



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103251387 A

(43) 申请公布日 2013. 08. 21

(21) 申请号 201310008271. 7

(22) 申请日 2013. 01. 09

(30) 优先权数据

10-2012-0002469 2012. 01. 09 KR

10-2012-0082564 2012. 07. 27 KR

(71) 申请人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道水原市

申请人 高丽大学校产学协力团

(72) 发明人 任宰均 崔炫 崔珉硕 崔瑗熙

李性德 张祐荣 金法敏 丁炫友

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司

公司 11286

代理人 鲁恭诚 刘灿强

(51) Int. Cl.

A61B 5/00 (2006. 01)

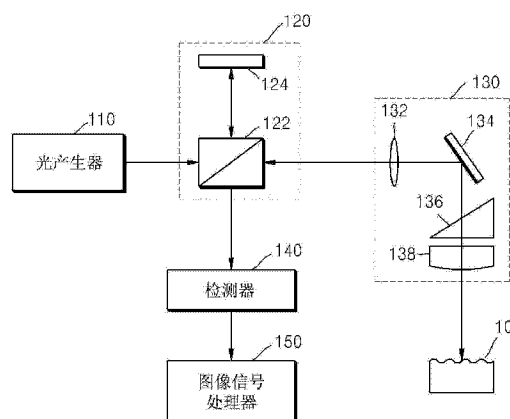
权利要求书2页 说明书8页 附图9页

(54) 发明名称

光学探头和包括该光学探头的光学相干断层扫描设备

(57) 摘要

本发明公开了一种光学探头和包括该光学探头的光学相干断层扫描设备。一种用于将光照射在对象上的光学探头,所述光学探头包括:光路控制单元,控制从外部传输的光的路径;光程控制元件,将光程控制为随着光的路径在光路控制单元中被调节而改变;光学输出单元,输出穿过光程控制元件的光。



1. 一种用于将光照射在对象上的光学探头,所述光学探头包括:
光路控制单元,控制从外部传输的光的路径;
光程控制元件,将光程控制为随着光的路径在光路控制单元中被调节而改变;
光学输出单元,输出穿过光程控制元件的光。
2. 根据权利要求1所述的光学探头,其中,
光路控制单元控制光的路径,以沿着预定方向以预定长度反复地移动从光学输出单元输出的光照射在对象上的点,每当光照射在对象上的点移动时,光程控制元件均匀地增加光程。
3. 根据权利要求1所述的光学探头,其中,
光程控制元件使路径被光路控制单元调节的光穿过光程控制元件,并将光程控制为根据光穿过光程控制元件的点而改变。
4. 根据权利要求3所述的光学探头,其中,
光程控制元件由具有均匀的折射率和具有非均匀的厚度的材料形成。
5. 根据权利要求4所述的光学探头,其中,
光程控制元件的截面具有楔形形状。
6. 根据权利要求4所述的光学探头,其中,
光程控制元件的一侧或两侧具有弯月形状。
7. 根据权利要求3所述的光学探头,其中,
光程控制元件由具有不同的折射率的两种或者更多种材料形成。
8. 根据权利要求3所述的光学探头,其中,
在光程控制元件的表面上形成有突起。
9. 根据权利要求1所述的光学探头,其中,
光程控制元件通过阻挡路径被光路控制单元调节的光的一部分来减小光的直径,从而与在阻挡之前相比,相对地出现调节光程的效果。
10. 根据权利要求9所述的光学探头,其中,
光程控制元件将光的直径控制为根据由光路控制单元调节的路径而改变。
11. 根据权利要求1所述的光学探头,其中,
光路控制单元是绕固定轴以预定旋转度来旋转的反射镜。
12. 一种用于通过将光照射到对象上来扫描该对象的光学相干断层扫描设备,所述设备包括:
光产生器,用于产生光;
光耦合器,用于将产生的光分离成测量光和参考光,将测量光传输到光学探头并接收响应光,所述响应光随着测量光从对象反射而从光学探头返回;
检测器,用于检测由响应光和参考光产生的干涉信号;
图像信号处理器,用于通过使用被检测的干涉信号来产生对象的断层扫描图像,
其中,光学探头包括:
光路控制单元,控制从光耦合器传输的光的路径;
光程控制元件,将光程控制为随着光的路径在光路控制单元中被调节而改变;
光学输出单元,输出穿过光程控制元件的光。

13. 根据权利要求 12 所述的设备, 其中,

光路控制单元控制光的路径, 以沿着预定方向以预定长度反复地移动从光学输出单元输出的光照射在对象上的点, 每当光照射在对象上的点移动时, 光程控制元件均匀地增加光程。

14. 根据权利要求 12 所述的设备, 其中,

光程控制元件使路径被光路控制单元调节的光穿过光程控制元件, 并将光程控制为根据光穿过光程控制元件的点而改变。

15. 根据权利要求 14 所述的设备, 其中,

光程控制元件由具有均匀的折射率和具有非均匀的厚度的材料形成。

16. 根据权利要求 15 所述的设备, 其中,

光程控制元件的截面具有楔形形状。

17. 根据权利要求 15 所述的设备, 其中,

光程控制元件的一侧或两侧具有弯月形状。

18. 根据权利要求 14 所述的设备, 其中,

光程控制元件由具有不同的折射率的两种或者更多种材料形成。

19. 根据权利要求 14 所述的设备, 其中,

在光程控制元件的表面上形成有突起。

20. 根据权利要求 12 所述的设备, 其中,

光程控制元件通过阻挡路径被光路控制单元调节的光的一部分来减小光的直径, 从而与在阻挡之前相比, 相对地出现调节光程的效果。

21. 根据权利要求 20 所述的设备, 其中,

光程控制元件将光的直径控制为根据由光路控制单元调节的路径而改变。

22. 根据权利要求 12 所述的设备, 其中,

光路控制单元是绕固定轴以预定旋转度来旋转的反射镜。

光学探头和包括该光学探头的光学相干断层扫描设备

[0001] 本申请要求于 2012 年 1 月 9 日提交到韩国知识产权局的第 10-2012-0002469 号韩国专利申请、于 2012 年 7 月 27 日提交到韩国知识产权局的第 10-2012-0082564 号韩国专利申请的权益,所述韩国专利申请的公开内容通过引用被全部包含于此。

技术领域

[0002] 本公开涉及光学相干断层扫描 (OCT) 设备,更具体地说,涉及一种光学探头以及一种包括该光学探头的 OCT 设备,通过所述光学探头可以调节光程。

背景技术

[0003] 最近,能够观察诸如人体组织或者各种材料的对象的内部结构的方法和设备已经被广泛使用。所述设备的示例包括诸如 X 射线系统、计算机断层摄影 (CT) 扫描仪、磁共振成像 (MRI) 设备和超声系统的断层扫描图像生成设备以及内部透射图像生成设备。这些设备可确定各种疾病的成因、位置和发展,而不需要直接切割人体或动物体的内部构造,因此这些设备在医学领域占据举足轻重的位置。因而,在这些诊断设备中,与人体或动物体相关的安全性、高分辨率图像的获取、合理的成本以及移动和使用的便捷性是重要的因素。

[0004] 具体地说,光学相干断层扫描 (OCT) 设备是能够通过利用照射在对象上然后从其反射的光与参考光之间的干涉现象来捕获对象的内部结构的设备。由于 OCT 设备能够获得高分辨率图像并且对人体无害,所以 OCT 设备已经被广泛地使用。

