[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
G02B 6/42
G02B 6/32 H01L 31/032
H04B 10/24

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410055024.3

[43] 公开日 2005 年 2 月 2 日

[11] 公开号 CN 1573390A

[22] 申请日 2004.6.17
[21] 申请号 200410055024.3
[30] 优先权
[32] 2003.6.17 [33] JP [31] 172480/2003
[71] 申请人 索尼株式会社
地址 日本东京都
[72] 发明人 叶真理子 岛海洋一

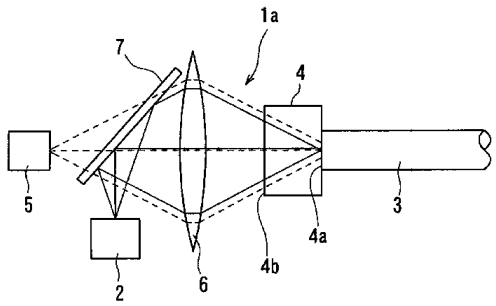
[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
代理人 马高平 杨 梧

权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 10 页

[54] 发明名称 光发送－接收器和光纤

[57] 摘要

从光发射元件发射的光被分束镜反射并入射在光纤上，同时从所述光纤发射的光穿过所述分束镜并入射在光接收元件上。设置透镜以将从光发射元件发射的光聚焦到所述光纤的端面，以及将从所述光纤发射，如扩散的光聚焦。此外，设置光板以在所述光纤端面的上游侧上形成反射面。




ISSN1008-4274

1. 一种与单芯光纤连接的光发送-接收器，包括:

光发射器，用于发射第一光束;

光接收器，用于接收从所述光纤发射的第二光束;

聚焦装置，用于将所述第一光束聚焦到所述光纤并将所述第二光束聚焦到所述光接收器;

光路分离器，用于将从所述光发射器发射的所述第一光束分离，以将所述第一光束导向所述光纤和将从所述光纤发射的所述第二光束导向所述光接收器；以及

反射器，用于反射部分所述第一光束，所述部分光被返回到所述光接收器，所述反射器具有使该反射器与所述光纤的端面相接触的光纤接触面和用于反射所述部分第一光束的面，所述面与所述光纤接触面相对。

2. 如权利要求 1 所述的光发送-接收器，其中还包括用于可拆卸地连接所述光纤的附件，其中所述附件以所述光纤的端面与所述反射器的光纤接触面相接触的方式支撑所述光纤。

3. 如权利要求 1 所述的光发送-接收器，其中所述反射器由具有与所述光纤几乎相同折射率的材料制成。

4. 如权利要求 3 所述的光发送-接收器，其中所述反射器由石英玻璃制成，所述光纤由氟类塑料纤维制成。

5. 如权利要求 1 所述的光发送-接收器，其中所述反射器的光纤接触面和所述光纤的端面各自包括平面。

6. 如权利要求 1 所述的光发送-接收器，其中所述反射器的光纤接触面包括平面，所述光纤的端面包括凸球面。

7. 如权利要求 1 所述的光发送-接收器，其中所述返回光束的反射装置的光纤接触面包括凸球面，所述光纤的端面包括平面。

8. 如权利要求 1 所述的光发送-接收器，其中在所述反射器的光纤接触面与所述光纤的端面之间，插入由树脂制成的接合构件，所述的接合构件紧密地接触所述的光纤接触面和所述光纤的端面，并具有与所述反射器和所述光纤相同的折射率。

9. 如权利要求 2 所述的光发送-接收器，其中所述附件配有用于导向和

支撑所述光纤的导向构件；以及

其中以由所述导向构件支撑的所述光纤的端面与所述反射器的光纤接触面相接触的方式，使所述导向构件和所述反射器彼此整合。

10. 如权利要求 1 所述的光发送-接收器，其中在用于在所述反射器中反射所述部分第一光束的所述面上施加防反射层。

11. 如权利要求 1 所述的光发送-接收器，其中在用于在所述反射器中用于反射所述部分第一光束的所述面相对于与光轴垂直的平面倾斜。

12. 如权利要求 1 所述的光发送-接收器，其中在所述反射器中用于反射所述部分第一光束的所述面形成凹球形。

13. 一种与光发送-接收器连接以执行信号光发送和接收的光纤，包括：

主光纤，用于实现光发送和接收；以及

反射器，用于反射来自所述光发送-接收器的一部分光，所述反射器具有用于使所述反射器与所述主光纤相接触的光纤接触面和用于反射所述一部分光的面，所述面与所述光纤接触面相对，

其中所述反射器被连接到所述主光纤的端面上，所述光纤接触面与所述主光纤的端面相接触，来自所述光发送-接收器的光聚焦在所述端面上。

14. 如权利要求 13 所述的光纤，其中还包括用于将所述光纤可拆卸地连接到所述光发送-接收器的附件，其中所述反射器设置在所述附件上。

# 光发送-接收器和光纤

## 技术领域

本发明涉及一种光发送-接收器和一种光纤。尤其涉及一种与单芯光纤等相连的光发送-接收器等。

## 背景技术

图 1 是利用单芯光纤来执行双向通讯(bi-directional communication)的光通讯系统 100 的概略结构的说明图。该光通讯系统 100 包括两个各自包括光发射元件 101 和光接收元件 102 的光发送-接收器 103A，103B，和用于连接光发送-接收器 103A，103B 的单芯光纤 104。当光发送-接收器 103A 发送数据到光发送-接收器 103B 时，所述光发送-接收器 103A 中的光发射元件 101 发光。从光发送-接收器 103A 中的光发射元件 101 发出的光通过光纤 104 传播。然后光发送-接收器 103B 中的光接收元件 102 接收该光。

当光发送-接收器 103B 发送数据到光发送-接收器 103A 时，光发送-接收器 103B 中的光发射元件 101 发光。光发送-接收器 103B 中的光发射元件 101 发出的光通过用来传送来自光发送-接收器 103A 的数据的光纤 104 传播。然后光发送-接收器 103A 中的光接收元件 102 接收该光。

例如，像这种在光发送-接收器 103A 与光发送-接收器 103B 之间利用所述单芯光纤 104 同时执行发送和接收的技术被称作“单芯双向全双工光纤通讯(single-core bi-directional full-duplex optical fiber communication)”。

为了执行单芯双向全双工光纤通讯，需要提供一个光发送-接收器，该光发送-接收器具有将光发射元件 101 发射的光导向光纤 104 和将该光纤 104 发射的光导向所述光接收元件 102 的功能。作为具有这种功能的光发送-接收器，具有使用分束镜的结构的光发送-接收器是公知的。

图 2 是示出装配有这种分束镜的常规光发送-接收器 103 的概略结构的平面图。所述光发送-接收器 103 从光发射元件 101 发射光，并利用分束镜 107 将该光分离，所述分束镜具有大约 50％的透射系数和大约 50％的反射系数。然后光发送-接收器 103 利用透镜 108 将所述发射光聚焦在光纤 104 的端面

上。另一方面，光发送-接收器 103 通过在发送中所使用的透镜 108 将光纤 104 反射的光聚焦，并使其通过所述分束镜 107。然后光接收元件 102 接收该光。在图 2 中，被如此发射的光用实线表示，被如此接收的光用虚线表示。

在使用分束镜 107 的光发送-接收器 103 中，被如此发射和接收的光使用相同的光轴，以使透镜 108 能够排列在光纤 104 的端面附近从而将所述被发射和接收的光聚焦。这就使得从光发射元件 101 到光纤 104 的入射光效率和从光纤 104 到光接收元件 102 的光的接收效率都得以提高。

然而，在使用分束镜 107 的光发送-接收器中，从光发射元件 101 发射的光和由光纤 104 端面所反射的光通过透镜 108 被聚焦在光接收元件 102 上，并被耦合到光接收元件 102。从而，所述光发送-接收器具有这样的缺点，即产生了对单芯双向光纤通讯特有的巨大串扰。

图 3 是串扰产生原理的说明图。“S”表示来自图中未示出的光发送-接收器的信号光。可选择地，分束镜 107 反射从光发射元件 101 发射的其他信号光。然后透镜 108 将其聚焦并通过光纤的端面使其进入光纤 104 内。然而光纤 104 的端面反射从发射元件 101 发射的部分光。由于所述信号光 S 和所述其他的信号光在传播过程中使用相同的光轴，所以这部分光随后通过透镜 108 被聚焦在光接收元件 102 上，并被耦合到光接收元件 102。这样提供了串扰 N。

接下来将描述获得下面方程式(1)的示例，该方程式用来计算使用分束镜的常规光发送-接收器的 S/N(信号光 S 与串扰 N)的比率。

$S = 0.5aP_2 = 0.5P_2$ 和

$N = 0.5\times0.5bcP_1 = 5.0\times10-3P_1$

$S/N = 100P_2/P_1$ …(1)

其中以下面的假定为基础完成所述计算:

$P_1$: 从光发射元件发射的光的强度;

$P_2$: 从光纤发射的光的强度;

a: 信号光与光接收元件的耦合效率;

b: 被光纤端面反射的光的反射系数; 和

c: 从光纤端面返回的光与光接收元件的耦合效率。

值得注意的是，在计算中，将分束镜的透射系数被为 0.5，将其反射系数设为 0.5。

如果信号光被完全耦合到光接收元件，则给出 a = 1。如果光纤由具有大约 1.35 折射率的氟类塑料光纤(fluorine-based plastic fiber)制造，则给出 b = 0.02。如果从光纤端面返回的光被完全耦合到光接收元件，则给出 c = 1。

