

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03125499.3

[51] Int. Cl.

G02B 6/28 (2006.01)

G02B 6/42 (2006.01)

G02B 27/16 (2006.01)

G02B 27/30 (2006.01)

H01S 5/00 (2006.01)

G01N 21/95 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 2 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 100367055C

[51] Int. Cl. (续)

G01N 21/88 (2006.01)

[22] 申请日 2003.9.24 [21] 申请号 03125499.3

[30] 优先权

[32] 2002.9.24 [33] JP [31] 2002-276870

[32] 2003.9.5 [33] JP [31] 2003-313809

[73] 专利权人 株式会社拓普康

地址 日本东京

[72] 发明人 岩阳一郎 关根明彦 宫川一宏

矶崎久

[56] 参考文献

US6229940B1 2001.5.8

JP9-274119A 1997.10.21

JP2001-235429A 2001.8.31

WO9619743A1 1996.6.27

JP11-187858A 1999.3.30

US5862278A 1999.1.19

JP2002-202442A 2002.7.19

WO00/57229 A1 2000.9.28

审查员 陈亚娟

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 沈昭坤

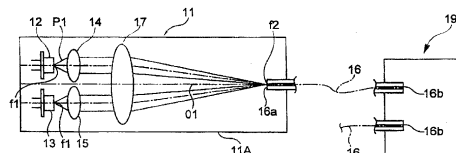
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 8 页

[54] 发明名称

表面检查装置的激光光源装置及其表面检查装置

[57] 摘要

激光光源装置 2 由光源单元 11 构成，光源单元 11 包括将从一个半导体激光器 12 射出的激光聚光的一个聚光透镜 14、将从其它半导体激光器 13 射出的激光聚光的其它聚光透镜 15、及使由一个聚光透镜聚光的激光和由其它的聚光透镜聚光的激光聚焦射入一个导光手段 16 的射入端面 16a 的聚焦透镜 17。



1. 一种包含光源单元(11)和第 1 聚焦单元(19)的表面检查装置的激光光源装置, 其特征在于,

所述光源单元包括: 将从一个半导体激光器(12)射出的激光聚光的一个聚光光学系统(14)、将从其它半导体激光器(13)射出的激光聚光的其它聚光光学系统(15)、及将由一个聚光光学系统聚光的激光和由其它聚光光学系统聚光的激光聚焦射入一个导光手段(16)的射入端面(16a)的第 1 聚焦光学系统(17); 所述光源单元和导光手段有多个;

所述第 1 聚焦单元包括: 将从多个光源单元中的一个光源单元的导光手段的射出端面(16b)射出的激光聚光的一个聚光光学系统(20)、将从其它光源单元的导光手段的射出端面射出的激光聚光的其它聚光光学系统(21)、及将由一个聚光光学系统聚光的激光和由其它聚光光学系统聚光的激光聚焦射入一个导光手段(22)的射入端面的第 2 聚焦光学系统(23);

该表面检查装置的激光光源装置还包括:

与所述第 1 聚焦单元(19)连接的第 2 聚焦单元(19'), 该第 2 聚焦单元(19')包含聚光透镜(24)和聚焦透镜(26);

其中, 所述聚光透镜(24)对从所述第 1 聚焦单元(19)射出的激光束进行聚光, 而所述聚焦透镜(26)构成为把所述聚光透镜(24)聚光的激光束(P5)聚焦至一条光纤(25)的射入面(25a)。

2. 如权利要求 1 所述的表面检查装置的激光光源装置, 其特征在于,

所述聚焦单元设置多个, 包括将从该多个聚焦单元的各导光手段的各射出端面射出的激光分别聚光的聚光光学系统、及将由该各聚光光学系统聚光的激光聚焦并聚焦射入一个导光手段的射入端面的聚焦光学系统。

3. 如权利要求 1 所述的表面检查装置的激光光源装置, 其特征在于, 所述聚光光学系统为准直透镜系统。

4. 如权利要求 1 所述的表面检查装置的激光光源装置, 其特征在于,

所述一个聚光光学系统和其它聚光光学系统以所述第 1 聚焦光学系统的光轴为中心, 设置在近似呈对称位置上。

5. 如权利要求 1 所述的表面检查装置的激光光源装置, 其特征在于,

所述导光手段为光纤, 该光纤的射入端面设在所述第 1 聚焦光学系统的焦

点位置。

6. 如权利要求 2 所述的表面检查装置的激光光源装置，其特征在于，所述光源单元和所述聚焦单元光学上反向级联。

7. 如权利要求 1 所述的表面检查装置的激光光源装置，其特征在于，配置在所述光源单元内的半导体激光器产生的激光的波长各不相同。

8. 如权利要求 1 所述的表面检查装置的激光光源装置，其特征在于，配置在所述光源单元内的半导体激光器能分别控制。

9. 一种表面检查装置，其特征在于，

这种表面检查装置采用权利要求 1 至 8 中任何一项所述的表面检查装置的激光光源装置。

表面检查装置的激光光源装置及其表面检查装置

技术领域

本发明涉及使用短波长并且输出功率低的激光二极管能提高到所希望的功率的激光光源装置、及使用该激光光源装置的表面检查装置。

背景技术

表面检查装置中，以前已经知道一种表面检查装置，是使用激光作为光源装置的光源（参照特开 2001-235429 号公报）。

又知道一种表面检查装置，是利用多个激光作为光源，为了消除照明亮暗不均匀，而使光点部分重叠（参照特开平 7-243988 号报）。

还知道一种表面检查装置，是让光源的光射入光纤（导光手段）的射入端面，再从另一端面射出，照射被检查面（参照特开平 4-259850 号公报）。

然而，近些年来，从降低功耗、减小体积、便于维修等角度出发，正采用半导体激光器（激光二极管）LD 作为激光光源装置的光源。另外，从提高表面检查装置的分辨率的角度出发，希望使用短波长的半导体激光器 LD。