发明内容

[0005] 提供了可用于调节全量程光学相干断层扫描 (OCT) 设备所需的光程并且可被小型化的光学探头。

[0006] 提供了包括该光学探头的 OCT 设备。

[0007] 附加的方面将部分地在随后的描述中阐述,部分地将通过所述描述而显而易见,或者可通过实施呈现的实施例来了解。

[0008] 根据本发明的一方面,一种用于将光照射在对象上的光学探头包括:光路控制单元,控制从外部传输的光的路径;光程控制元件,将光程控制为随着光的路径在光路控制单元中被调节而改变;光学输出单元,输出穿过光程控制元件的光。

[0009] 光路控制单元可控制光的路径,以沿着预定方向以预定长度反复地移动从光学输出单元输出的光照射在对象上的点,每当光照射在对象上的点移动时,光程控制元件可均匀地增加光程。

[0010] 光程控制元件可使路径被光路控制单元调节的光穿过光程控制元件,并且可将光程控制为根据光穿过光程控制元件的点而改变。

[0011] 光程控制元件可由具有均匀的折射率和可具有非均匀的厚度的材料形成。

[0012] 光程控制元件的截面可具有楔形。

[0013] 光程控制元件的一侧或两侧可具有弯月形状。

- [0014] 光程控制元件可由具有不同的折射率的两种或者更多种材料形成。
- [0015] 突起可形成在光程控制元件的表面上。
- [0016] 光程控制元件可通过阻挡路径被光路控制单元调节的光的一部分来减小光的直径,从而与在阻挡之前相比,相对地出现调节光程的效果。
- [0017] 光程控制元件可将光的直径控制为根据由光路控制单元调节的路径而改变。
- [0018] 光路控制单元可以是绕固定轴以预定旋转程度来旋转的反射镜。
- [0019] 根据本发明的另一方面,一种用于通过将光照射到对象上来扫描该对象的光学相干断层扫描(OCT)设备包括:光产生器,用于产生光;光耦合器,用于将产生的光分离成测量光和参考光,将测量光传输到光学探头并接收响应光,所述响应光随着测量光从对象反射而从光学探头返回;检测器,用于检测由响应信号和参考信号产生的干涉信号;图像信号处理器,用于通过使用被检测的干涉信号来产生对象的断层扫描图像,其中,光学探头包括:光路控制单元,控制从光耦合器传输的光的路径;光程控制元件,将光程控制为随着光的路径在光路控制单元中被调节而改变;光学输出单元,输出穿过光程控制元件的光。
- [0020] 光路控制单元可控制光的路径,以沿着预定方向以预定长度反复地移动从光学输出单元输出的光照射在对象上的点,每当光照射在对象上的点移动时,光程控制元件可均匀地增加光程。
- [0021] 光程控制元件可使路径被光路控制单元调节的光穿过光程控制元件,并可将光程控制为根据光穿过光程控制元件的点而改变。
- [0022] 光程控制元件可由具有均匀的折射率和具有非均匀的厚度的材料形成。
- [0023] 光程控制元件的截面可具有楔形形状。
- [0024] 光程控制元件的一侧或两侧可具有弯月形状。
- [0025] 光程控制元件可由具有不同的折射率的两种或者更多种材料形成。
- [0026] 突起可形成在光程控制元件的表面上。
- [0027] 光程控制元件可通过阻挡路径被光路控制单元调节的光的一部分来减小光的直径,从而与在被阻挡之前相比,相对地出现调节光程的效果。
- [0028] 光程控制元件可将光的直径控制为根据由光路控制单元调节的路径而改变。
- [0029] 光路控制单元可以是绕固定轴以预定旋转角度来旋转的反射镜。
- [0030] 光学探头可在不移动光学探头的电扫描器的旋转轴的情况下利用光程控制元件来控制输出光的光程,因而光学探头可被小型化。
- [0031] 另外,可以通过在光学探头中包括使用压电致动器的光程控制元件来执行用于实现全量程 OCT 设备的调制。

附图说明

- [0032] 通过下面结合附图对实施例进行的描述,这些和/或其他方面将会变得明显和更加易于理解,附图中:
- [0033] 图 1 示出了根据本发明的实施例的光学相干断层扫描(OCT)设备的构造;
- [0034] 图 2 示出了根据本发明的实施例的在光学探头中测量光行进所经的路径;
- [0035] 图 3A 到图 3C 示出了根据本发明的各个实施例的包括光程控制元件的光学探头的内部构造;

- [0036] 图 4A 到图 4C 示出了根据本发明的各个实施例的光程控制元件的剖视图；
- [0037] 图 5A 到图 5E 示出了根据本发明的各个实施例的光程控制元件的截面的形状；
- [0038] 图 6 示出了根据本发明的另一实施例的使用压电致动器的光学探头的内部构造；
- [0039] 图 7A 示出了根据本发明的另一实施例的在光学探头中测量光行进所经的路径；
- [0040] 图 7B 示出了根据本发明的另一实施例的在光学探头中反射光行进所经的路径；
- [0041] 图 8A 示出了根据本发明的另一实施例的在光学探头中测量光行进所经的路径；
- [0042] 图 8B 示出了根据本发明的另一实施例的在光学探头中反射光行进所经的路径；
- [0043] 图 9 示出了根据本发明的另一实施例的在光学探头中测量光行进所经的路径；
- [0044] 图 10A 和图 10B 示出了根据本发明的其它实施例的光学探头的内部构造。

具体实施方式

[0045] 现在将参照附图来更加充分地描述本总体发明构思，在附图中示出了本发明总体构思的示例性实施例。与被下面的实施例所属领域的普通技术人员广泛熟知的构造或功能相关的具体描述可能被省略，以免实施例的特征的清楚性减小。

[0046] 图 1 示出了根据本发明的实施例的光学相干断层扫描 (OCT) 设备的构造。

[0047] 参照图 1，OCT 设备可包括光产生器 110、光耦合器 120、光学探头 130、检测器 140 和图像信号处理器 150。参照图 1 描述 OCT 设备的操作特性如下。

[0048] 光产生器 110 产生光并将光发射到光耦合器 120。光耦合器 120 可包括分束器 122 和标准反射镜 124。从光产生器 110 发射的光在分束器 122 中被分为测量光和参考光。测量光被传输到光学探头 130，参考光被传输到标准反射镜 124 并被标准反射镜 124 反射。反射的参考光返回到分束器 122。传输到光学探头 130 的测量光通过光学探头 130 照射在其内部断层扫描图像将要被捕获的对象 10 上。随着照射的测量光被对象 10 反射而产生的响应光通过光学探头 130 被传输到光耦合器 120 的分束器 122。被传输的响应光和被标准反射镜 124 反射的参考光在分束器 122 中产生干涉，检测器 140 检测干涉信号。当检测器 140 将被检测到的干涉信号发送到图像信号处理器 150 时，图像信号处理器 150 将被检测的干涉信号转换为指示对象 10 的断层扫描图像的图像信号。

[0049] 由于当前实施例涉及全量程 OCT 设备，所以在下文中将描述全量程 OCT，且将描述用于形成全量程 OCT 设备的光学探头 130 的操作特性和内部构造。