在千兆赫兹频段的单芯双向通讯中，为了获得比特误差率 $BER<10^{-12}$，S/N>10 通常是必需的，所以下面的方程式(2)给出了可容许的损耗:

$$P_1/P_2>0.1 \quad \ldots(2)$$

根据方程式(2)，从光发射元件到光纤的发光端的范围，仅允许-10dB 的损耗。光到达光纤入射端之前通过分束镜已承受了-3dB 的损耗，所以-7dB 的残余损耗是可容许的。

假定，例如，在铺设具有-4dB/100m 的传输损耗、0.2dB/90°的弯曲损耗以及可容许的曲率半径 R = 20mm 的氟类塑料光纤的情况下，所述光纤在 100m 的距离上只可以弯曲 15 次。这在光纤铺设时产生严重限制，所以 S/N>10 的条件不能满足光纤经常被弯曲，例如 16 次或更多次的铺设情况，从而表明千兆赫兹频段的单芯双向通讯中存在困难。

发明内容

为了解决这些问题，本发明做了改进，本发明的目的是提供一种光发送-接收器和一种能够抑制串扰的光纤。

本发明的一个目的是依照本发明改进与单芯光纤相连的光发送-接收器。所述光发送-接收器包括：用于发射第一光束的光发射器，用于接收从所述光纤发射的第二光束的光接收器，以及用于将所述第一光束聚焦到所述光纤和将所述第二光束聚焦到光接收器的聚焦装置。所述光发送-接收器还包括：用于将所述光发射器发射的第一光束分开以将其导向光纤和将从所述光纤发射的第二光束导向所述光接收器的光路分离器。所述光发送-接收器进一步包括用于反射部分所述第一光束的反射器，所述部分光被返回到所述光接收器。所述反射器具有使反射器与所述光纤的端面相接触的光纤接触面和用于反射所述部分第一光束的面，该面与所述光纤接触面相对。

根据本发明涉及的所述光发送-接收器，在发射中，第一光束从所述光发射器发出。从光发射器发射的所述第一光束被光路分离器分离并被光路分离器导向光纤，且通过聚焦装置被聚焦，以便通过光纤的端面进入光纤。在接收中，第二光束从所述光纤被发射。从光纤发射的所述第二光束通过聚焦装

置被聚焦，并被所述光路分离器导向所述光接收器。

应当注意到，从光发射器发射的部分第一光束被所述位于光纤端面上游侧上的反射器的表面反射。由所述反射器的该面反射的返回光没有被聚焦到光接收器，从而抑制了串扰。

例如，如果所述反射器由具有与所述光纤几乎相同折射率的材料制成，则减小了反射器的光纤接触面与光纤端面之间的边界面的反射系数。因此抑制了串扰。

如上所述，仅仅通过添加这样的反射器就减小了串扰，由此提供了一种用于执行单芯双向全工光纤通讯的廉价光发送-接收器。

根据本发明的另一方面，一种与光发送-接收器相连以执行光信号发射和接收的光纤。所述光纤包括主光纤和用于反射返回光的反射器。所述反射器具有用于使所述反射器与所述主光纤相接触的光纤接触面和用于反射所述返回光的面，所述面与所述光纤接触面相对。以发射器的光纤接触面与所述主光纤端面相接触的方式将所述反射器连接到主光纤的端面上，其中来自光发送-接收器的光聚焦到该端面上。

根据本发明涉及的所述光纤，光发送-接收器发射的光被聚焦到所述主光纤的端面上。一部分如此发射的光被在反射器中用于反射返回光的所述面反射，所述面位于主光纤端面的上游侧上。因此，由该面反射而返回的光没有聚焦到光发送-接收器的所述光接收器上。因此，根据本发明涉及的所述光纤，减小了串扰，由此提供了一种能够实现优良单芯双向全工光纤通讯的光纤通讯系统。

该说明书的结束部分特别指出并直接要求本发明的主题。然而，通过参照附图阅读本说明书的剩余部分，本领域技术人员将会更好地理解本发明的构造和实施方法及其进一步的优势和目的，其中相同标记表示相同元件。

附图说明

图 1 是用于执行单芯双向光纤通讯的光通讯系统的概略结构的说明图；

图 2 是示出常规光发送-接收器的概略结构的平面图；

图 3 是串扰产生原理的说明图；

图 4 是示出根据本发明光发送-接收器的第一实施例的概略结构的平面图；

图 5A 和 5B 是各自示出在光发送-接收器第一实施例中返回光光路示例的说明图;

图 6A 和 6B 是各自示出光纤可连接/拆卸的光发送-接收器的结构平面图;

图 7 是示出在光板和光纤彼此分离的情况下,返回光光路示例的说明图;

图 8A 和 8B 是各自示出光板与光纤彼此接合的第一结构的说明图;

图 9A 和 9B 是各自示出光板与光纤彼此接合的第二结构的说明图;

图 10A 和 10B 是各自示出光板与光纤彼此接合的第三结构的说明图;

图 11 是示出光板与光纤彼此接合的第四结构的说明图;

图 12 是示出根据本发明光发送-接收器第二实施例的概略结构的平面图;

图 13A 和 13B 是各自示出光纤结构的平面图;

图 14 是示出根据本发明光发送-接收器第三实施例的概略结构的平面图;

图 15 是示出根据本发明光发送-接收器第四实施例的概略结构的平面图;和

图 16 是示出根据本发明光发送-接收器第五实施例的概略结构的平面图。

具体实施方式

接下来参照附图描述本发明的实施例。图 4 是示出根据本发明光发送-接收器的第一实施例的概略结构的平面图。在光发送-接收器 1a 第一实施例中,光板 4 被装配到光纤 3 的端面上,其中光发射元件 2 发出的光入射到该端面上。这就使被光纤端面反射而返回到光接收元件 5 上的光减少。

作为光发射器的光发射元件 2 由例如激光二极管组成。作为光接收器的光接收元件 5 由例如光电二极管组成。透镜 6 是光聚焦装置的一个示例,从而将从光发射元件 2 发射的光聚焦到光纤 3 的端面上,同样将从光纤 3 发射,如扩散的光聚焦到用于与该光纤 3 耦合的光接收元件 5 上。应注意到,在布置上光发射元件 2 和光接收元件 5 可以互相取代。

分束镜 7 是具有大约 50% 透射系数和大约 50% 反射系数并被排列在透镜 6 的光轴上的半透射反射镜(half-mirror),以组成光路分离器,所述光路分离器用来反射光发射元件 2 所发射的光以将其导向光纤 3,同时传输光纤 3 发射的光以将其导向光接收元件 5。

光板 4 是反射器的一个示例,其用来反射光发射元件 2 发射而返回到光接收元件 5 的部分光。光板 4 配有位于其一个表面上的光纤接触面 4a 和用

来反射光发射元件2发射的部分光的面4b，所述面4b与光纤接触面4a相对。光板4是这样的透明块，即光纤接触面4a和面4b是，例如，圆柱形的或矩柱形(rectangular conlumn-shaped)的。该光板4由具有与光纤3几乎相同折射率的透明材料制成。

光板4以这样的方式排列在透镜6的光轴上，即面4b以预定的距离与透镜6相对。另外，光纤接触面4a与光纤3的端面紧密地接触。

设定光发射元件2发射的光可以通过透镜6聚焦在光纤3的端面上，以致入射在面4b上的斑点具有大的直径，该面4b以差不多所述预定距离比光纤3的端面更接近透镜6。因此，设置光板4的尺寸以使面4b的面积比在面4b位置处的所述斑点直径大。

接下来将要描述光发送-接收器1a第一实施例的运作。在图4中注意到，光发射元件2发射的光用实线表示，被光接收元件5接收的光用虚线表示。在从光发送-接收器发送的情况下，从光发射元件2发射光。从光发射元件2发射的光由分束镜7反射，并被导入透镜6中。

通过透镜6被聚焦的光穿过光板4，并通过光纤的端面进入光纤3。因此，从与光纤3一个端面相连的光发送-接收器1a中的光发射元件2发射的光通过光纤3传播，进而被传输到具有相同的结构且与光纤3的另一个端面相连的光发送-接收器(未示出)。

在光发送-接收器1a接收的情况下，从光纤3发射，如被扩散的光通过透镜6被聚焦，穿过分束镜7，并被耦合到光接收元件5。

图5A和5B是各自示出在光发送-接收器第一实施例中返回到光接收元件5的光的光路示例说明图。在图5A和图5B中，从光发射元件2发射的光用实线表示，被光接收元件5接收的光用虚线表示。

如图5A所示，从光发射元件2发射的光被分束镜7反射及通过透镜6聚焦而进入光纤3。然后从光发射元件2发射的一部分光被光板4的面4b反射，以提供返回到光接收元件5的光。

应注意到，从光发射元件2发射的光通过透镜6被聚焦到光纤3的端面上，使得由面4b反射从而返回的光甚至经过透镜6后仍没有聚焦在光接收元件5的位置处，该面4b以差不多所述预定距离比光纤3的端面更接近透镜6。因而可减小串扰。

例如，在光板4是由石英制成的情况下，被所述面4b返回的光$N_p$由下

面的方程式(3)给出。

$$N_p = 0.5\times0.5deP_1 = 3.8\times10^{-4}P_1 \quad \ldots(3)$$

其中以下面的假定为基础所述计算完成:

$P_1$: 从光发射元件 2 发出的光强;

d: 光板 4 的面 4b 的反射系数; 以及

e: 在光板 4 的面 4b 处被返回的光与光接收元件 5 之间的耦合效率。

值得注意的是, 在计算中, 将分束镜 7 的透射系数设为 0.5 及其反射系数设为 0.5。另外, 在光板由具有大约 1.45 折射率的石英玻璃制成的情况下, d=0.03。同时, 假定提供光板 4 以使得在光接收元件 5 的光接收部位处产生返回光 700μm 的斑点直径。在光接收元件 5 处的接收光的直径为 120μm 的情况下, e = 0.05。