例如，以往的表面检查装置以波长 515nm、输出功率 75mW 能检测直径 55nm 的异物（粒子）。

若假设除光源以外的光学系统不变的条件下，要检查比上述直径更小的异物（例如直径 30nm 的异物）。

一般，散射光的强度与粒子大小的 6 次方成正比并与波长的 4 次方成反比，而且与入射功率成正比。

因而，如考虑能够射入的激光波长和输出功率间的关系，则波长 488nm 需要输出功率 2296mW（毫瓦），波长 405nm 需要输出功率 1089mW（毫瓦），波长 355nm 需要输出功率 643mW（毫瓦），波长 325nm 需要输出功率 452mW（毫瓦），波长 266nm 需要输出功率 203mW（毫瓦），波长 257nm 需要输出功率 177mW（毫瓦）。

这样，若激光波长较短，则所要求的输出功率也变小。

但如使用波长极短的激光，必须大大改变表面检查装置的光源装置使用的

光学材料。若不改变这些光学材料，并抑制功耗，虽可以用波长 405nm 的半导体激光器，但该半导体激光器的输出功率仅 30mW。

本发明正是鉴于上述问题而提出的，其目的在于提供一种光源装置及使用该光源装置的表面检查装置，这种光源装置即使使用短波长并输出功率低的半导体激光器，也能获得所希望的大功率。

发明内容

本发明涉及的激光光源装置由光源单元构成，该光源单元包括将从一个半导体激光器射出的激光聚光的一个聚光光学系统、将从其它的半导体激光器射出的激光聚光的其它聚光光学系统、及将由一个聚光光学系统聚光的激光和由其它的聚光光学系统聚光的激光聚焦射入一个导光手段的射入端面的聚焦光学系统。

该激光光源装置最好包括聚焦单元，该聚焦单元包括将从多个光源单元中的一个光源单元的导光手段射出端面射出的激光聚光的一个聚光光学系统、将从其它的导光手段的射出端面射出的激光聚光的其它聚光光学系统、及将由一个聚光光学系统聚光的激光和由其它聚光光学系统聚光的激光聚焦射入一个导光手段的射入端面的聚焦光学系统。

更加好的是该聚焦单元设置多个，包括将从该多个聚焦单元的各导光手段的各射出端面射出的激光分别聚光的聚光光学系统、及将由该各聚光光学系统聚光的激光聚焦并聚焦射入一个导光手段的射入端面的聚焦光学系统。

另外，最好聚光光学系统是准直透镜系统。

更好的是所述一个聚光光学系统和所述其它聚光光学系统以所述聚焦光学系统的光轴为中心，设置在近似对称的位置。

最好所述导光手段是光纤，该光纤的入射端面设在所述聚焦光学系统的焦点位置。

最好光源单元和聚焦单元光学上反向级联。

光源单元内配置的半导体激光器产生的激光波长可以分别各异。另外，也可以采用对配置在光源单元内的半导体激光器分别进行控制的结构。

本发明的表面检查装置使用这些本发明的激光光源装置。

附图说明

图 1 为表示使用本发明的光源装置的表面检查装置光学系统概要构成图。

图 2 为表示本发明的光源装置的反向级联的光学连接状态图。

图 3 为图 2 所示的光源单元的放大图。

图 4 为图 2 所示的最末级的聚焦单元的放大图。

图 5 为表示本发明的光源装置的光源单元具体构成例的说明图，是从箭头 X 方向看图 6 的光源单元的视图。

图 6 为表示本发明的光源装置的光源单元具体构成例的说明图，是从箭头 Y 方向看图 5 的光源单元的视图。

图 7 为表示将包含 4 个半导体激光器的光源单元 4 个作为一组，分别与 4 个一组的各聚焦单元光学连接状态的示意图。

图 8 为表示将包含 2 个半导体激光器的光源单元 4 个作为一组，与一个聚焦单元光学连接状态的平面图。

具体实施方式

图 1 为采用本发明的激光光源装置的表面检查装置光学系统概要构成图。在图 1 中，1 为表面检查装置，该表面检查装置 1 具有激光光源装置 2、将该激光光源装置 2 射出的激光照射在作为被检查对象的半导体晶片 3 上的照射光学系统 4、从第 1 散射方向接受来自半导体晶片 3 的表面检查点 P 的利用照射光学系统 4 所照射的激光的散射光的第 1 受光系统 5、从与第 1 散射方向不同的第 2 散射方向受光的第 2 受光系统 6、及使半导体晶片 3 相对于从照射光学系统 4 射出的激光进行相对直线位移及旋转位移的位移装置 7。

照射光学系统有第 1 反射镜 8、第 1 照射透镜组 9、第 2 反射镜 10，通过这些光学系统以规定的照射角度 θ 照射检查点 P。

在检查点 P 上存在异物时，激光依照规定的方向性而散射。第 1 受光系统 5 从第 1 散射方向接受来自检查点 P 的散射光。第 2 受光系统 6 从第 2 散射方向接受来自检查点 P 的散射光。来自第 1、第 2 受光系统 5、6 的受光输出，输入图中省略的中央运算处理系统，以测量异物的大小、形状、位置等。