[0050] 全量程 OCT 设备随着对象 10 的被测量光照射的点沿横向方向移动来改变测量光的光程。更具体地说，在沿横向方向以相同长度连续地移动对象 10 的被测量光照射的点的同时，执行扫描。另外，每当对象 10 的被测量光照射的点沿横向方向移动时，通过以相同长度增加光程来执行调制。此时，测量光被照射到对象 10 的方向（即，对象 10 的深度方向）被称为轴向方向，与轴向方向垂直的方向被称为横向方向。光程是在光经过折射率为 n 的介质的距离为 1 时通过将折射率 n 乘以距离 1 而获得的值。即，光程等于在与光通过介质所耗费的时间相等的时间内光通过真空的距离。以这种方式，光学探头 130 在改变测量光的光程的同时沿横向方向移动对象 10 的被测量光照射的点。

[0051] 参照图 1，光学探头 130 可包括准直透镜 132、电扫描器 (galvano scanner) 134、光程控制元件 136 和透镜 138。电扫描器 134 是可以以预定旋转度在预定轴上旋转的反射镜，并且可利用从微机电系统 (MEMS) 获取旋转所需的驱动动力的 MEMS 扫描器形成。另外，

通过使用具有均匀折射率的单一材料或者具有彼此不同的折射率的两种或更多种材料以各种形状来形成光程控制元件 136, 光程控制元件 136 控制将根据光程控制元件 136 的光所经过的点而被改变的光程。

[0052] 从光耦合器 120 传输的光通过经过光学探头 130 的准直透镜 132 而被准直。已经穿过准直透镜 132 的测量光被电扫描器 134 反射, 因而测量光的方向被调节。然后, 测量光顺序地经过光程控制元件 136 和透镜 138, 然后可被照射到对象 10 上。随着电扫描器 134 绕预定轴旋转, 对象 10 的被测量光照射的点沿横向方向移动, 光程控制元件 136 的被测量光所经过的点也移动, 因此, 测量光的光程被改变。虽然没有在图 1 中示出, 但是光学探头 130 可包括容纳准直透镜 132、电扫描器 134、光程控制元件 136 和透镜 138 的壳体 (未示出)。在这种情况下, 已经经过光程控制元件 136 和透镜 138 的测量光从壳体的开口被输出, 然后被照射到对象 10 上。因此, 壳体的开口可被称为光开口。

[0053] 现在将参照图 2 来解释在对象 10 上沿横向方向扫描测量光且同时改变光程的方法。图 2 示出了根据本发明的实施例的在光学探头 130 中测量光行进所经的路径。参照图 2, 随着电扫描器 134 旋转, 测量光的方向沿横向方向以预定长度移动。电扫描器 134 旋转, 以将测量光的方向从第一方向调节为第 N 方向。第一方向的测量光行进与图 2 的 d_{11} 和 d_{12} 对应的光程, 第二方向的测量光行进经过与图 2 的 d_{21} 和 d_{22} 对应的光程, 第 N 方向的测量光行进经过与图 2 的 d_{N1} 和 d_{N2} 对应的光程。如果假定测量光在被电扫描器 134 反射之后直到穿过光程控制元件 136 为止时行进所经的光程是 d_i , 则获得下面的式 1。

$$[0054] \quad d_i = d_{i1} + n \times d_{i2} \quad (1)$$

[0055] “n”表示构成光程控制元件 136 的材料的折射率。

[0056] 另外, 方向彼此相邻的两束测量光 (即, 第 (i+1) 方向的测量光与第 i 方向的测量光) 的光程之间的差可由下面的式 2 来表示。

$$[0057] \quad \Delta x = d_{i+1} - d_i \quad (2)$$

[0058] 因此, 为了改变调制, 可通过调节光程控制元件 136 的倾斜平面与光程控制元件 136 的基准平面之间的角度、构成光程控制元件 136 的材料的折射率、电扫描器 134 的中心旋转轴的位置或者电扫描器 134 的曲率, 来调节 Δx 。将通过使用下面的式子来详细解释通过使用 Δx 来执行调制的详细方法。

[0059] 假定式 (2) 的 Δx 等于 $\frac{1}{f_B}$, 则从图 1 的 OCT 设备的检测器 140 接收的干涉信号的功率由下面的式 3 来表示。

[0060]

$$I_D(k_i, x) = S(k_i) \sum_{n=1}^N \rho_n(x) \cos(2k_i \Delta z + f_B x) + DC \quad (3)$$

[0061] 如果测量光移动所沿的横向方向是 x 轴, 则式 3 的 x 表示对象 10 的被测量光照射的点的坐标。 k_i 表示被调节成处于第 i 方向的测量光的波数。另外, I_D 表示从检测器 140 接收的干涉信号的功率, $S(k_i)$ 表示光源的每个波长的幅度, $\rho_n(x)$ 表示横向方向的幅度。 Δz 表示从光从分束器 122 移动到对象 10 的距离减去光从分束器 122 移动到标准反射镜的距离而获得的差值。

[0062] 通过使用欧拉公式利用包括复数指数的项重新整理式 3 得到下面的式 4。

$$[0063] \quad A(k_p, x)e^{2j f_E x} + A^*(k_p, x)e^{-2j f_E x} + DC \quad (4)$$

[0064] 以这种方式, 为了执行如上所述的调制, 光程在测量光的方向改变时以恒定值增加。例如, 在测量光的方向从第一方向被改变为第二方向时的光程的增加与在测量光的方向从第二方向改变为第三方向时的光程的增加相同。即, 可以通过调节光程控制元件 136 的倾斜平面与光程控制元件 136 的基准平面之间的角度、构成光程控制元件 136 的材料的折射率、电扫描器 134 的中心旋转轴的位置或者电扫描器 134 的曲率来执行期望的调制, 以获得下面的式 5。

$$[0065] \quad d_{(i+2)} - d_{(i+1)} = d_{(i+1)} - d_i \quad (5)$$

[0066] 传统的相干断层扫描设备不包括诸如光程控制元件 136 的构造, 而是使用移动电扫描器 134 的旋转轴的方法, 以使得方向彼此相邻的两束测量光的光程之间的差 (Δx) 恒定。

[0067] 因此, 传统的相干断层扫描设备在其小型化方面具有限制, 这是因为要确保用于移动电扫描器 134 的旋转轴的空间。具体地说, 当总宽度为 3mm 且其中的反射镜的直径为 1.5mm 的 MEMS 扫描器用作电扫描器时, 需要 500 μm 到 700 μm 的额外空间, 以移动电扫描器 134 的旋转轴。因此, 在这种情况下, 光学探头不会被插入到直径被标准化为 2.8mm 到 3.0mm 的内窥镜的工作通道中。然而, 根据本发明的实施例, 通过包括光程控制元件 136, 可以在不移动电扫描器 134 的旋转轴的情况下执行调制, 因此, 可以在不增加光学探头的尺寸的情况下形成全量程 OCT 设备。