如图 5B 所示, 从光发射元件 2 发射的, 并通过透镜 6 聚焦进入光纤 3 的部分光被光纤 3 的端面反射, 以提供返回到光接收元件 5 的光。然而, 通过使用由具有与光纤 3 几乎相同折射率的材料制成的光板 4, 在光板 4 的光纤接触面 4a 与光纤 3 的端面之间的接触面处, 反射系数被减小。

因此, 由光纤 3 的端面反射并返回到光接收元件 5 的光, 即可以减小串扰。在光纤 3 由例如氟类塑料纤维制成的情况下, 这种在光纤 3 的端面处被返回的光 $N_f$ 由下面的方程式(4)给出。

$$N_f = 0.5\times0.5(1-d)^2fgP_1 = 2.4\times10^{-4}P_1 \quad \ldots(4)$$

其中:

$P_1$: 从光发射元件 2 发出的光强;

f: 光板 4 的光纤接触面 4a 与光纤 3 的端面之间的接触面处的反射系数; 以及

g: 在光纤端面 3 处被返回的光与光接收元件 5 之间的耦合效率。

在光板 4 由具有大约 1.45 折射率的石英玻璃制成, 光纤 3 由具有大约 1.35 折射率的氟类塑料纤维制成的情况下, f = 0.001, 在光纤 3 端面处被返回的光完全耦合到光接收元件 5 的情况下, g = 1。

信号光 S 由下面的方程式(5)给出。

$$S = 0.5a(1-d)P_2 = 0.49P_2 \quad \ldots(5)$$

其中:

$P_2$: 从光纤发出的光强;

a: 信号光与光接收元件 2 的耦合度；以及

d: 光板 4 的面 4b 的反射系数。

在信号光完全耦合到光接收元件 5 的情况下，a = 1。

因此，考虑到在光板 4 的面 4b 处被返回的光 $N_p$ 和光纤 3 的端面处被返回的光 $N_f$，S/N 比率由下面的方程式(6)给出。

$$S/N = S/(N_p + N_f) = 790P_2/P_1 \quad \ldots(6)$$

在千兆赫兹频段的单芯双向通讯中，为了获得 $BER<10^{-12}$ 的比特误差率，一般需要 S/N>10，所以下面的方程式(7)给出了可容许的损耗。

$$P_1/P_2>0.013 \quad \ldots(7)$$

根据方程式(7)，-19dB 的损耗是可容许的。因此可以理解，经过根据该实施例的光纤 3 的可容许损耗，与没有装配光板 4 的常规光发送-接收器的、通过方程式(2)获得的可容许损耗相比增加了差不多 9dB。

上述光发送-接收器 1a 的第一实施例可以具有这样的结构，即光纤 3 是可拆卸的或是不可拆卸地固定的。下面将描述光纤 3 是可拆卸的结构的一个示例。图 6A 和图 6B 是各自示出光纤 3 可拆卸的从光发送-接收器 1a 的结构平面图。图 6A 示出了光纤 3 被连接的情形，图 6B 示出了光纤被拆卸的情形。

光发送-接收器 1a 包括一个外壳 20。光发送-接收器 1a 还包括：光发射元件 2、光接收元件 5、光板 4、透镜 6 和分束镜 7，它们被封入所述外壳 20 中。另外，光发送-接收器 1a 包括作为附件示例的连接器 8。光纤 3 装配有用来将光纤与连接器 8 相连的插栓(plug)9，以使光纤 3 在结构上可以被连接到所述光发送-接收器 1a 并可从所述光发送-接收器 1a 拆卸。

所述插栓 9 装备有金属环(ferrule)9a。所述光纤 3 的端面暴露在该金属环 9a 的末端。连接器 8 装备有套管(sleeve)8a，所述插栓 9 的金属环 9a 插入到该套管中。套管 8a 是导向构件的一个示例。当所述插栓 9 与连接器 8 连接时，所述金属环 9a 插入到所述套管 8a 中，以使光纤 3 与透镜 6 以光轴一致的方式彼此对齐。

如图 6B 所示，光板 4 装配在，例如连接器 8 的套管 8a 中。然后，如图 6A 所示，当所述插栓 9 与连接器 8 相连时，被套管 8a 支撑的光纤 3 的端面被导向以挤压并与光板 4 的光纤接触面 4a 相接触。因而它们可以彼此紧密地接触。

设定当插栓 9 与连接器 8 连接时，从光发射元件 2 发出且在图 6A 中用实线表示的光可以通过透镜 6 聚焦到光纤 3 的端面上。从而，由于与光纤接触面 4a 相对的面 4b 存在于光纤 3 的端面的上游侧上，所以被光板 4 的面 4b 反射的一部分光成为返回光接收元件 5 的光。然而，这阻止了如此返回的光聚焦在光接收元件上，从而可减少串扰。

接下来将解释为什么光板 4 的光纤接触面 4a 与光纤的端面彼此之间要保持紧密地连接。图 7 是示出在光板 4 和光纤 3 彼此分离的情况下，返回光光路示例的说明图。在图 7 中，光发射元件发射的光用实线表示，被接收元件接收的光用虚线表示。

如果在光板 4 的光纤接触面 4a 与光纤 3 的端面存在空隙，则图 4 中示出的光发射元件 2 发射的部分光会被光板 4 的光纤接触面 4a 反射，以提供返回光接收元件 5 的光。另外，从光发射元件 2 发射的另外一部分光也被光纤 3 的端面反射而提供了返回光接收元件 5 的光。这样，当光板 4 的光纤接触面 4a 与光纤 3 的端面之间有缝隙时，返回光总量上增加了，从而造成了巨大的串扰。

为了解决这个问题，提供这样的结构，即光板 4 的光纤接触面 4a 与光纤 3 的端面彼此保持紧密地接触。下面将描述光板 4 的光纤接触面 4a 与光纤 3 的端面彼此保持紧密地接触以便彼此接合这样的结构。

图 8A 和 8B 是光板与光纤彼此接合的第一结构的说明图。如图 8A 所示，光板 4 的光纤接触面 4a 和光纤 3 的端面分别由平面构成，所述平面彼此平行。随后，如图 8B 所示，设定光纤 3 的端面可以压在光纤接触面 4a 并固定在其上。应当注意，如图 6A 和 6B 所示，光纤 3 是可从光发送-接收器 1a 上拆卸或不可拆卸地固定于其上的。如果光纤 3 是可拆卸的，则图 6A 中示出的金属环 9a 的端面由平面构成。

从而，光板 4 的光纤接触面 4a 与光纤 3 的端面彼此之间紧密地接触。通过用与光纤 3 具有几乎相同折射率的材料制造光板 4，使得在光板 4 的光纤接触面 4a 与光纤 3 的端面之间的边界面处发射系数被减小，从而减少串扰。

图 9A 和 9B 是光板与光纤彼此接合的第二结构的说明图。如图 9A 所示，光板 4 的光纤接触面 4a 由平面构成，光纤 3 的端面由凸球面构成。然后，如图 9B 所示，光纤 3 的端面被压到光纤接触面 4a 并固定到其上。应当注意，图 6A 和 6B 所示，在结构上，光板 3 是可从光发送-接收器 1a 上拆卸或不可

拆卸地固定于其上的。如果光纤 3 是可拆卸的，则图 6A 和 6B 中示出的金属环 9a 的端面由凸球面构成，以使光纤 3 的端面在结构上可以定位在球面的最高点处。

因此，光纤 3 球形端面的最高点与光板 4 的平坦光纤接触面 4a 保持接触。这就使光纤接触面 4a 与光纤的端面彼此保持紧密地接触。因此，通过用与光纤 3 具有几乎相同折射率的材料制造光板 4，使得在光板 4 的光纤接触面 4a 与光纤 3 的端面之间的边界面处发射系数被减小，从而减少串扰。

图 10A 和 10B 是光板与光纤彼此接合的第三结构的说明图。如图 10A 所示，光板 4 的光纤接触面 4a 由凸球面构成，光纤 3 的端面由平面构成。然后，如图 10B 所示，光纤 3 的端面被压到光纤接触面 4a 并固定到其上。应当注意，图 6A 和 6B 所示，在结构上，光板 3 是可从光发送-接收器 1a 上拆卸或不可拆卸地固定于其上的。

因此，光纤 3 平的端面与光板 4 球形的光纤接触面 4a 保持接触，由此使光纤接触面 4a 与光纤 3 的端面彼此保持紧密地接触。因此，通过用与光纤 3 具有几乎相同折射率的材料制造光板 4，使得在光板 4 的光纤接触面 4a 与光纤 3 的端面之间的边界面处的发射系数被减小，从而减少串扰。

图 11 是光板与光纤彼此接合的第四结构的说明图。在图 11 示出的示例中，光板 4 的光纤接触面 4a 和光纤 3 的端面各自由平面构成。在这个光纤接触面 4a 与光纤 3 的端面之间，配有由具有与光板 4 和光纤 3 相同折射率的树脂制成的匹配剂(matching agent)4c。应当注意，在图 11 示出的示例中，光纤 3 在结构上被不可拆卸地固定到光发送-接收器 1 上。