如图 2 所示，激光光源装置 2 有多个光源单元 11。各光源单元 11 放大后如图 3 所示，由以下部分构成，包括将从一个半导体激光器 12 射出的激光 P1 聚光的一个聚光透镜 14、将从其它的半导体激光器 13 射出的激光 P2 聚光的其它聚光透镜 15、及将由一个聚光透镜 14 聚光的激光 P1 和由其它的聚光透镜 15

聚光的激光 P2 聚焦射入作为一个导光手段的光纤 16 的射入端面 16a 的聚焦透镜（聚光透镜）17。这些半导体激光器 12、13、聚光透镜 13、14、聚焦透镜 17 装在壳体 11A 的内部。

该半导体激光器 12、13 使用射出短波长激光、例如紫色激光（波长 405nm）的器件，它们的波长和输出功率大致相同。

本发明的实施形态中，聚光透镜 14、15 起到将半导体激光器 12、13 射出的激光 P1、P2 准直的作用，半导体激光器 12、13 的发光点设置在该聚光透镜 14、15 的焦点位置 f1 上。

半导体激光器 12 及聚光透镜 14、和半导体激光器 13 及聚光透镜 15 设置在以聚焦透镜 17 的光轴 01 为中心近似为点对称的位置。图中，将光轴 01 夹在当中，设置在对称位置。光纤 16 的射入端面 16a 设在聚焦透镜 17 的焦点位置 f2。

各光源单元 11 的各条光纤 16 引导至聚焦单元 19。在聚焦单元 19 的壳体 19A 内设置有：将从一条光纤 16 的射出端面 16b 射出的激光 P3 聚光的一个聚光透镜 20、将从其它的光纤 16 的射出端面 16b 射出的激光 P4 聚光的聚光透镜 21、及使由一个聚光透镜 20 聚光的激光 P3 和由其它聚光透镜 21 聚光的激光 P4 聚焦射入一条光纤 22 的射入端面 22a 的聚焦透镜 23。

一个聚光透镜 20 和其它聚光透镜 21 设置在以聚焦透镜 23 的光轴 02 为中心的近似为点对称位置。这些聚焦单元 19 设置多个。各聚焦单元 19 的各条光纤 22 引导至聚焦单元 19'。该聚焦单元 19' 由将多个聚焦单元 19 的光纤 22 的各射出端面 22b 射出的激光分别聚光的聚光透镜 24、及使由各聚光透镜 24 聚光的激光 P5 聚焦并聚焦射入 1 条光纤 25 的射入端面 25a 的聚焦透镜 26 构成。该聚光透镜 24 及聚焦透镜 26 设在聚焦单元 19' 的壳体 19'A 的内部。射入该光纤 25 的激光如图 4 所示，从光纤 25 的射出端面 25b 射出。从该射出端面 25b 射出的激光作为检查光，引导至照射光学系统 4。

在该照射光学系统 4 中，因从光纤 25 射出的激光为呈椭圆偏振光，所以可设置变换成直线偏振光的光学元件。即在光纤 25 的射出端面 25b 的前方设置准直透镜（图中未示出）。该准直透镜利用准直透镜将从射出端面 25b 射出的激光变换成平行光束。在该准直透镜的前方设置偏振光分束镜（图中未示出）。利用该偏振光分束镜（图中未示出）将该平行光束分解成 P 偏振光分量和 S 偏振光分量。而且，在一偏振光分量的平行光束的途中设置 1/2 波片（图

中未示出)。利用该 $1/2$ 波片使该偏振光分量的偏振方向旋转 90° 。采用这样的构成,能够利用聚光透镜将该偏振方向旋转 90° 的平行光束和另一偏振光分量的平行光束合成,作为直线偏振光聚焦照射在半导体晶片 3 上。

这样,激光光源装置 2 的光源单元 11、聚焦单元 19、19' 在光学上反向级联,就能提高激光的功率。

[具体实施例]

本实施例中,如图 5 所示,一个光源单元 11 中采用 4 个半导体激光器 12a、12b、13a、13b。各半导体激光器 12a、12b、13a、13b 将光轴 01 夹在当中,设置在对称位置。各光源单元 11 如图 7 所示,分别与 4 个聚焦单元 19 光学连接。该各半导体激光器 12a、12b、13a、13b 的输出功率约 30mW(毫瓦)。但是,半导体晶片 3 表面检查所需的输出功率如检测粒子直径 30nm 的异物,则约为 1W。

该半导体激光器 12a、12b、13a、13b 的孔径角 NA1(参照图 6)为 0.45,聚光透镜 14a、14b、15a、15b 的焦距 f_1 为 6.5mm,各聚焦透镜 14a、14b、15a、15b 射出的激光光束直径 S 为 5.85mm,主光线间隔 H 为 9.1mm,聚焦透镜 17 的光束直径 Φ 为 14.95mm,聚焦透镜 17 的焦距 f_2 为 41.5mm,聚焦透镜 17 的倍率为 6.39,各光束的聚光角 θ_1 为 0.07,主光线的孔径角 NA2 为 0.11,聚焦透镜 17 的全聚光孔径角 NA3 为 0.18,光纤 16 的射入端面 16 上的聚光光束直径 Φ' 为 10.98μ 。

各光纤 16 使用芯径 $50\mu\text{m}$ 、包层直径 $140\mu\text{m}$ 的 GI 型光纤(渐变折射率型光纤)。该光纤 16 的数值孔径 NA4 约为 0.2。该数值孔径 NA4 只要比全聚光孔径角 NA3 大即可。

这种型式的光纤 16 对于紫色波长的光的透射率约为 80%,所以从一个光源单元 11 的光纤 16 的射出端面 16b 射出的激光的输出功率约 96 ($30 \times 4 \times 0.8$) mW。