[0068] 下面, 参照图 3A 到图 3C 来描述光程控制元件 136 和包括光程控制元件 136 的光学探头 130 的各个实施例。

[0069] 图 3A 到图 3C 示出了根据本发明的各个实施例的包括光程控制元件 136 的光学探头的内部构造。更具体地说, 图 3A 到图 3C 示出多个实施例, 其中, 光程控制元件 136 的位置和方向在各个实施例中不同。参照图 3A, 与图 1 和图 2 中示出的实施例不同, 光程控制元件 136 被设置在透镜 138 的下方。参照图 3B, 设置光程控制元件 136 的位置与图 1 和图 2 中示出的实施例的设置光程控制元件 136 的位置相同, 但是与图 1 和图 2 中示出的实施例相比, 光程控制元件 136 的左侧和右侧反转。另外, 参照图 3C, 设置光程控制元件 136 的位置与图 1 和图 2 中示出的实施例的设置光程控制元件 136 的位置相同, 但是与图 1 和图 2 中示出的实施例相比, 光程控制元件 136 的上侧和下侧反转。在这种方式下, 如果需要的话, 设置在光学探头中的光程控制元件 136 的位置和方向可以被不同地改变。此时, 可以通过调节光程控制元件 136 的倾斜平面与光程控制元件 136 的基准平面之间的角度、构成光程控制元件 136 的材料的折射率、电扫描器 134 的中心旋转轴的位置或者电扫描器 134 的曲率, 来执行期望的调制。

[0070] 图 4A 到图 4C 示出了根据本发明的各个实施例的光程控制元件 136 的剖视图。更具体地说, 图 4A 到图 4C 示出了通过使用具有不同的折射率的两种材料形成光程控制元件 136 的实施例。在图 4A 到图 4C 中, 标号 136a 和 136b 指示具有不同的折射率的两种材料。参照图 4A, 材料 136a 与材料 136b 之间的边界线具有从光程控制元件 136 的上侧起的曲线的形式。参照图 4B, 材料 136a 与材料 136b 之间的边界线被形成为与光程控制元件 136 的

上侧平行。参照图 4C, 材料 136a 与材料 136b 之间的边界线被形成为与光程控制元件 136 的底侧平行。在这种方式下, 可以根据需要改变形成光程控制元件 136 的材料。此时, 可以通过调节光程控制元件 136 的倾斜平面与光程控制元件 136 的基准平面之间的角度、构成光程控制元件 136 的材料的折射率、电扫描器 134 的中心旋转轴的位置或者电扫描器 134 的曲率, 来执行期望的调制。另外, 在图 4A 到图 4C 中, 虽然通过使用具有不同的折射率的两种材料 136a 和 136b 来形成光程控制元件 136, 但是可通过使用三种或更多种材料来形成光程控制元件 136。

[0071] 图 5A 到图 5E 示出了根据本发明的各个实施例的光程控制元件 136 的截面的形状。在图 1 到图 4C 中, 光程控制元件 136 的界面具有楔形。然而, 如图 5A 到图 5E 中所示, 光程控制元件 136 的形状可以以各种其他的形式改变。在图 5A 中, 光程控制元件 136 的上侧和下侧具有弯月形状。在图 5B 中, 突起 136c 形成在光程控制元件 136 的上侧。在图 5C 中, 光程控制元件 136 的截面具有矩形, 在光程控制元件 136 中, 通过使用具有不同的折射率的两种材料来形成两层 136a 和 136b。图 5D 示出了光程控制元件 136 的截面具有矩形且光程控制元件 136 的折射率逐渐改变的实施例。在图 5D 中, 在光程控制元件 136 中表现出的浅和深指示折射率。参照图 5D, 应当理解, 折射率逐渐改变, 这是因为浅和深逐渐改变。图 5E 示出了光程控制元件 136 的截面具有阶梯形状。虽然没有示出, 但是与图 5A 不同, 光程控制元件 136 的上侧和下侧中的仅仅一个可被形成为具有弯月形状。通过以这种方式不同地改变光程控制元件 136 的截面的形状, 在通过使用包括光程控制元件 136 的光学探头执行调制时可能产生的非线性特性可以被校正。另外, 可以通过调节光程控制元件 136 的倾斜平面与光程控制元件 136 的基准平面之间的角度、构成光程控制元件 136 的材料的折射率、电扫描器 134 的中心旋转轴的位置或者电扫描器 134 的曲率, 来执行期望的调制。

[0072] 图 6 示出了根据本发明的另一实施例的使用压电致动器 135 的光学探头的内部构造。通过使用压电致动器 135 而非电扫描器, 图 6 中示出的光学探头调节光的方向。具体地说, 如果电信号被施加到设置在压电致动器 135 的上部和下部中的压电元件 135a, 则压电元件 135a 向上弯曲或者向下弯曲, 随着压电元件 135a 向上弯曲或者向下弯曲, 压电致动器 135 的支撑层 135b 也向上弯曲或者向下弯曲。支撑层 135b 包括光纤 135c, 由于光纤 135c 与支撑层 135b 一起向上弯曲或者向下弯曲, 所以从光纤 135c 输出的光的方向被向上或者向下调节。在图 6 的光学探头中, 由于没有使用电流计, 所以不可能通过移动电扫描器 134 的旋转轴来进行调制。然而, 通过包括被定位在图 6 中示出的光路上的光程控制元件 136, 可以执行上面公开的调制。另外, 光程控制元件 136 可以被形成为具有如图 4A 到图 5E 中示出的各种形状。即, 通过使用光程控制元件 136, 可以通过使用这样的光学探头来制造全量程 OCT 设备, 在所述光学探头中, 移动电扫描器 134 的旋转轴是不可能的。

[0073] 可以通过调节光的直径大小来调节用于相位调制的光程, 下面将描述更多的细节。

[0074] 图 7A 示出了根据本发明的另一实施例的在光学探头中测量光行进所经的路径。图 7B 示出了根据本发明的另一实施例的在光学探头中响应光 (即, 反射光) 行进所经的路径。

[0075] 参照图 7A, 测量光被电扫描器 134 反射, 因此测量光的方向被调节, 被调节的测量光被照射在对象 10 上。在这种情况下, 光程控制元件 136 没有位于测量光的路径上。因此,

在不受到光程控制元件 136 的影响的情况下,测量光可以照射到对象 10 上。另外,参照图 7B,测量光从对象 10 的反射而引起的反射光也在不受到光程控制元件 136 的影响的情况下从电扫描器 134 反射,然后行进到光学探头的外部。

[0076] 图 8A 示出了根据本发明的另一实施例的在光学探头中测量光行进所经的路径。图 8B 示出了根据本发明的另一实施例的在光学探头中响应光(即,反射光)行进所经的路径。

[0077] 在图 8A 中,电扫描器 134 绕中心 134a 旋转,因此与图 7A 的情况相比,测量光的方向被改变为朝右侧一些。参照图 8A,测量光从电扫描器 134 反射,因此测量光的方向被调节,且被调节的测量光照射在对象 10 上。在这种情况下,光程控制元件 136 位于测量光的路径上。因此,一部分测量光被光程控制元件 136 折射并因而偏离其路径,测量光的仅仅其余部分沿着路径行进并被照射在对象 10 上。即,与图 7A 的情况相比,到达对象的测量光的直径减小。通过使用具有恒定折射率的一种材料或者具有不同折射率的两种或更多种材料,可以以各种形状来制造光程控制元件 136。可选择地,光程控制元件 136 可以由阻挡光的材料制造。参照图 8B,通过测量光从对象 10 的反射而产生的反射光被电扫描器 134 反射,然后行进到光学探头的外部。在这种情况下,与图 7B 的情况相比,由于光程控制元件 136,使得图 8B 中示出的反射光的直径也减小。