所述匹配剂 4c 是接合构件的一个示例。例如，构成匹配剂 4c 的树脂被注入光纤接触面 4a 与光纤 3 的端面之间，且光纤 3 被压到光纤接触面 4a 并被固定到其上。因此，光板 4 的光纤接触面 4a 和光纤 3 的端面各自与所述匹配剂 4c 粘合。通过用与光纤 3 具有几乎相同折射率的材料制造匹配剂 4c 和光板 4，在光板 4 的光纤接触面 4a 与匹配剂 4c 之间，和匹配剂 4c 与光纤的端面之间的每一个边界面处的反射系数被减小，从而减少串扰。

接下来将要描述光发送-接收器的第二实施例。图 12 是示出根据本发明光发送-接收器的第二实施例的概略结构的平面图。图 12 中示出的光发送-接收器 1b 包括光板-整体套管(optical plate-integrated sleeve)10。光板-整体套管 10 被设置在与光纤 3 的插栓 9 相连的连接器 11 上。光板-整体套管 10 是

通过将作为导向构件示例的套管部分 10a 与光板部分 10b 彼此整体化而构成的，其中插栓 9 的金属环 9a 插入到套管部分 10a 中。

光板-整体套管 10 由与光纤 3 具有几乎相同折射率的材料制成。光学部分 10b 在套管部分 10a 内具有光纤接触面 10c 和与该光纤接触面相对的面 10d。

设定当插栓 9 与连接器 11 连接时，将金属环 9a 插入到套管部分 10a 中，以使光纤 3 的光轴与透镜的光轴一致。另外，当插栓 9 与连接器 11 连接时，由套管部分 10a 支撑的光纤 3 的端面被导向而与光板部分 10b 的光纤接触面 10c 相对，以使它们可以彼此紧密地接触。

设定当插栓 9 与连接器 11 连接时，从光发射元件 2 发出且在图 2 中用实线表示的光通过透镜 6 聚焦到光纤 3 的端面。因此，由于光板-整体套管 10 的面 10d 存在于光纤 3 的端面的上游侧上，所以被面 10d 反射的部分光成为返回到光接收元件 5 的光。然而，这阻止了如此返回的光束聚焦在光接收元件上，以减少串扰。此外，在光板部分 10b 的光纤接触面 10c 与光纤 3 的端面之间的边界面处的反射系数减小，从而减少串扰。

在图 12 示出的光发送-接收器 1b 中，光板和套管被集成在一个单体元件中，由此能够使元件的数量减小。此外，可能很容易获得组装精度，其对于将光纤 3 的端面与光板的光纤接触面保持紧密地接触是必需的。值得注意的是，在图 12 的结构中，光纤 3 的端面可以由球面构成。

尽管在上述第一和第二实施例中，光板在结构上被设置在光发送-接收器的一侧上，但是光板可以被提供在光纤的一侧上。接下来将描述具有光板的光纤和连接光纤的光发送-接收器的结构。图 13A 和 13B 是各自示出光纤结构的平面图。图 13A 示出从光发送-接收器上分开的情形，图 13B 示出与光发送-接收器连接的情形。

光纤 3 装备有插栓 12。所述插栓 12 是附件的一个示例。插栓 12 的金属环 12a 支撑光纤 3。在金属环 12a 末端配有光板 13。该光板 13 是反射器的一个示例。它配有光纤接触面 13a 和与该光纤接触面 13a 相对的面 13b。设置光板 13，以使光纤接触面 13a 可以与光纤 3 的端面紧密地保持接触。

光发送-接收器 1c 配有与插栓 12 相连的连接器 14。连接器 14 配有向其中插有插栓 12 的金属环 12a 的套管 14a。如此设置该套管 14a 以在金属环 12a 的末端处支撑光板 13。设定当插栓 12 与连接器 14 连接时，从光发射元

件 2 发射的，在图 13B 中用实线表示的光可以通过透镜 6 聚焦到光纤 3 的端面上。

在该结构中，从光发射元件 2 发射的并通过透镜 6 入射到光纤 3 上的一部分光被光板 13 的面 13b 反射，以提供返回光接收元件 5 的光。

如上所述，设定从光发射元件 2 发射的光可以通过透镜 6 聚焦到光纤 3 的端面上。这阻止了如此被面 13b 反射而返回的光甚至在传输通过所述透镜 6 后被聚焦在光接收元件 6 处，其中所述面 13b 以预定的距离比光纤 3 的端面更接近透镜 6。因此，可减少串扰。另外，由于使用与光纤 3 具有几乎相同折射率的材料制造光板 13，在光板 13 的光纤接触面 13a 与光纤 3 的端面之间的边界面处反射系数被减小，进而再次减少串扰。

接下来将描述通过加工光板而具有缩减的串扰的光发送-接收器的结构。图 14 是示出根据本发明光发送-接收器的第三实施例的概略结构的平面图。光发送-接收器 1d 的第三实施例具有防反射层 15，其被应用到与光板 4 的光纤接触面 4a 相对的面 4b 上。所述防反射层 15 减小了由于面 4b 反射的光造成的串扰。在图 14 中，从光发射元件 2 发射的光用实线表示，由面 4b 反射而返向光接收元件 5 的光用虚线表示。应当注意，除了防反射层 15 以外，该光发送-接收器 1d 与参照图 4 描述的光发送-接收器具有相同的结构。

下面，在 AR 层(增透层)被应用到面 4b 上以作为防反射层 15 的情况下，在面 4b 处被如此返回的光 $N_p$ 由下面的方程式(8)给出。

$$N_p = 0.5\times0.5deP_1 = 6.3\times10-5P_1 \quad \ldots(8)$$

其中 $P_1$ 表示从光发射元件 2 发射的光强；“d”表示光板 4 的面 4b 的反射系数；以及“e”表示在光板 4 的面 4b 处返回的光与光接收元件 5 之间的耦合效率。

通过在光板 4 的面 4b 上施加 AR 层，与方程式(3)的情形相比，反射系数 d 被显著地减至数值 d = 0.005。

应当注意，当假定返回光的斑点直径是 700μm，光接收元件 5 处的接收光的直径还是为 120μm 时，耦合效率为 e = 0.05 的值。

使用，如信号光 S，即由方程式(5)获得的数值，可通过下面的方程式(9)给出 S/N 比率。

$$S/N=S/(N_p+N_f) = 1617P_2/P_1 \quad \ldots(9)$$

如上所述，当 S/N>10 的关系是必需的时，下面的方程式(10)给出了可容

许的损耗。

$P_1/P_2>6.2\times10^3$ ...(10)

根据方程式(10)，可容许-22dB 的损耗。因此可以理解，与在没有配备防反射层 15 的光发送-接收器 1a 的第一实施例中，由方程式(7)获得的可容许损耗相比，根据本实施例经过光纤 3 的可容许损耗具有另外 3dB 的裕度。

图 15 是示出根据本发明光发送-接收器的第四实施例的概略结构的平面图。在光发送-接收器 1e 的第四实施例中，与光板 4 的光纤接触面 4a 相对的面 4b 相对于与光轴垂直的平面倾斜。在图 15 中，从光发射元件 2 发射的光用实线表示，被面 4b 反射而返向光接收元件 5 的光用虚线表示。应当注意到，除了倾斜面 4b 以外，该光发送-接收器 1e 与参照图 4 描述的光发送-接收器具有相同的结构。

在面 4b 倾斜的情况下，S/N 比率的数值由下面的方程式(11)给出。

$S/N=S/(N_p+N_f)=2042P2/P1$ ...(11)

其中 $N_p$ 表示被面 4b 返回的光；$N_f$ 表示被光纤 3 的端面返回的光。

信号光 S 的数值由方程(5)给出。应当注意到，因为光板 4 的面 4b 是倾斜的，故 d = 0，因此被面 4b 反射而返回的光没有耦合到光接收元件 5。相应地，当被面 4b 反射时，光 $N_p = 0$。

如上所述，当 S/N>10 的关系是必需时，下面的方程式(12)给出了可容许的损耗。

$P_1/P_2>5.0\times10^{-3}$ ...(12)

根据方程式(12)，可容许-23dB 的损耗。因此可以理解，与在其中的面 4b 不是倾斜的光发送-接收器中，由方程式(7)获得的可容许损耗相比，根据本实施例经过光纤 3 的可容许损耗具有另外 4dB 的裕度。

图 16 是示出根据本发明光发送-接收器的第五实施例的概略结构的平面图。在光发送-接收器 1f 的第五实施例中，与光板 4 的光纤接触面 4a 相对的面 4b 由凹球面构成。在图 16 中，从发光元件 2 发射的光用实线表示，被面 4b 反射而返回的光用虚线表示。应当注意到，除了凹球面 4b 以外，该光发送-接收器 1f 与参照图 4 描述的光发送-接收器具有相同的结构。

下面，在光纤接触面 4b 的反面是凹球形的情况下，被面 4b 反射而返回的光 $N_p$ 由下面的方程式(13)给出。

$N_p = 0.5\times0.5deP_1 = 3.0\times10^{-4}P_1$ ...(13)

其中：

$P_1$：从光发射元件发射的光强；

d：反射片 4 的面 4b 的反射系数；以及

e：在光板 4 的面 4b 处返回的光与光接收元件 5 之间的耦合效率。

在该实施例中，如果光板 4 是由具有大约 1.45 折射率的石英玻璃制成，则 d = 0.03。另外，由于面 4b 是凹球形的，返回光的斑点直径呈现出 3mm 的巨大数值，如果在光接收元件 5 处接收的光的直径是 120μm，则给出 e = 0.04。