用 4 个该光源单元 11,使该光源单元 11 的光纤 16 射出的激光汇集在 1 个聚焦单元 19 的光纤 22 的射入端面 22a 上射入。

采用这样的构成,则从该 1 个聚焦单元 19 的光纤 22 的射出端面 22b 射出的激光的输出功率约 307mW。因此,若用 4 个这种聚焦单元 19,射入聚焦单元 19' 的 1 条光纤 25 的射入端面 25a,再利用该光纤 25 将激光引导至照射光学系

统 14, 则光纤 25 的射出端面 25b 射出的激光的输出功率变成 982mW, 可得到约 1W 的输出功率。

该具体的实施例中, 设光源单元 11 中放入的半导体激光器的个数为 4 个, 但放入光源单元 11 的半导体激光器的个数并不限于 4 个, 2 个或 3 个都可以, 可以根据表面检查装置 1 的空间余量选定适当的个数。另外, 与聚焦单元 19 光学连接的光源单元 11 的个数也不限于 4 个。

例如, 也可以采用如图 8 所示的结构, 对于有 2 个半导体激光器 12、13 的 4 个光源单元 11, 使它与 1 个聚焦单元 19 对应。还有, 在图 8 中, 符号 23' 为准直透镜。

本发明的实施形态中, 说明的是将各光源单元 11 作为都有相同波长的情况, 但也可以构成为使从一个光源单元射出的激光的波长和从其它的光源单元射出的激光的波长不同的情况。

采用这样的构成, 能利用不同波长进行异物的检查。

在利用多个光源单元与聚焦单元光学连接的情形下, 配置在各光源单元 11 内的半导体激光器 12a、12b 和半导体激光器 13a、13b 其激光波长可分别各异。

如采用将这些半导体激光器 12a、12b、13a、13b 利用已知的独立的驱动控制电路(图示未示出)进行驱动控制这样的结构, 则通过只驱动该光源单元 11 内的半导体激光器 12a、12b 或 13a、13b, 就能作为产生不同短波长的激光的光源使用。

另外, 若同时驱动这些半导体激光器 12a、12b、13a、13b, 则能将不同波长的激光混合, 作为产生这种混合的激光的光源使用。还可以利用能多通道控制的驱动电路统一控制各半导体激光器 12a、12b、13a、13b。这些驱动控制电路在考虑到该激光光源装置的大小、根据测定对象决定的激光光束的波长后进行选择。

根据该光源单元 11, 在进行波长切换及波长混合时, 不必追加专用的光学系统, 也不必进行机械切换。

因此, 能提供可靠性高的产生多种波长用的光源单元 11。对该光源单元 11 的控制由于能应用公知的驱动控制电路, 所以对其控制也容易。

在满足半导体激光器(激光二极管)12a、12b、13a、13b 各输出要求的激光强度的场合, 仅用一个光源单元 11 就能构成能进行波长切换、混合的光源。

另外, 本发明的实施形态中, 以使用 GI 型的光纤为例进行说明, 但也可

用多模光纤即 SI 型光纤，也可用单模型光纤。在使用这种单模型光纤的场合，半导体激光器和该光纤要一一对应。另外，本实施例中，是设光纤芯径为 50 μm 进行说明的，但也可用 62.5 μm 、100 μm 的，光纤的芯径、模式并不限于此。

还有，本发明的实施形态中，是利用聚光透镜、聚焦透镜进行说明的，但透镜的构成不限于 1 片，例如也可以为 3 片的结构，按照这一含意，在权利要求范围内，使用聚光光学系统、聚焦光学系统的术语。

