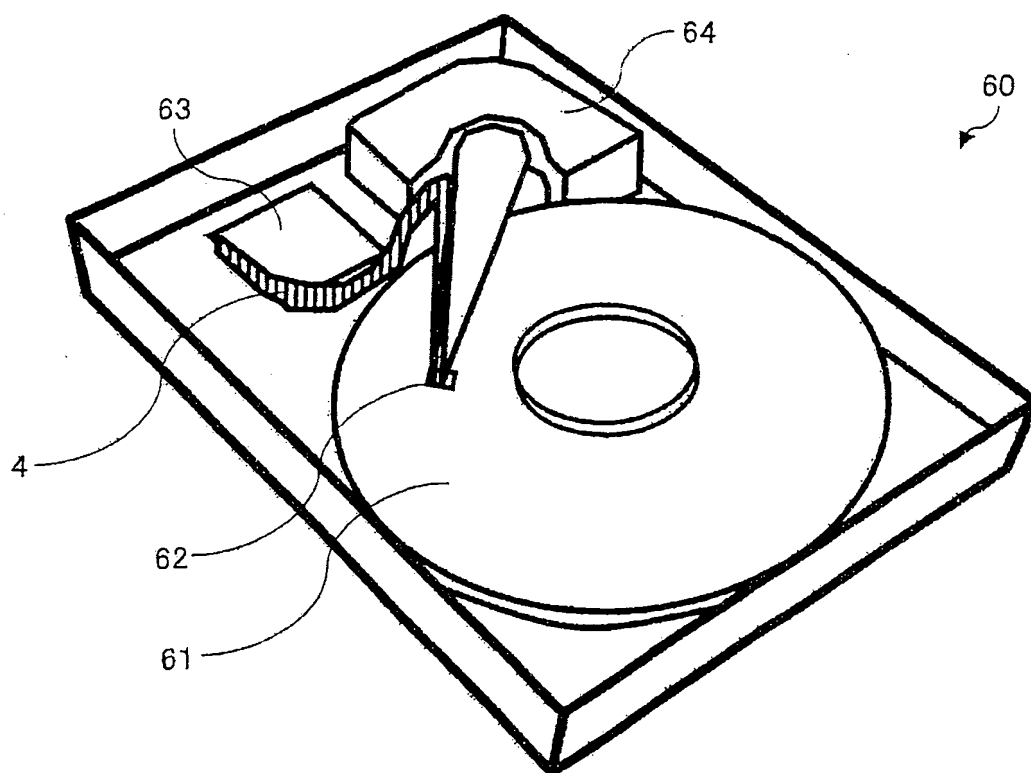


图 18