使用，如信号光 S，即由方程式(5)获得的数值，由下面的方程式(14)给出 S/N 比率。

$$S/N=S/(N_p+N_f)=907P_2/P_1 \quad \ldots(14)$$

如上所述，当 S/N>10 的关系是必需时，由下面的方程式(15)给出可容许的损耗。

$$P_1/P_2>0.011 \quad \ldots(15)$$

根据方程式(15)，可容许-20dB 的损耗。因此可以理解，与在其中面 4b 不是球形的光发送-接收器的第一实施例中，由方程式(7)获得的可容许损耗相比，根据该实施例经过光纤的损耗具有另外 1dB 的裕度。

如上所述，通过将光板 4 设置在光纤 3 的端面，在单芯双向全工光纤通讯中所包含的光发送-接收器中，可以获得一个高的 S/N 比率值。从用于常规示例的方程式(2)与其中光板 4 具有倾斜面 4b 的第四实施例的方程式(12)的对照可以看出，经过光纤 3 的可容许损耗具有 13dB 的裕度。

也就是说，假定铺设由具有 0.2dB/90°弯曲损耗和可容许曲率半径 R = 20mm 的氟类塑料纤维制成的光纤的情况下，如果该光纤是光纤 3，则其可被弯曲 65 次以上。另外，关于光纤 3 长度的问题，如果它具有-4dB/100m 的传输损耗，则所述光纤可以被铺设 325m 以上。

由于光纤 3 的弯曲和长度，从而极大地放宽了光缆铺设的限制。

因此，已经描述了用于单芯双向全工光纤通讯的光发送-接收器。然而，本发明并不限于此。虽然前面的说明书已经描述了本发明的优选实施例，但是本领域技术人员在不脱离本发明的情况下，可以在其更宽的方面对所述的优选实施例作出修改。因此，所附权利要求意在涵盖所有落入本发明实质范围和精神内的修改。