根据本发明的激光光源装置，能得到一种利用波长短、功率小的半导体激光器可增大其输出功率的激光光源装置。

尤其是利用光源单元的个数能调整所要求的功率。又在光源单元故障时，由于通过只调换该光源单元就能修复，所以修理方便、维护容易。

再有，根据本发明，和将光纤捆扎成束的情形不同，不仅单单使输出功率增大，而且能得到一根同轴的激光光束，因此，所得到的激光光束能任意成形。

根据本发明的激光光源装置，还能利用简单的构成，产生多种波长的光。

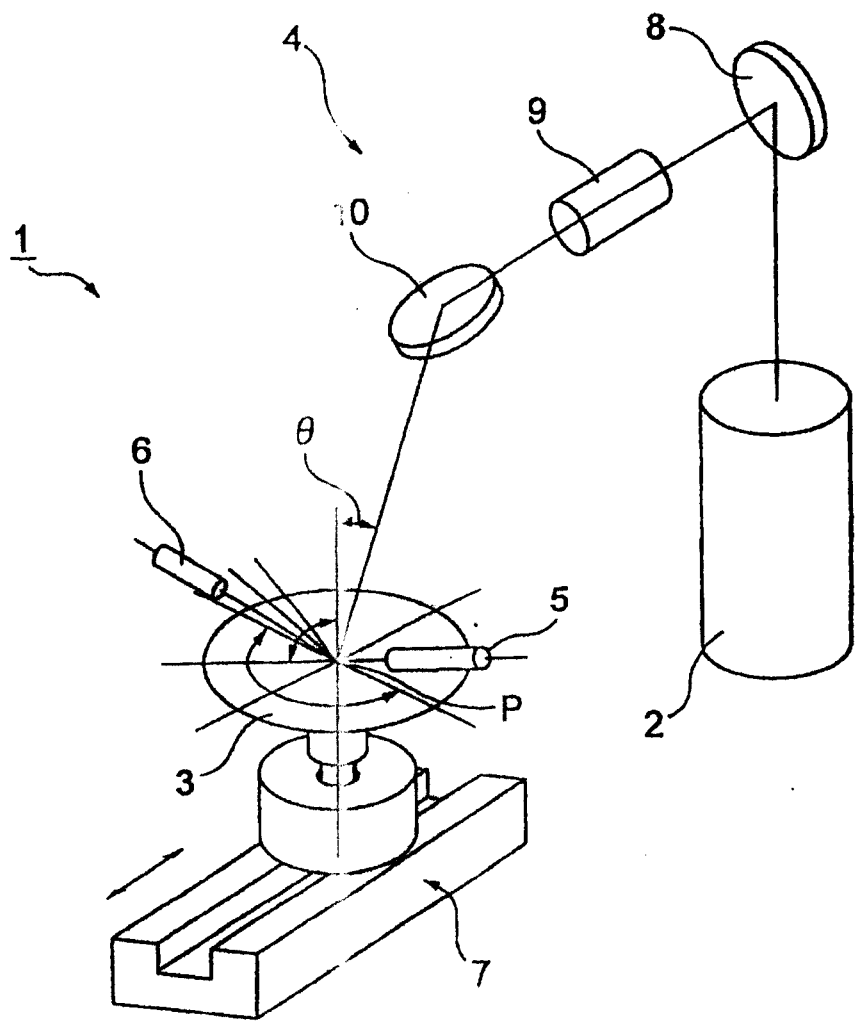


图 1

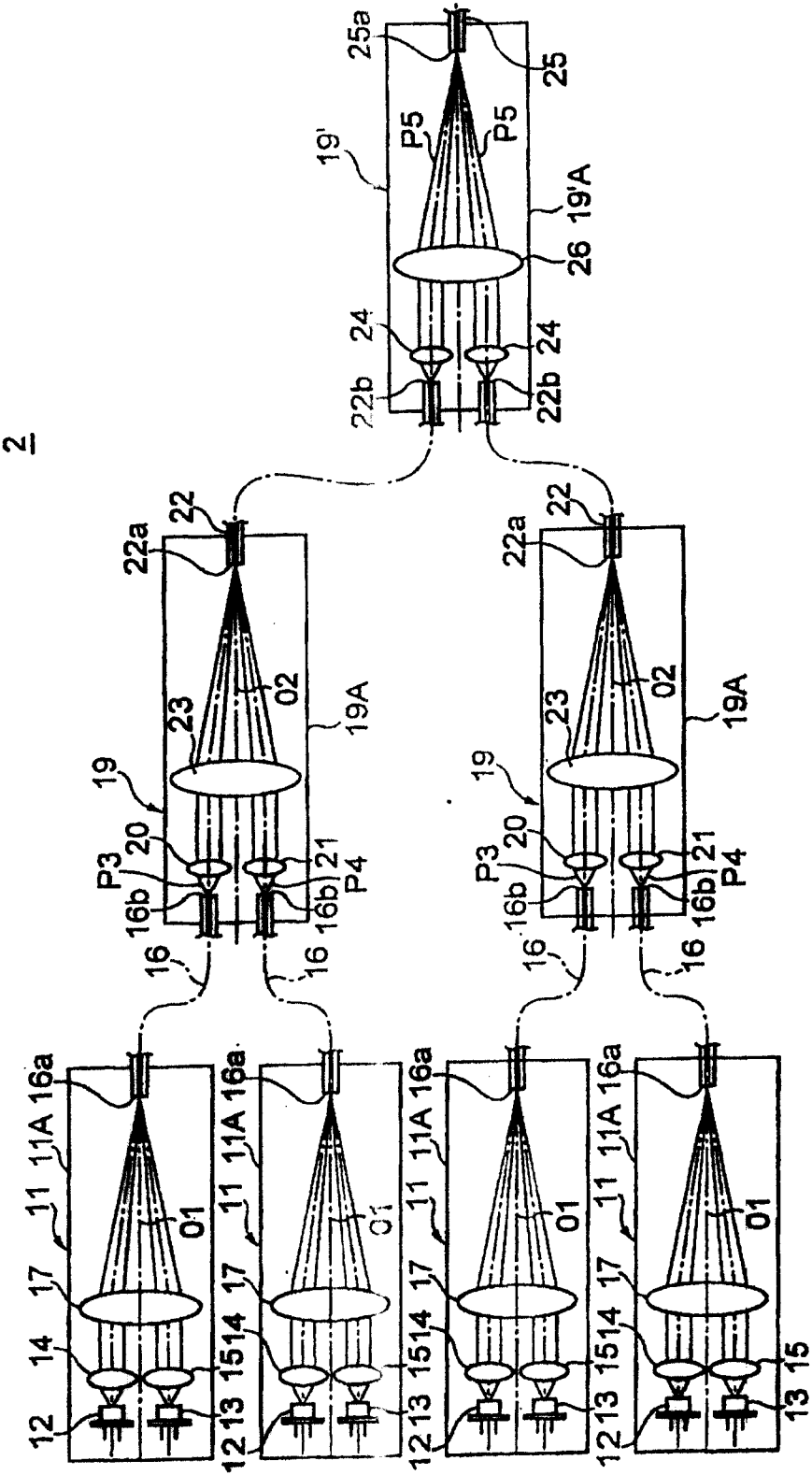