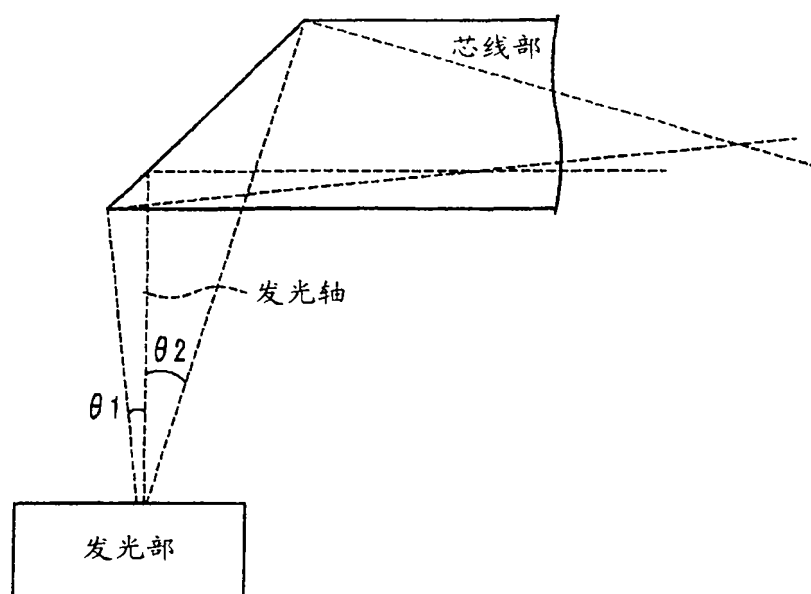


图 19

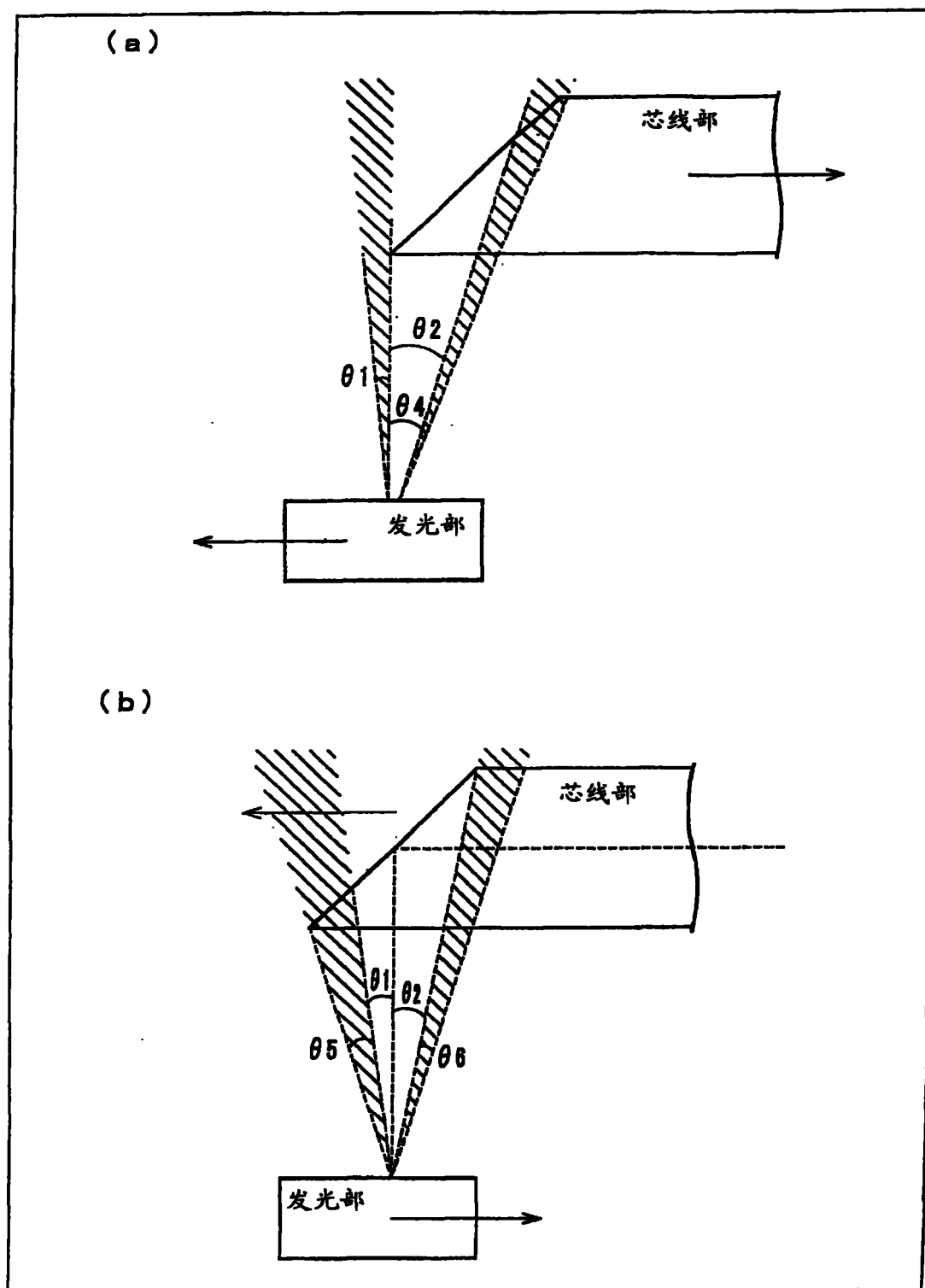