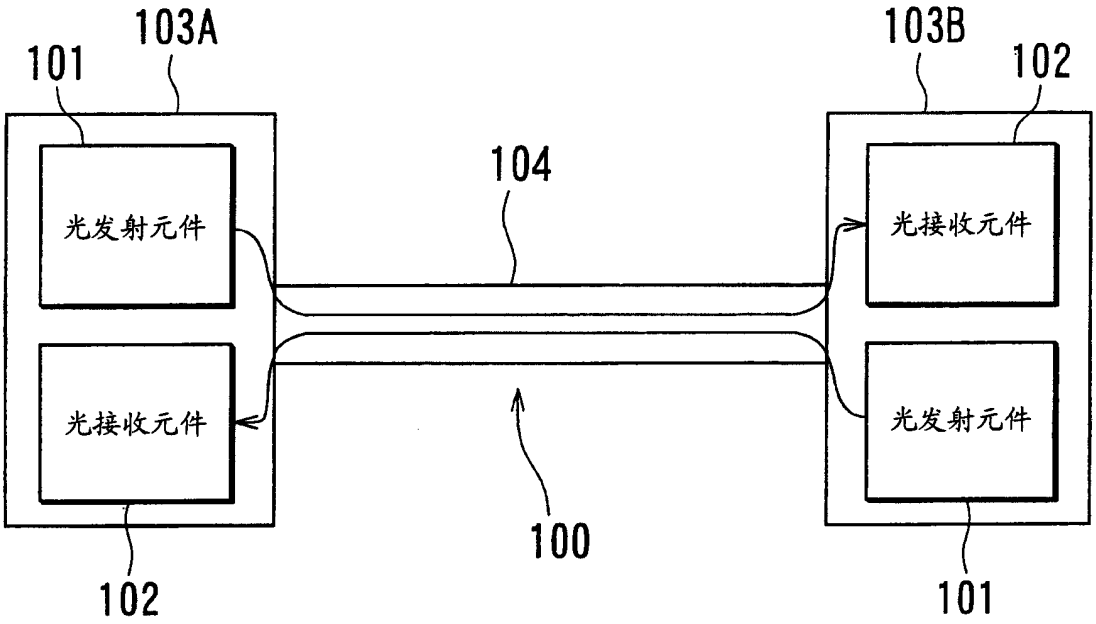

103A
101
103B
102
104
光发射元件
光接收元件
光接收元件
光发射元件
100
102
101

图 1

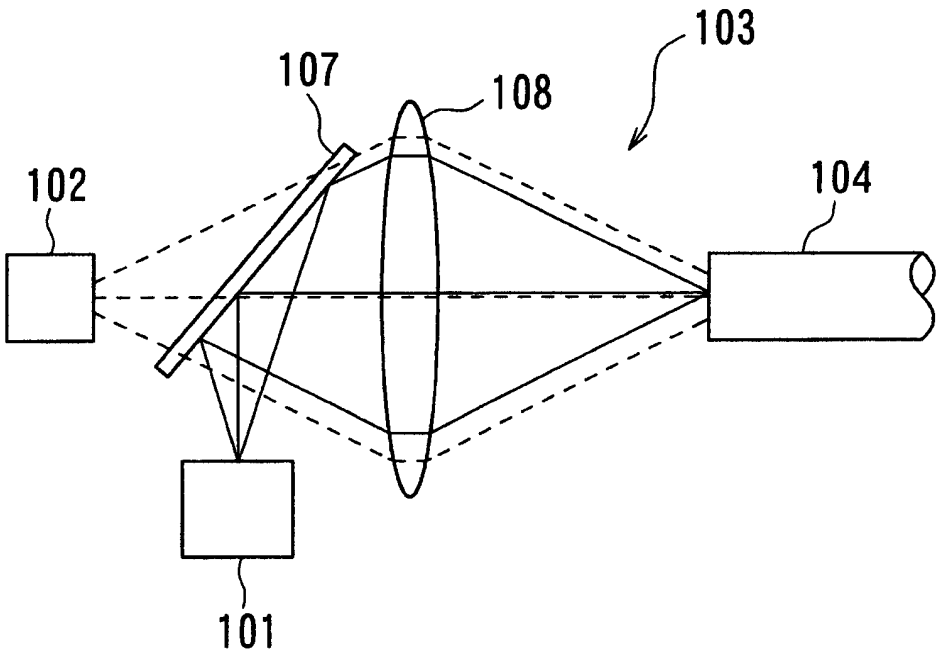

103
107
108
102
104
101

图 2

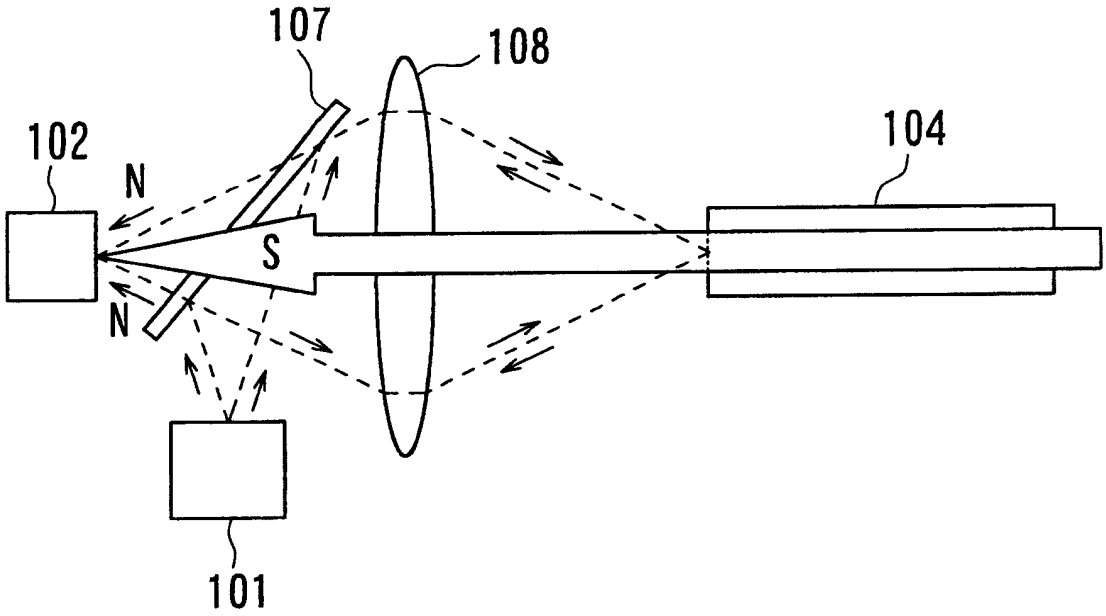



图 3

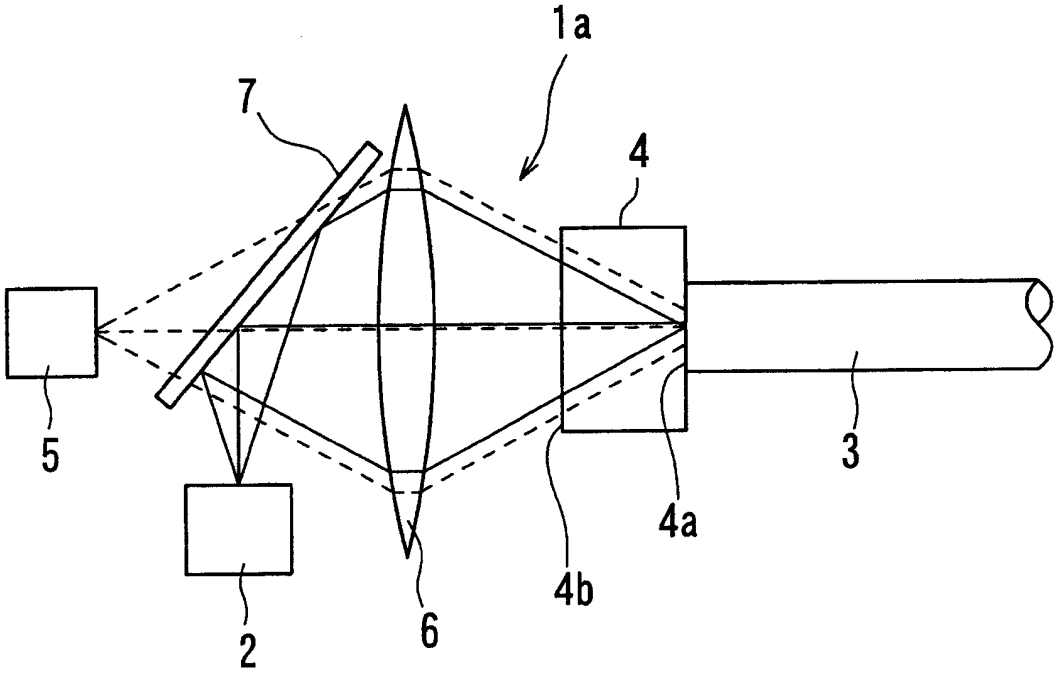



图 4

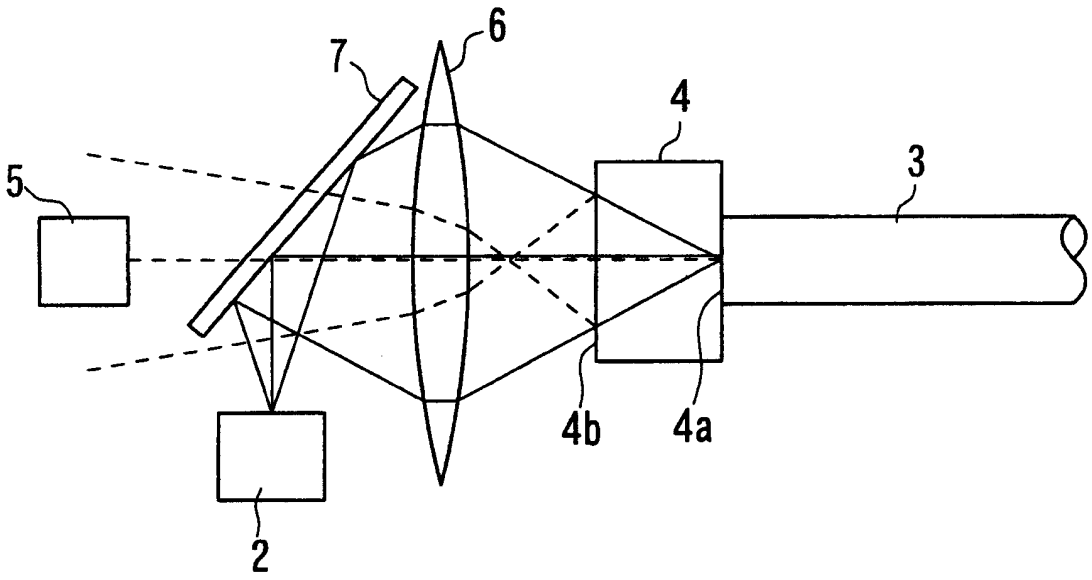



图 5A

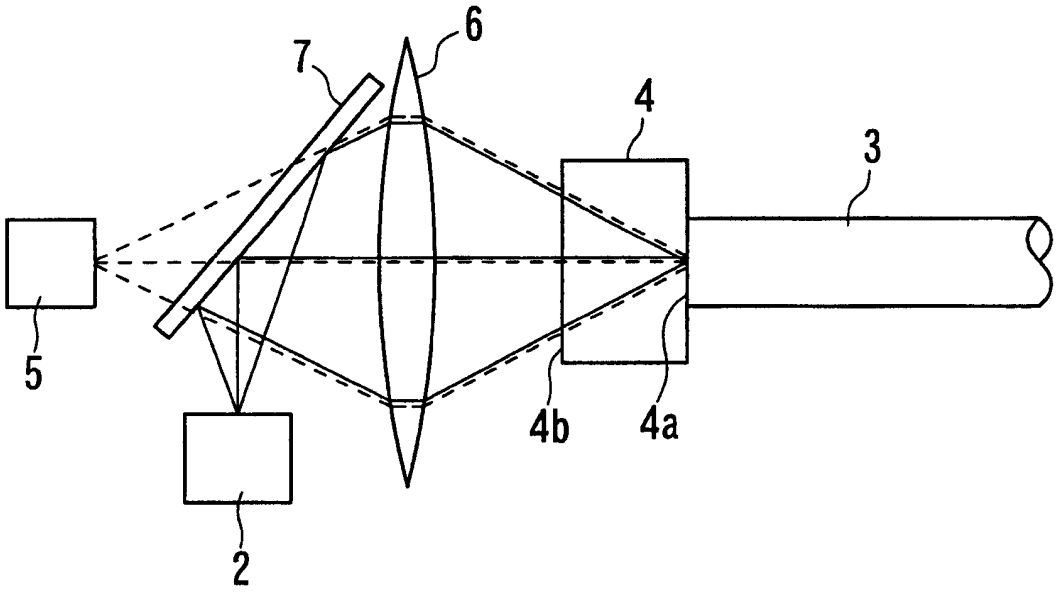



图 5B

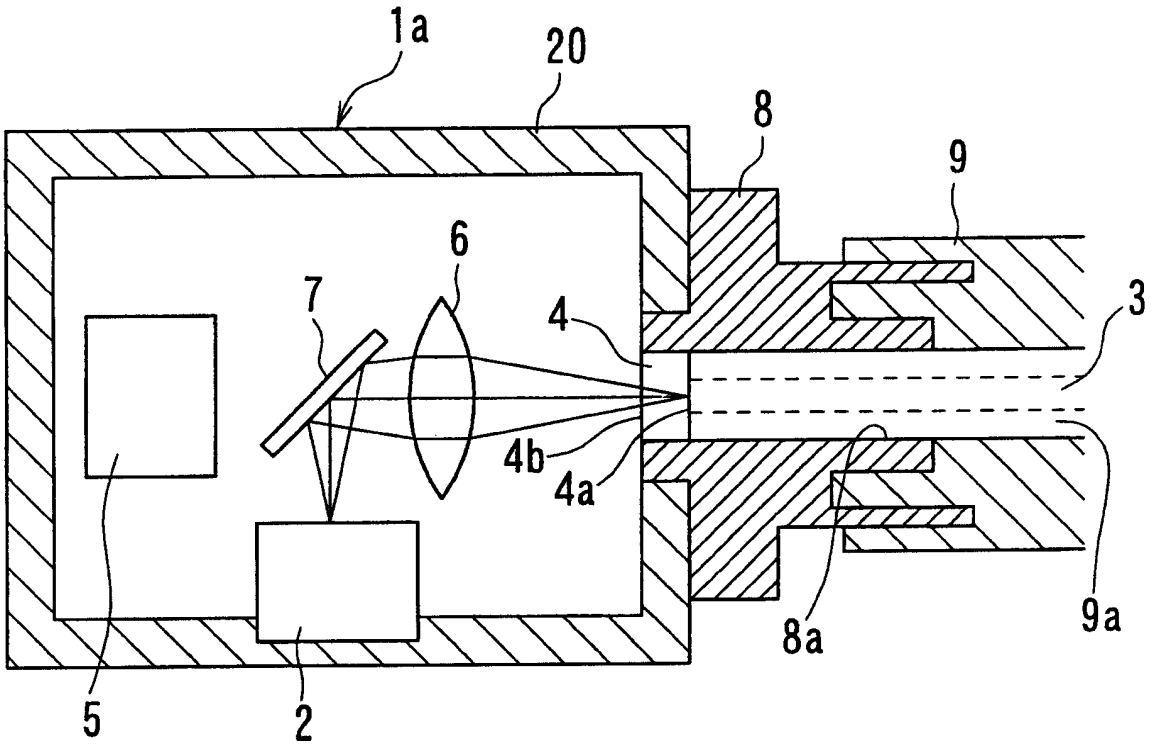