[0078] 在这种方式下,测量光和反射光的直径由于光程控制元件 136 而出现变化,因此实质上改变了光程。参照图 7B 和图 8B 详细描述测量光和反射光的直径的改变使得光程改变的原因。将图 7B 中示出的反射光接触电扫描器 134 的直径的中心点 701 与图 8B 中示出的反射光接触电扫描器 134 的直径的中心点 801 进行比较,中心点 701 的位置和中心点 801 的位置彼此不同。即,随着反射光的直径的改变,反射光接触电扫描器 134 的直径的中心点的位置改变。由于光行进的实质距离是光的直径的中心点行进的距离,所以图 7B 中示出的反射光的光程与图 8B 中示出的反射光的光程不同。因此,当通过使用光程控制元件 136 调节测量光和反射光的直径的大小时,可以调节测量光的光程和反射光的光程。

[0079] 现在,描述通过调节光的直径来执行相位调制的具体方法。图 9 示出了根据本发明的另一实施例的在光学探头中测量光行进所经的路径。参照图 9,第一方向的测量光的直径是 r_1 ,第二方向的测量光的直径是 r_2 ,第 N 方向的测量光的直径是 r_N 。如参照图 7A 到图 7B 所描述的,直径的这样的改变由于光程控制元件 136 而出现。如果在测量光的方向已经被调节为第 i 方向(其中, i 是 1、2、...、或 N)时的测量光的直径大小是 r_i ,则方向彼此相邻的两束测量光(即,第 i+1 方向的测量光和第 i 方向的测量光)的直径之间的差可被表示为下面的式 6。

$$[0080] \quad \Delta r = r_{i+1} - r_i \quad (6)$$

[0081] 假定式 6 的 Δr 等于 $\frac{1}{f_B}$,则可根据式 3 和式 4 来执行相位调制。参照上面对式 3 和式 4 的描述,以获得更多的细节。

[0082] 另一实施例可被实现为使用具有改变的形状且同时执行透镜的功能和光程控制元件的功能的透镜。下面参照图 10A 和图 10B 来描述更多的细节。

[0083] 图 10A 和图 10B 示出了根据本发明的其它实施例的光学探头的内部构造。比较图 10A 和图 10B 与图 3A 到图 3C,图 3A 到图 3C 的光学探头分离地包括光程控制元件 136 和透

镜 138, 然而图 10A 和图 10B 的光学探头不包括光程控制元件 136 且仅仅包括透镜 138。在这种情况下, 图 10A 和图 10B 中示出的透镜 138 的一侧截面被形成为具有斜面, 因而图 10A 和图 10B 中示出的透镜 138 的形状与通过组合图 3A 到图 3C 中示出的透镜 138 的上侧或下侧与光程控制元件 136 而获得的形状相似。即, 图 10A 和图 10B 的透镜 138 同时执行图 3A 到图 3C 中示出的光程控制元件 136 的功能和透镜 138 的功能。在这种方式下, 通过获得经由透镜的变型调节光程的效果, 可以简化光学探头的构造。

[0084] 虽然已经参照本发明总体构思的示例性实施例具体示出并描述了本发明总体构思, 但是本领域普通技术人员应当理解, 在不脱离由权利要求限定的本发明总体构思的精神和范围的情况下, 可以在这里做出形式和细节上的各种改变。