图 20

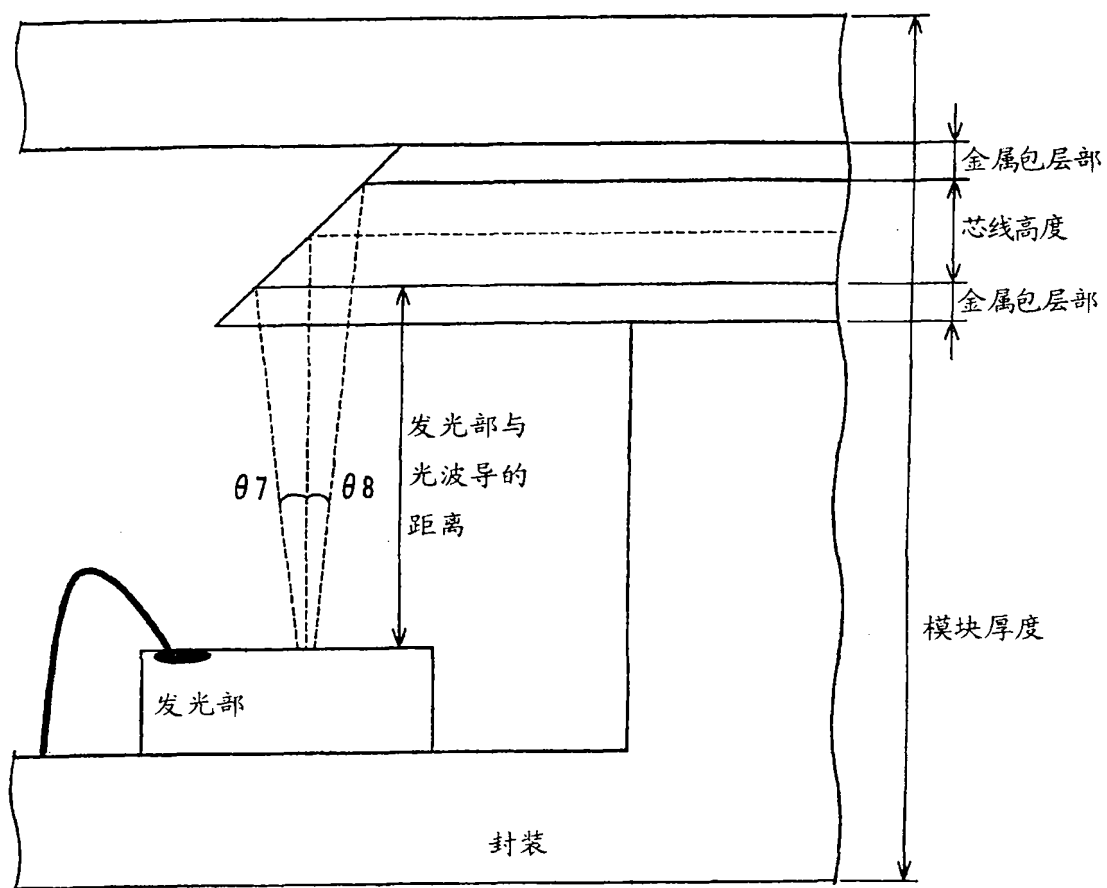


图 21