图 2

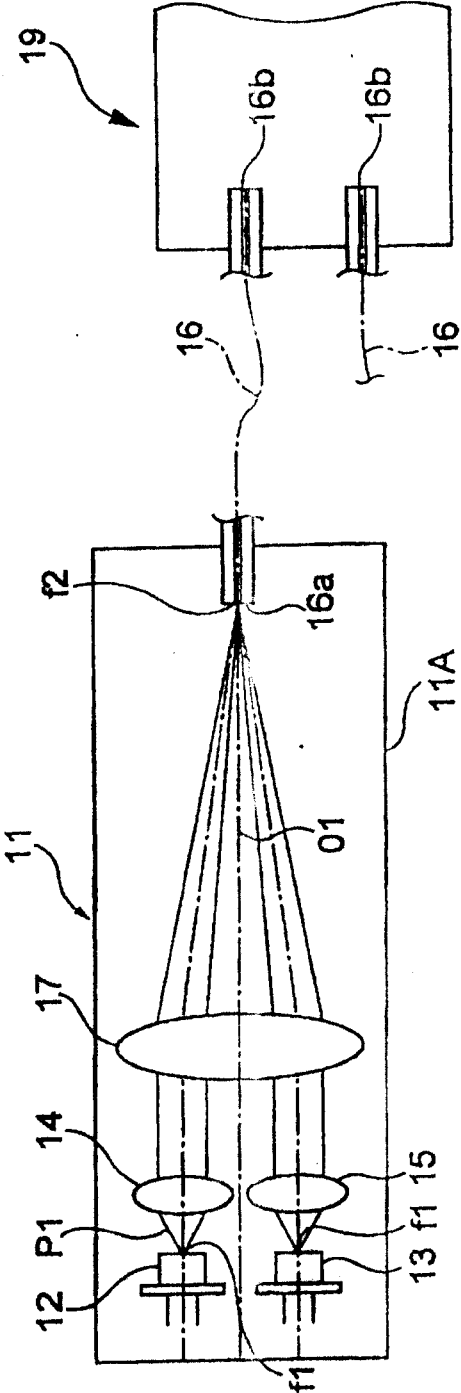


图 3

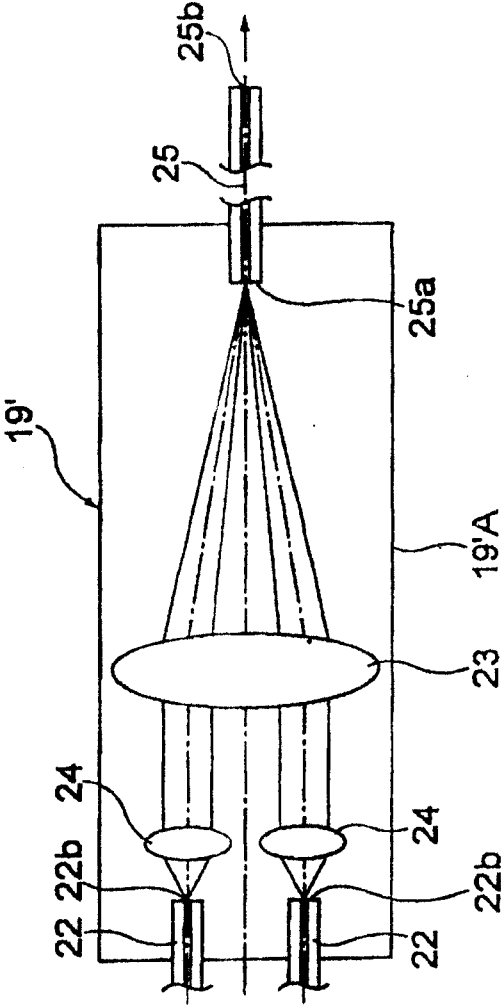


图 4

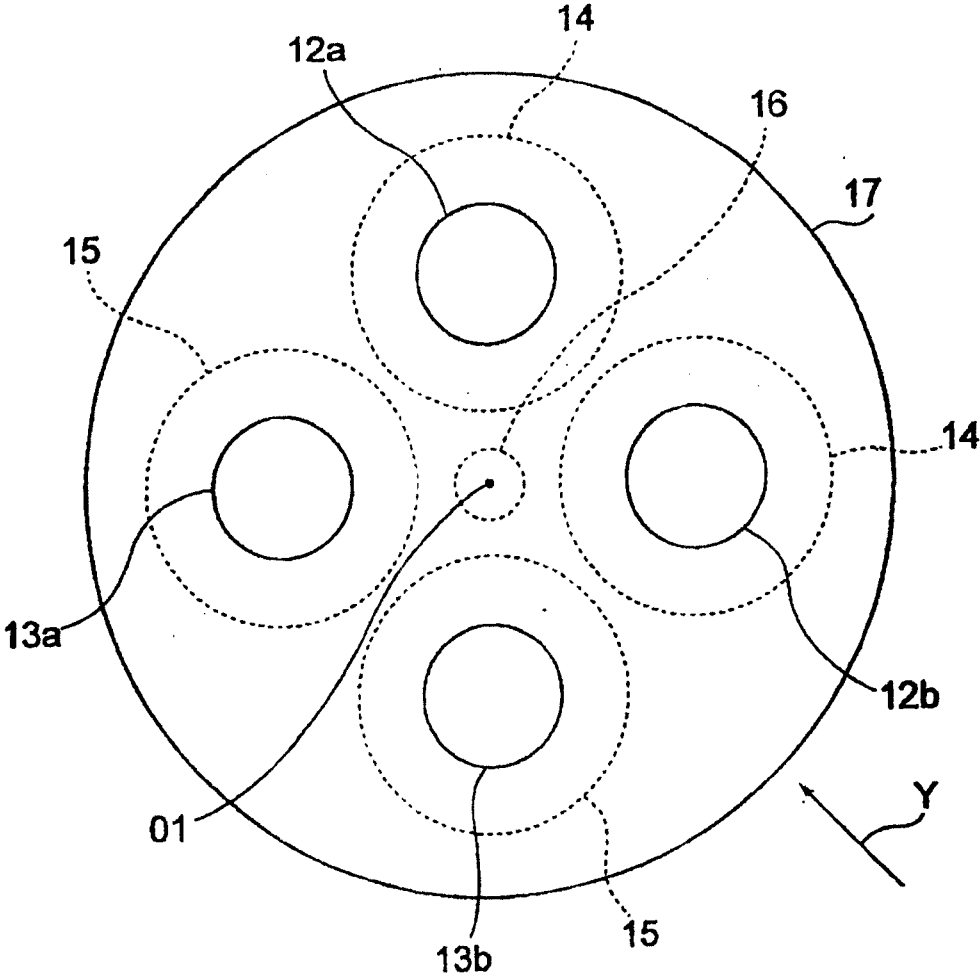