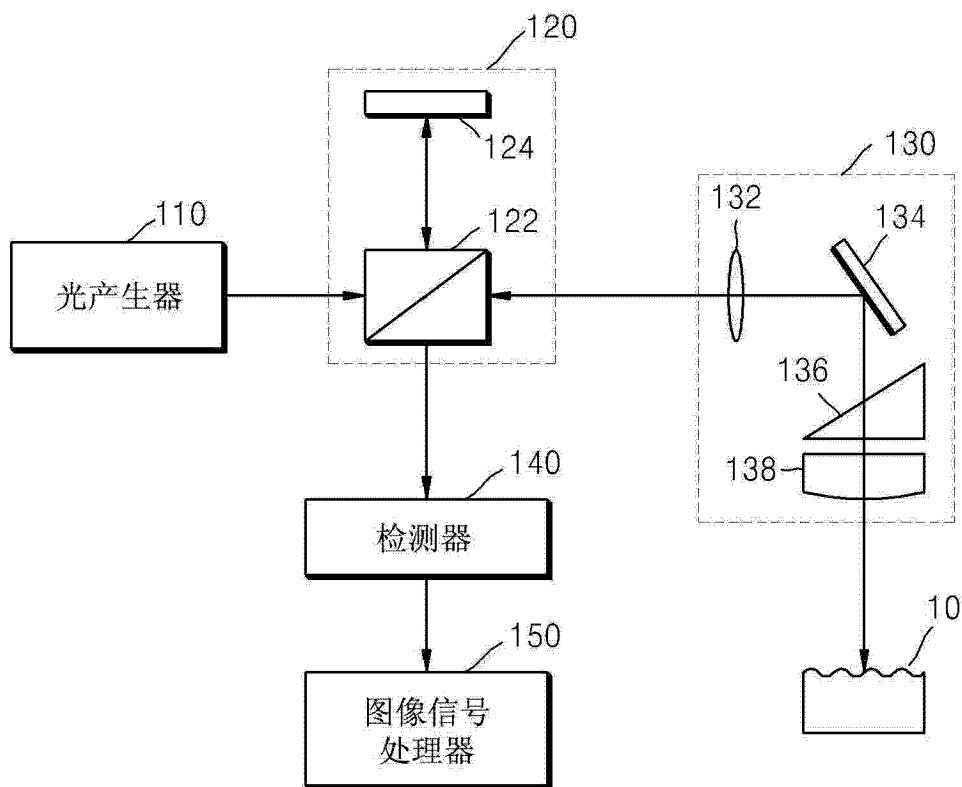


图 1

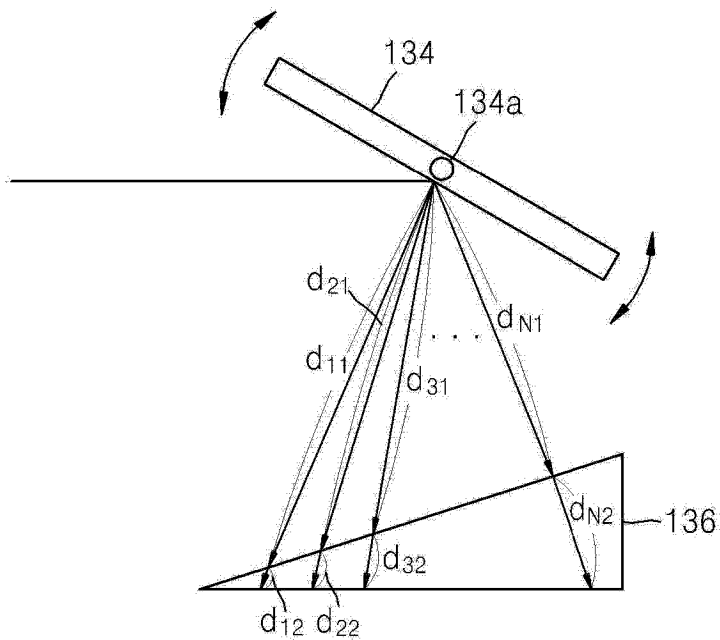


图 2

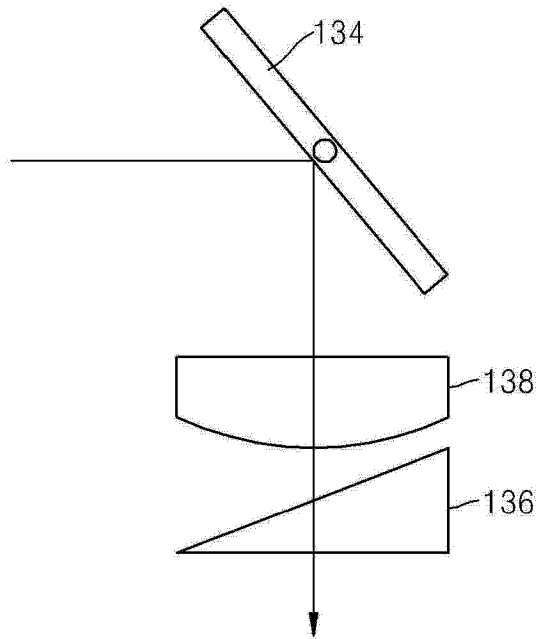


图 3A

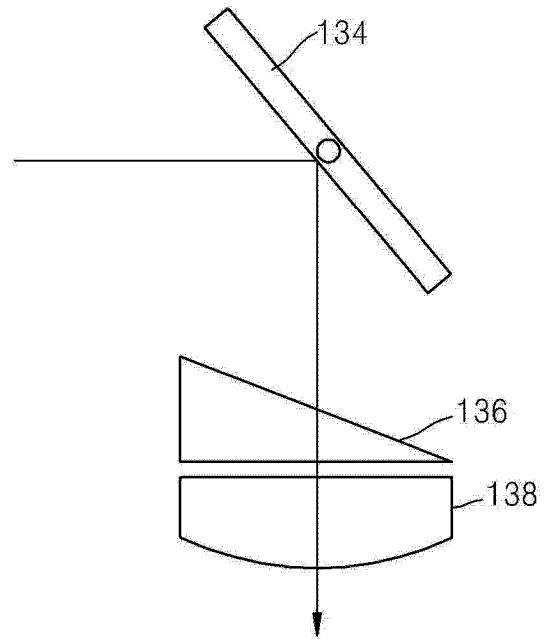


图 3B

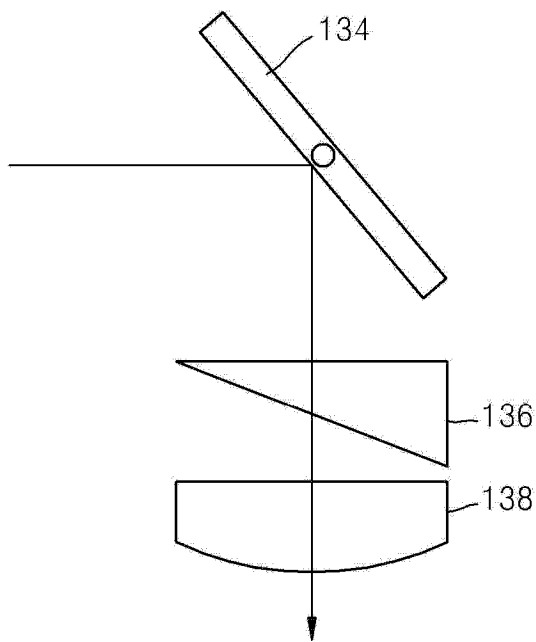


图 3C

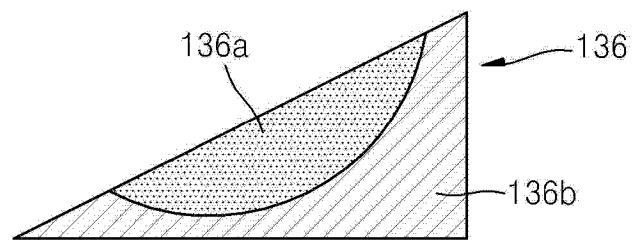


图 4A

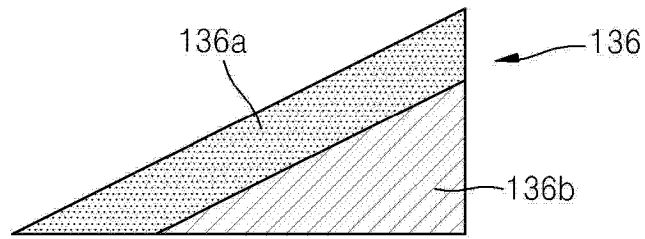