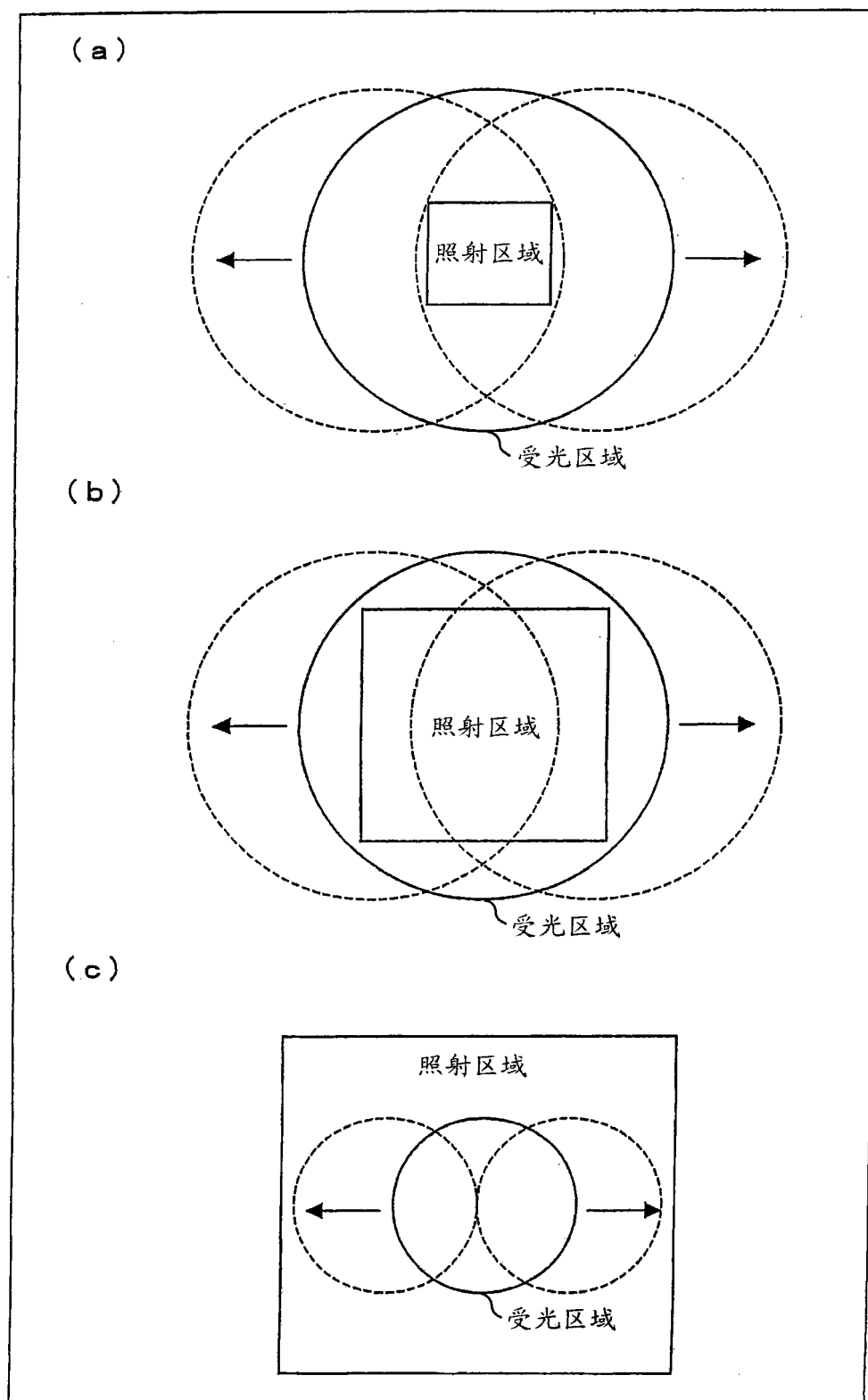


图 22

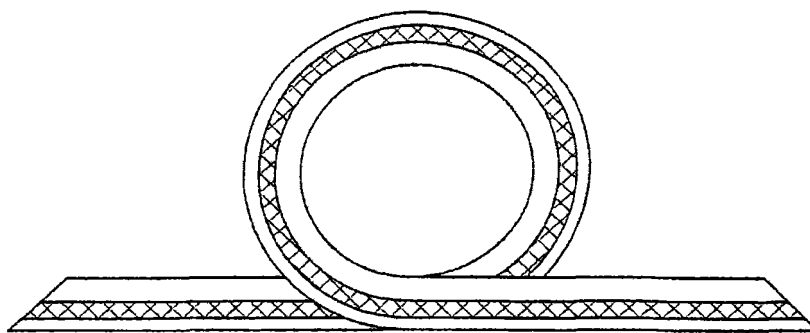