图 6A

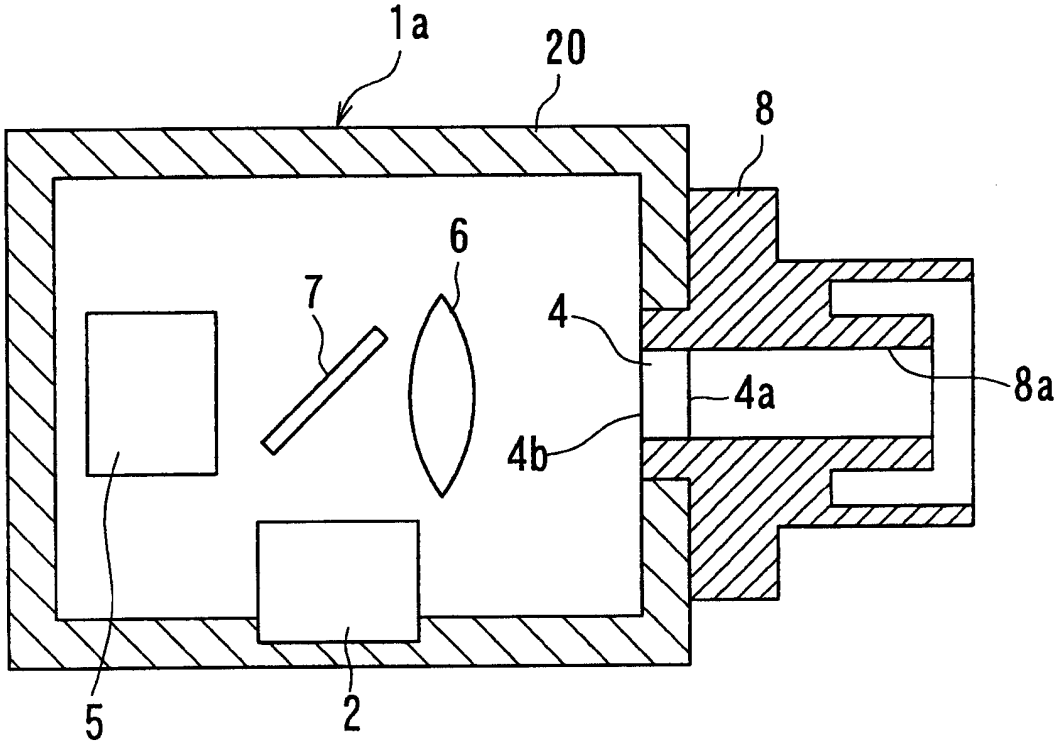



图 6B

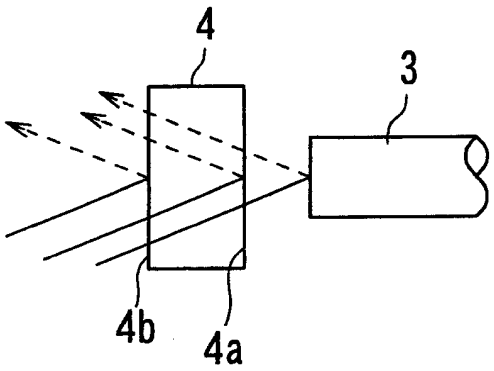



图 7

图 8A

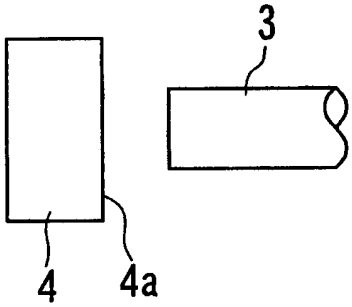



图 8B

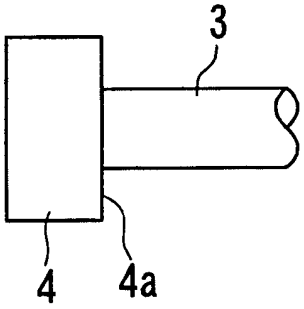


图 9A

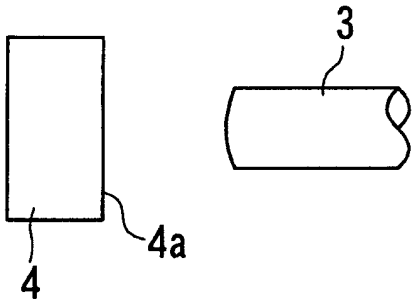



图 9B

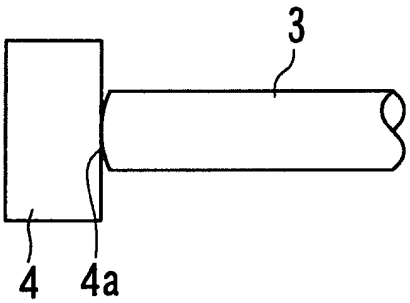



图 10A

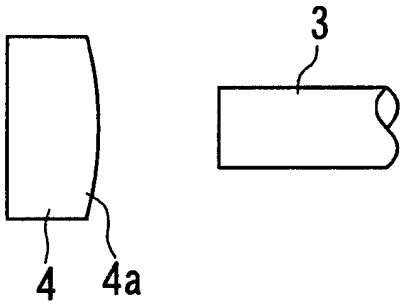
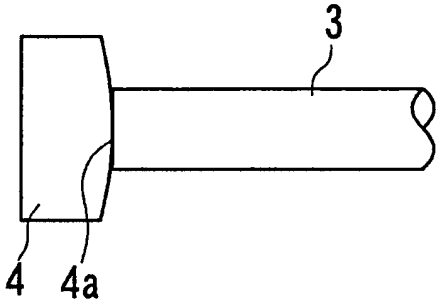