图 4B

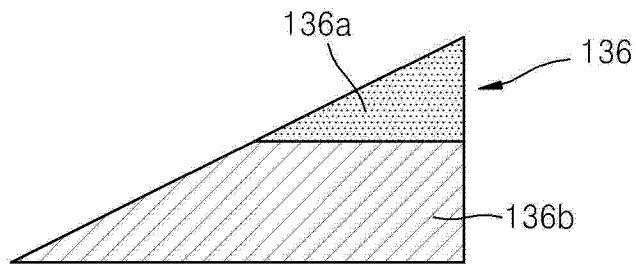


图 4C



图 5A

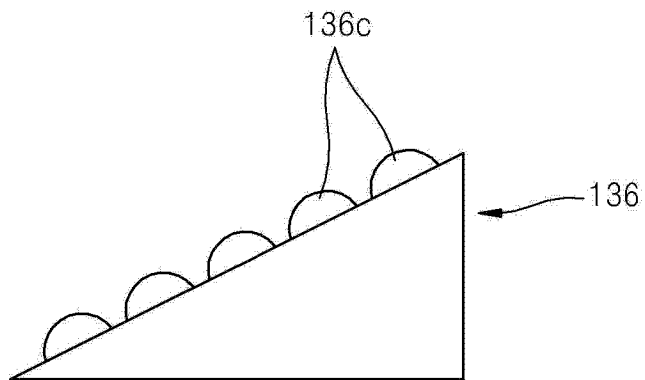


图 5B

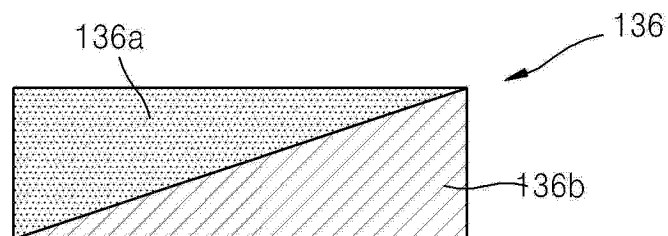


图 5C

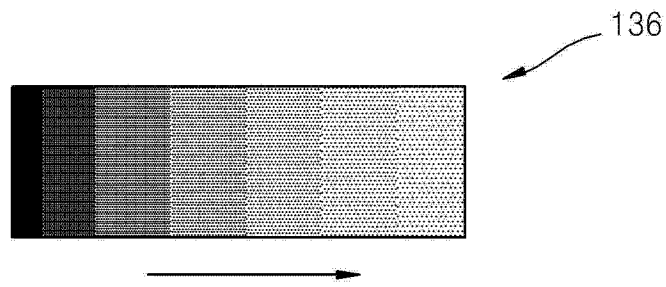


图 5D

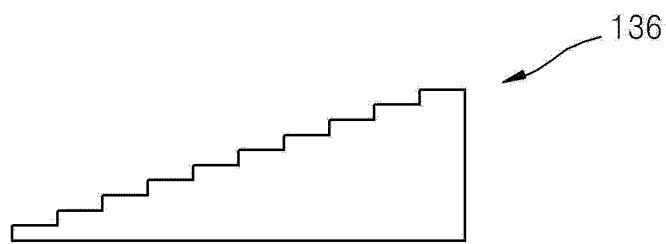


图 5E

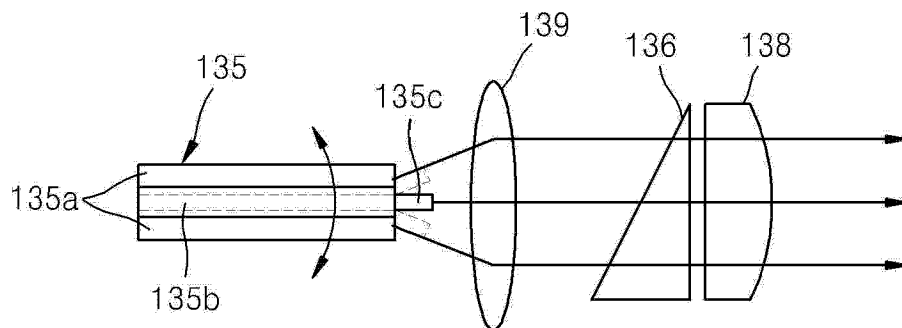


图 6