图 23

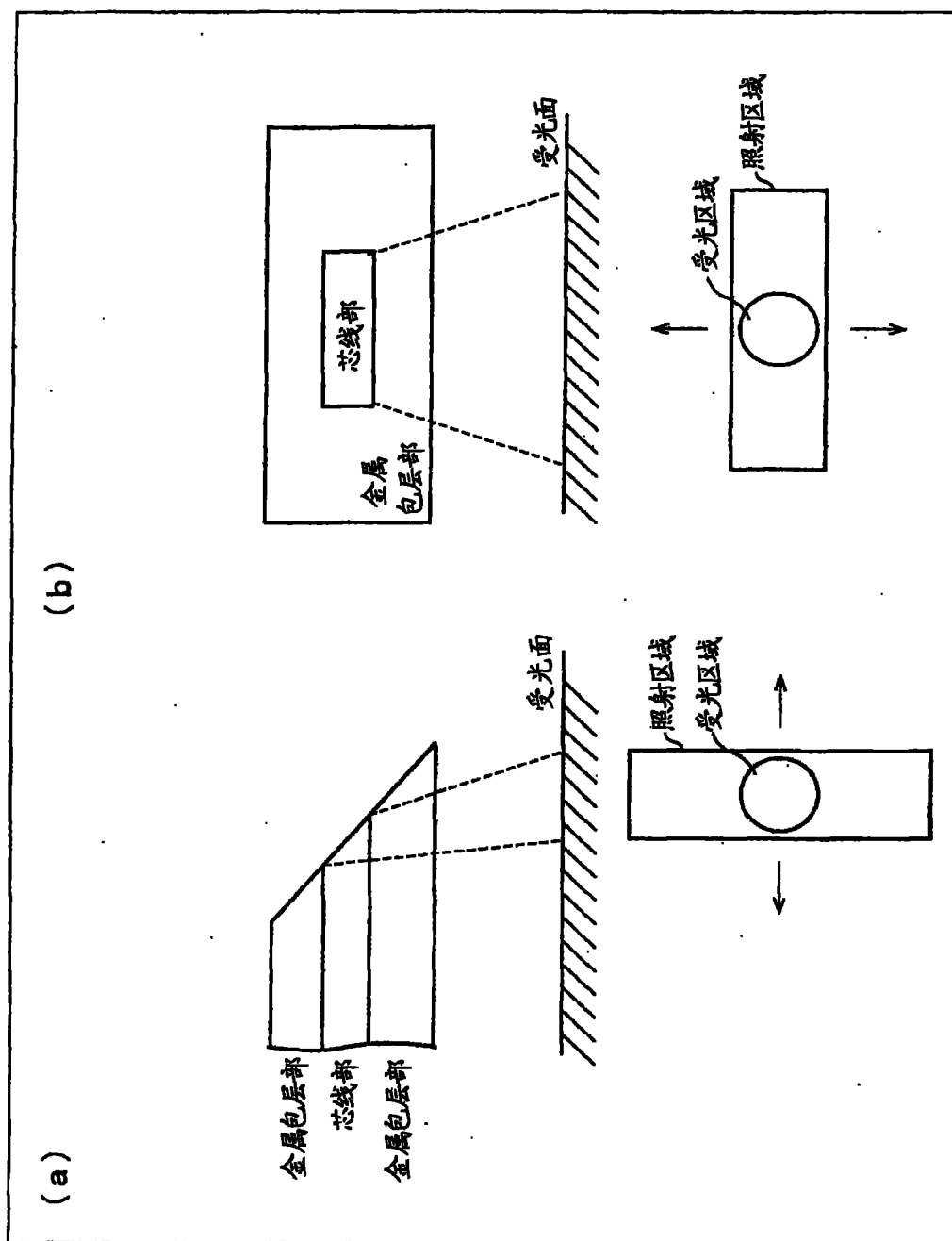


图 24