图 5

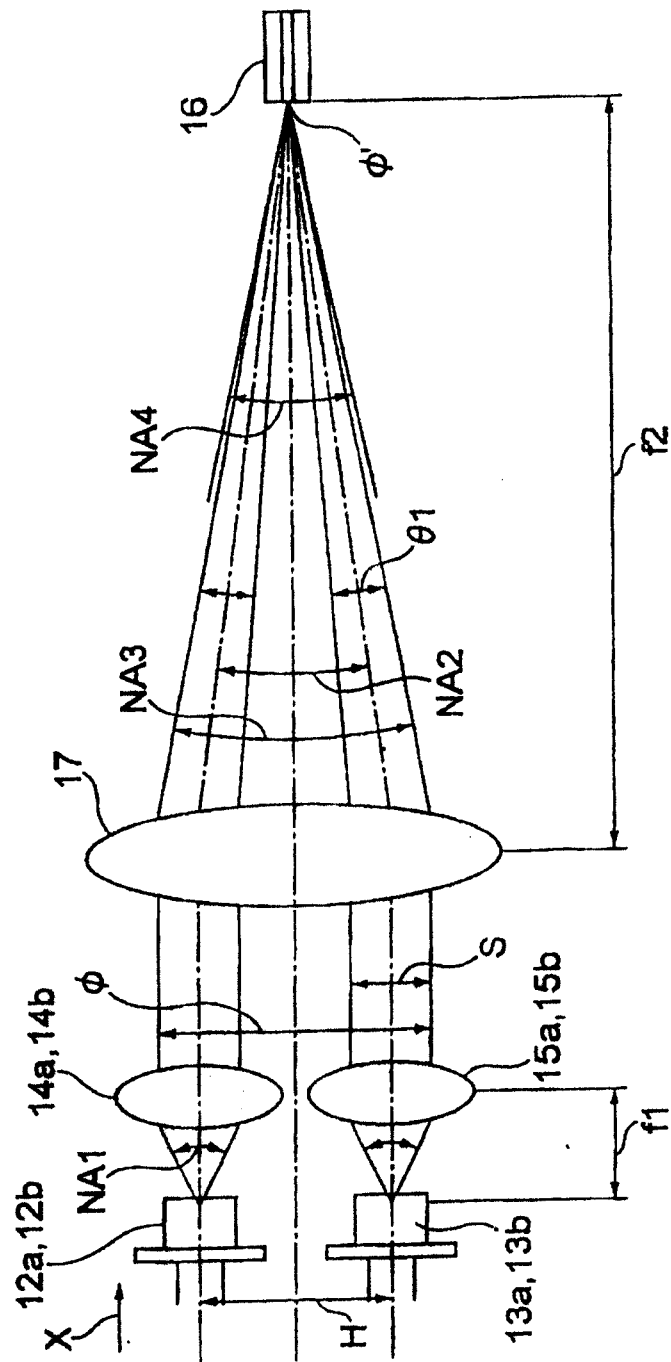


图 6

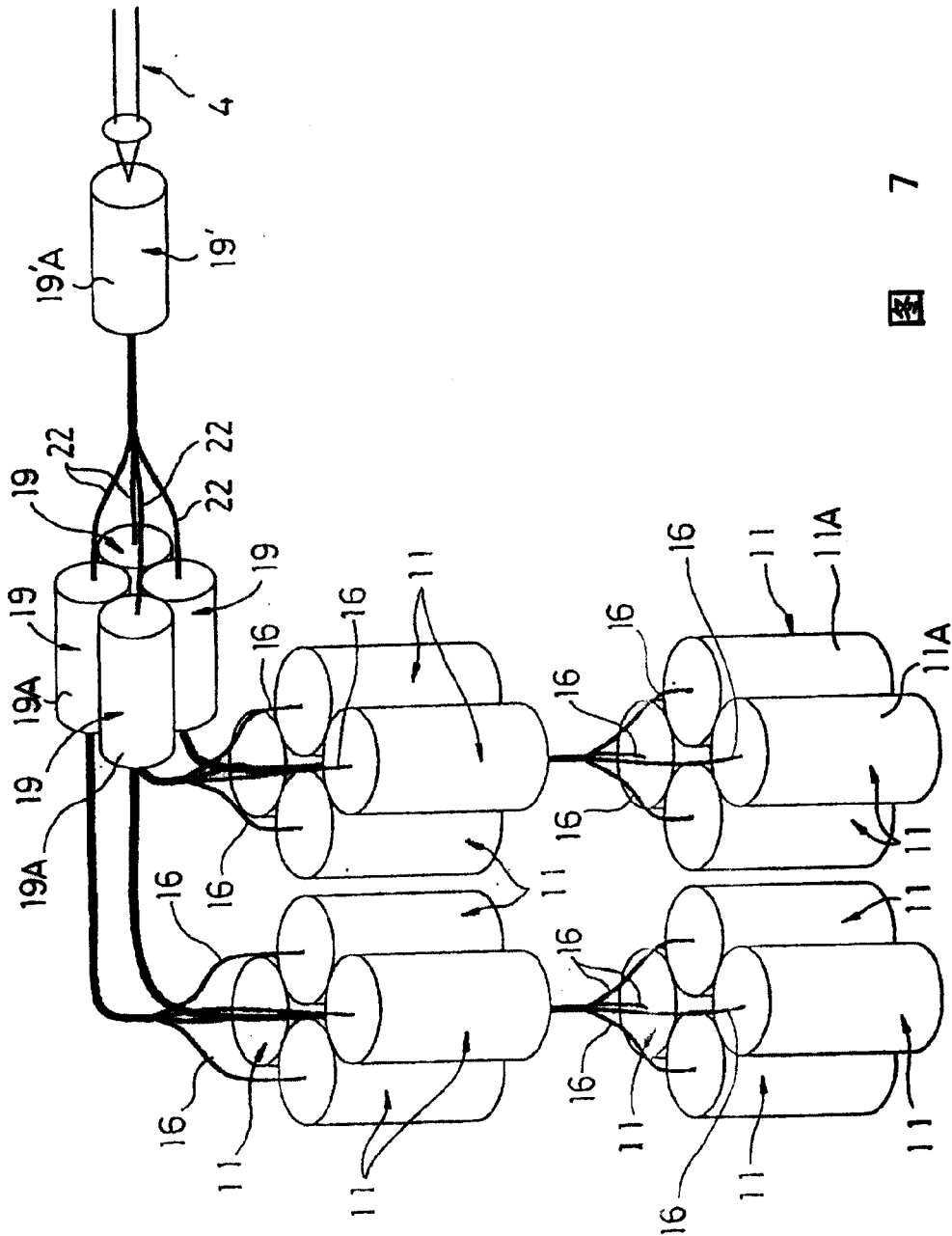


图 7

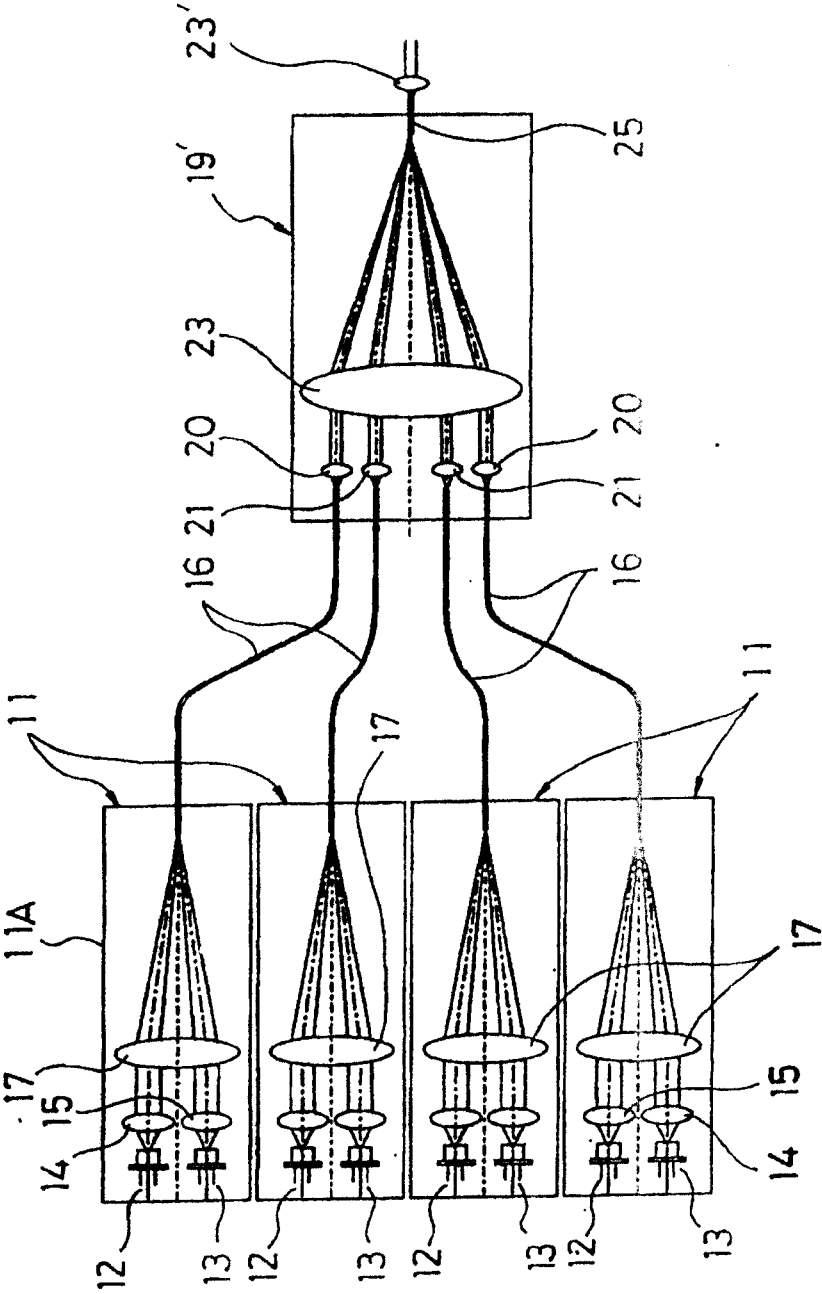


图 8