图 10B



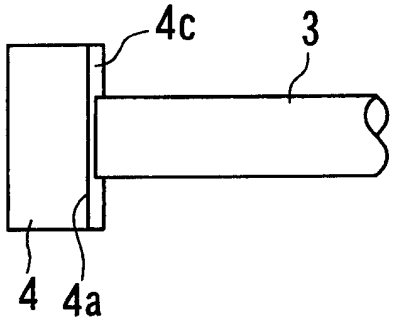



图 11

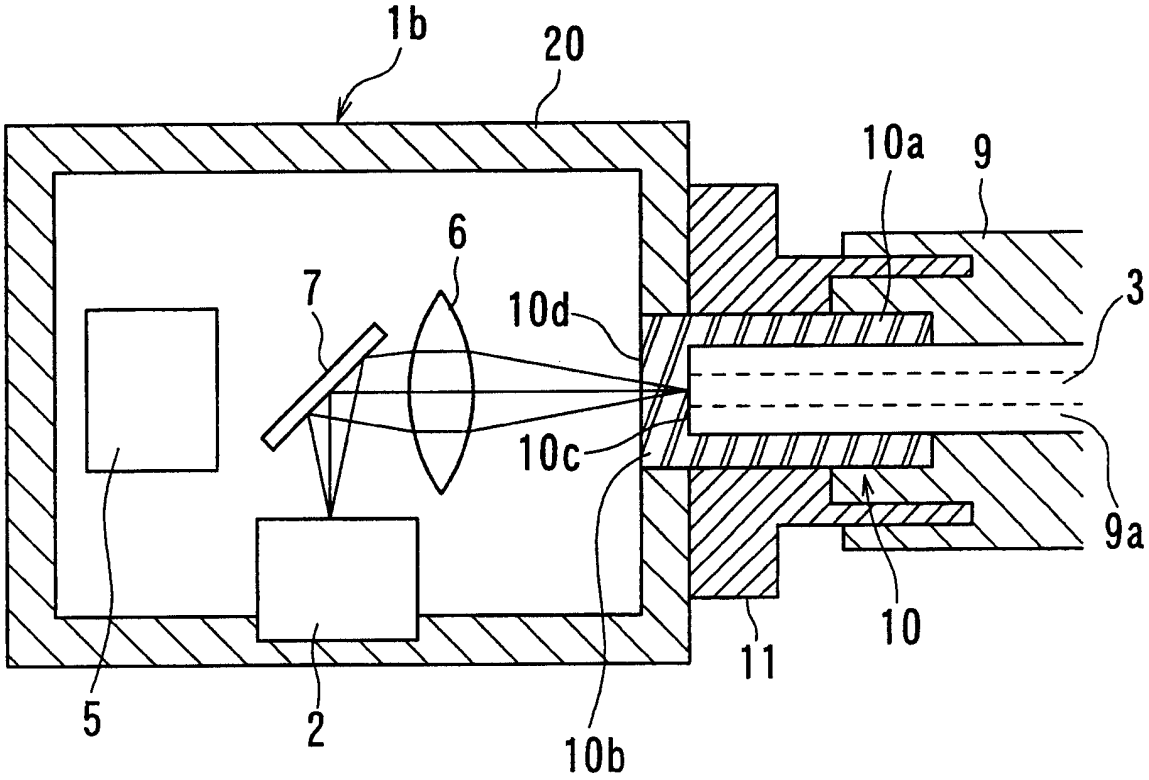



图 12

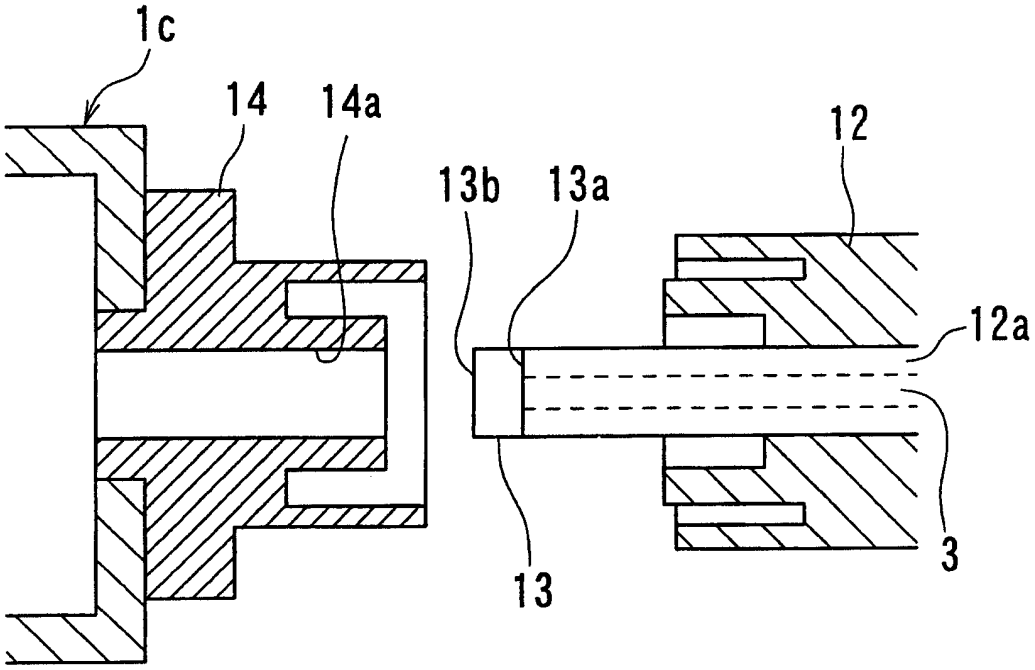



图 13A

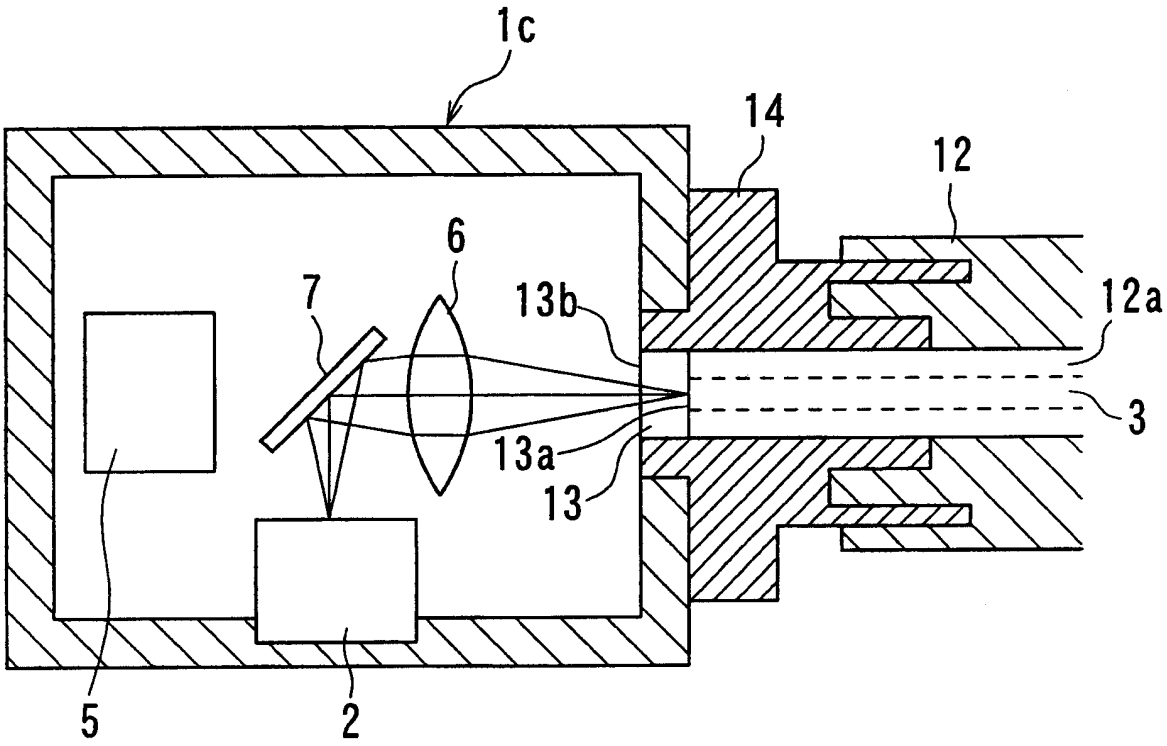



图 13B

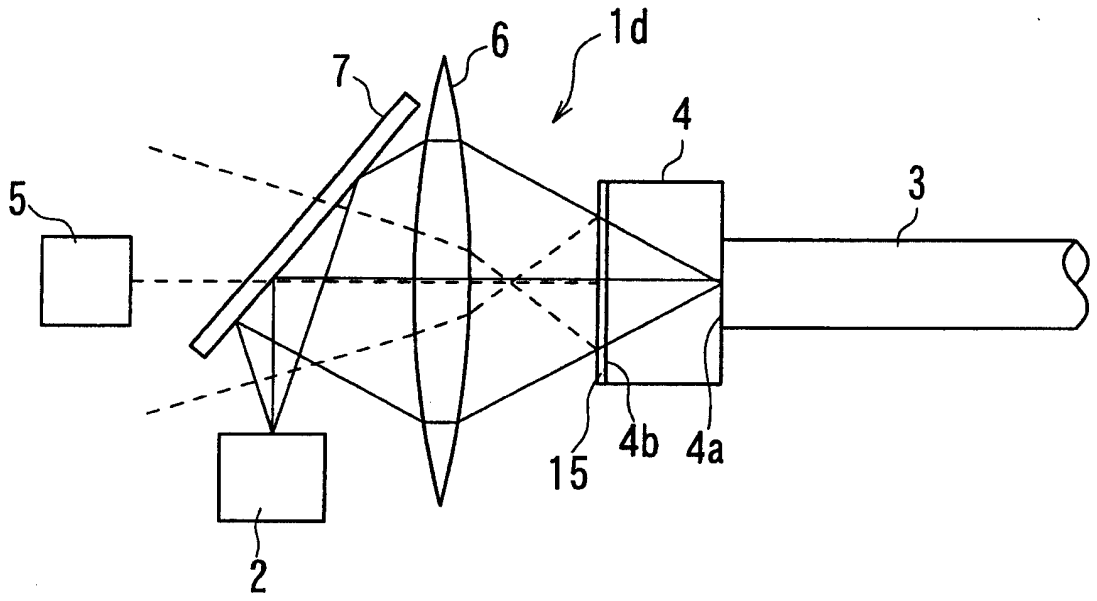



图 14

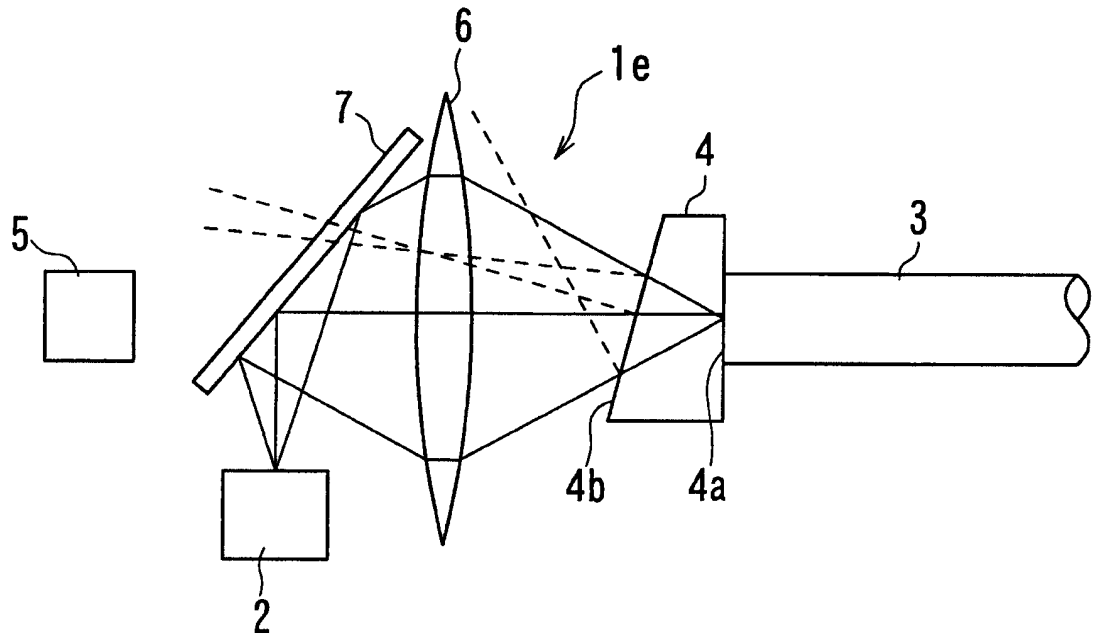



图 15

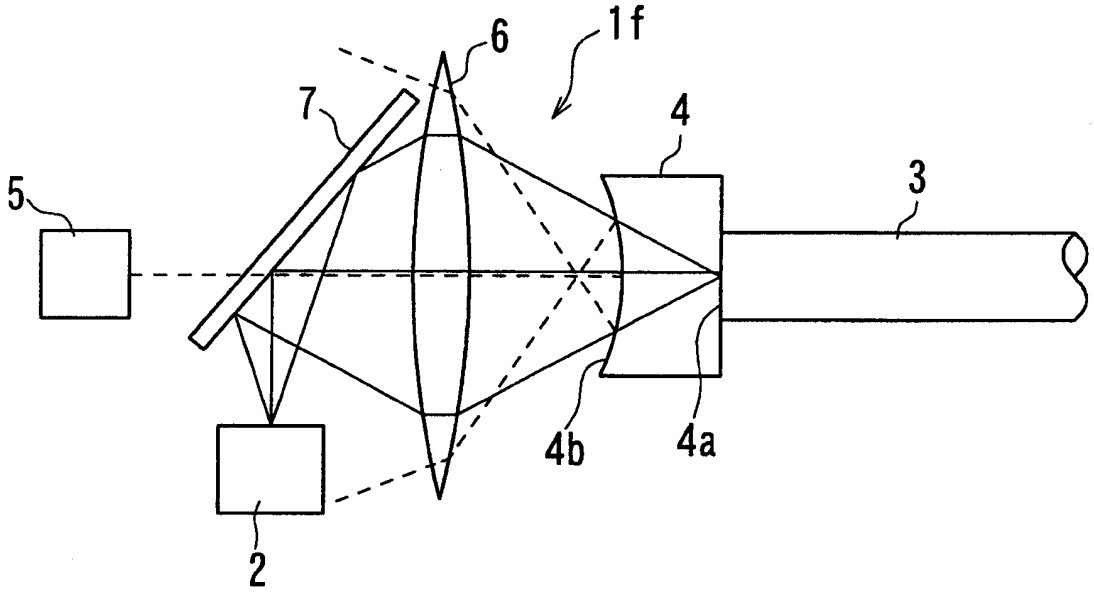



图 16