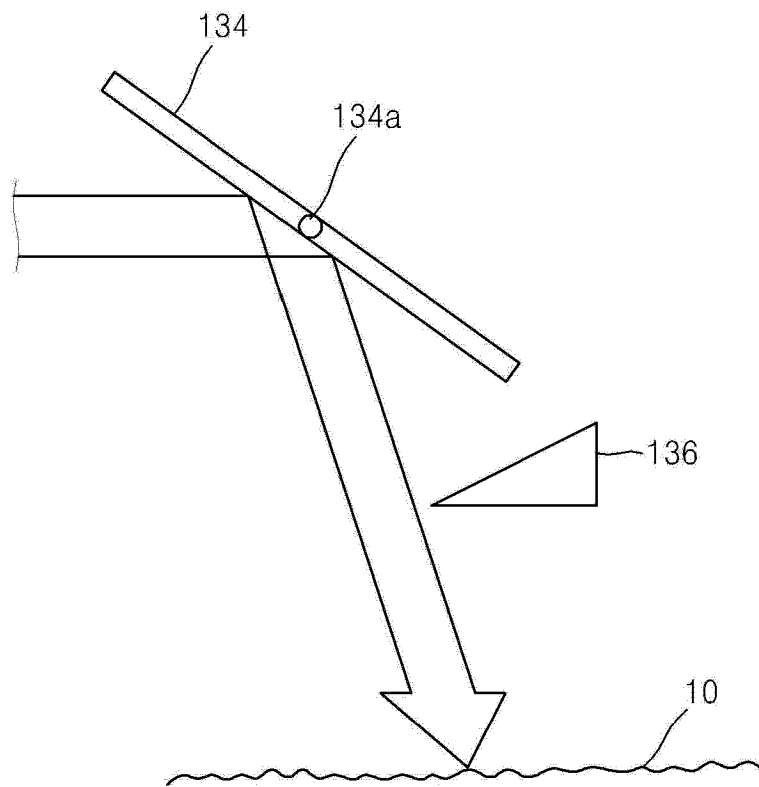


图 7A

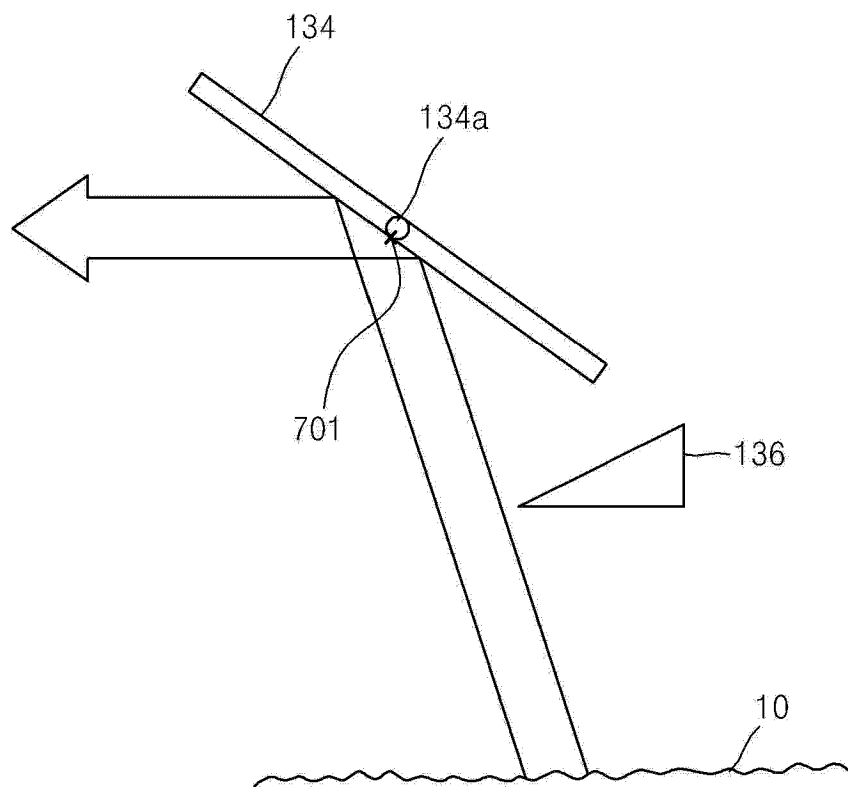


图 7B

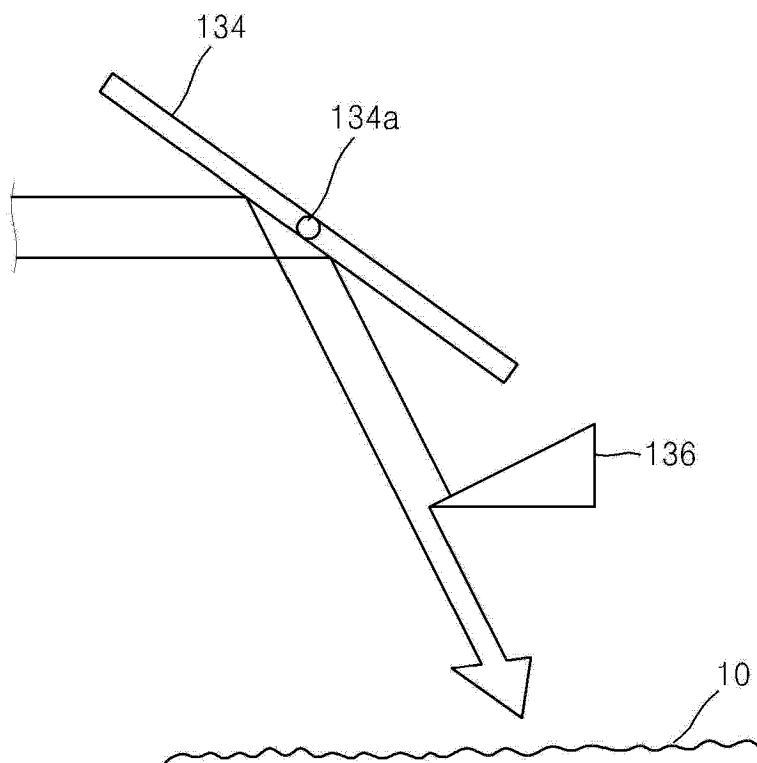


图 8A

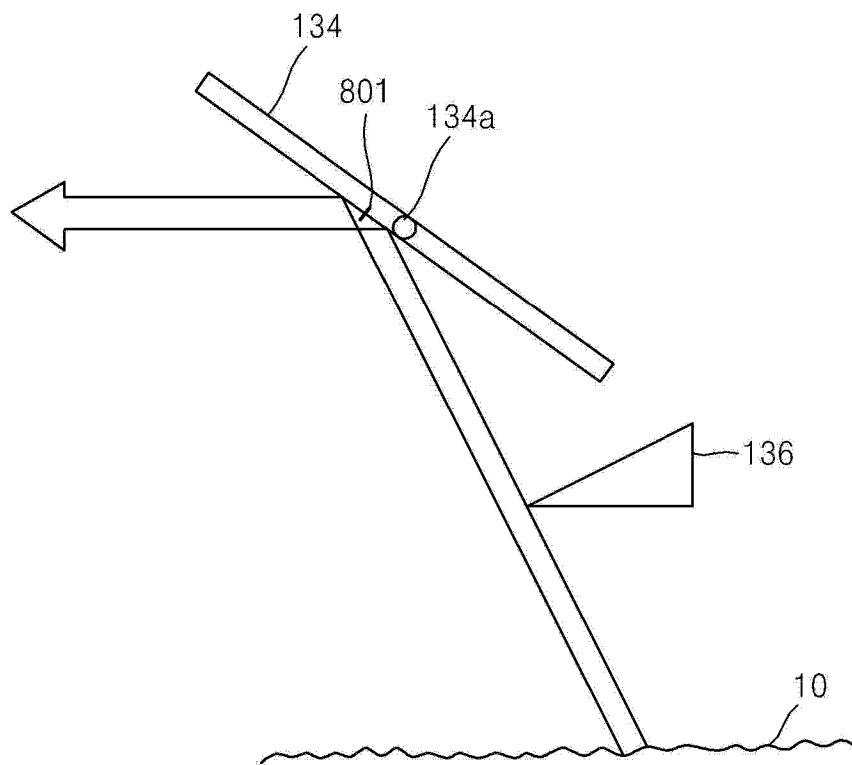


图 8B

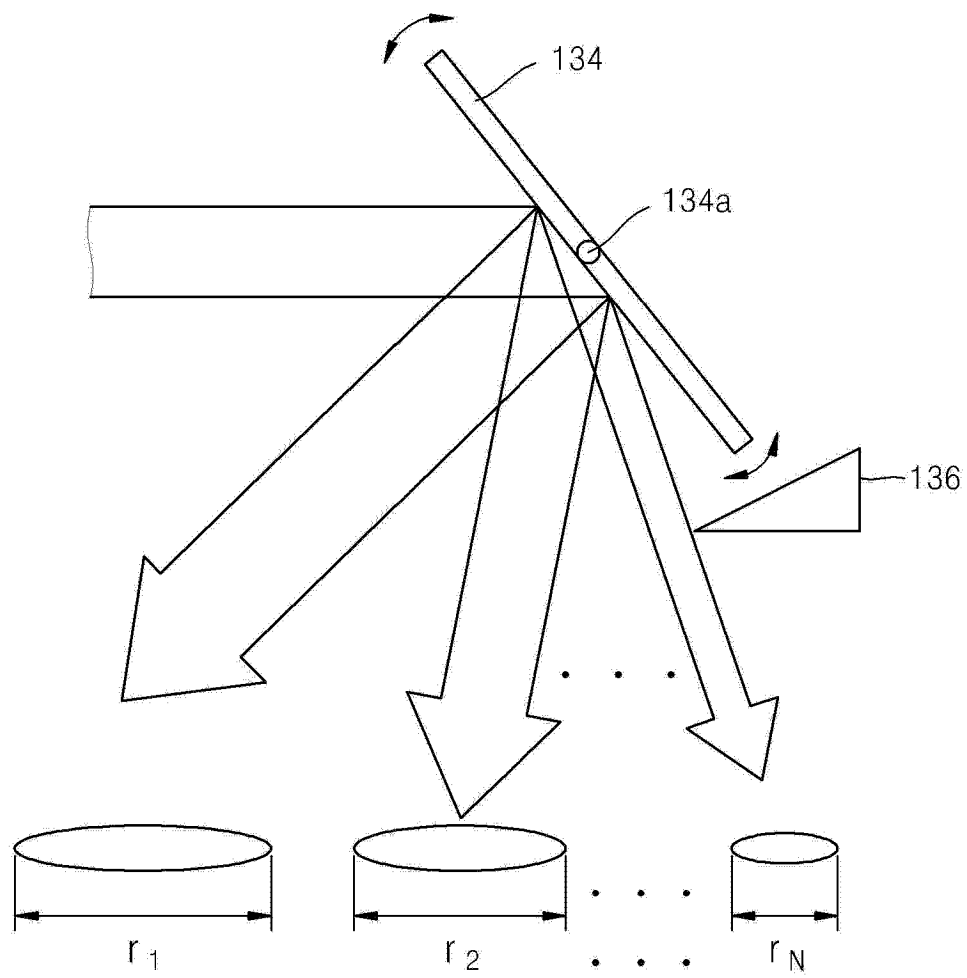


图 9

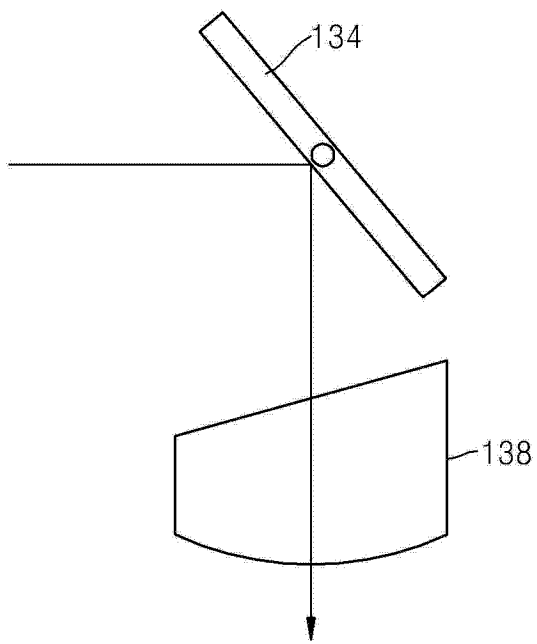


图 10A

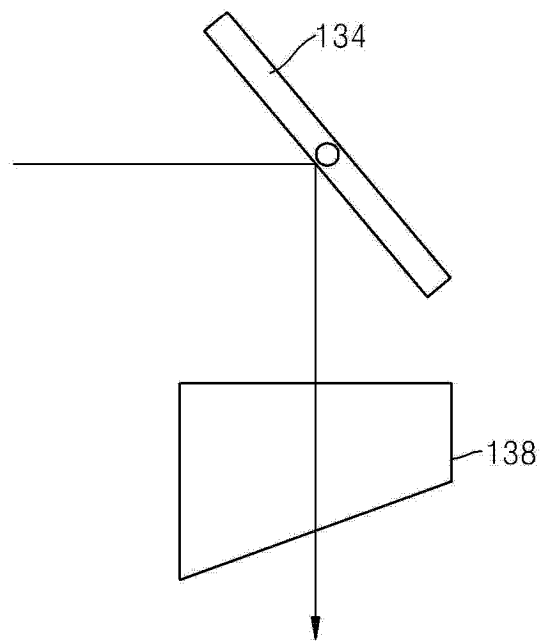


图 10B