



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103969727 B

(45)授权公告日 2018.03.09

(21)申请号 201410042294.4

(22)申请日 2014.01.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103969727 A

(43)申请公布日 2014.08.06

(30)优先权数据

2013-014035 2013.01.29 JP

(73)专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 松下友纪

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51)Int.Cl.

G02B 5/28(2006.01)

G02B 26/00(2006.01)

(56)对比文件

US 2012/0013905 A1, 2012.01.19, 全文.

US 2012/0188646 A1, 2012.07.26, 全文.

US 8319169 B2, 2012.11.27, 全文.

US 2011/0222159 A1, 2011.09.15, 全文.

审查员 张芳馨

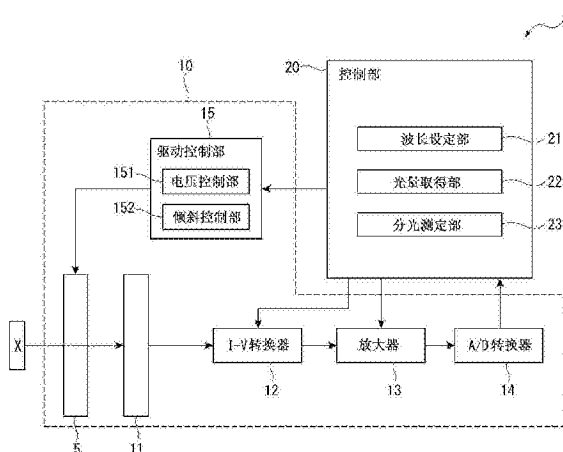
权利要求书3页 说明书25页 附图21页

(54)发明名称

光学模块以及电子设备

(57)摘要

本发明涉及光学模块以及电子设备。其中，光学模块具有固定基板(51)、可动基板(52)、设在固定基板(51)的固定反射膜(54)、设在可动基板(52)并与固定反射膜(54)相对的可动反射膜(55)、在滤波器俯视观察中设在固定反射膜(54)的外侧的第一控制电极(571)、在滤波器俯视观察中设在可动反射膜(55)的外侧且与第一控制电极(571)相对的第二控制电极(572)、以及使第一控制电流流过第一控制电极(571)、使在滤波器俯视观察中与第一控制电流方向相反的第二控制电流流过第二控制电极(572)的倾斜控制部。



1. 一种光学模块,其特征在于,
具备:
第一基板;
第二基板,与所述第一基板相对配置;
第一反射膜,设在所述第一基板上;
第二反射膜,设在所述第二基板上,并与所述第一反射膜相对;
第一控制电极,设在所述第一基板上;
第二控制电极,设在所述第二基板上,并与所述第一控制电极相对;以及
倾斜控制部,使第一控制电流在沿所述第一基板的基板面的第一方向流过所述第一控制电极,并使第二控制电流在沿所述第二基板的基板面且从基板厚度方向观察到的所述第一基板和所述第二基板的俯视观察中与所述第一方向方向相反的第二方向流过所述第二控制电极。
2. 根据权利要求1所述的光学模块,其特征在于,
所述第一控制电极和所述第二控制电极之间的间隙尺寸小于所述第一反射膜和所述第二反射膜之间的间隙尺寸。
3. 根据权利要求2所述的光学模块,其特征在于,
所述第一控制电极在所述俯视观察中设在所述第一反射膜的外侧,
所述第二控制电极在所述俯视观察中设在所述第二反射膜的外侧。
4. 根据权利要求2所述的光学模块,其特征在于,
所述第一控制电极在所述俯视观察中与所述第一反射膜重叠设置,
所述第二控制电极在所述俯视观察中与所述第二反射膜重叠设置。
5. 根据权利要求2所述的光学模块,其特征在于,
所述第一控制电极和所述第二控制电极中的至少一个控制电极的与另一个控制电极相对的面上设有绝缘膜。
6. 根据权利要求1所述的光学模块,其特征在于,
具备间隙变更部,变更所述第一反射膜和所述第二反射膜之间的间隙尺寸。
7. 根据权利要求6所述的光学模块,其特征在于,
在通过所述间隙变更部变更所述间隙尺寸时,所述倾斜控制部在直到所述间隙尺寸的变动结束为止的期间使所述第一控制电流和所述第二控制电流流过。
8. 一种光学模块,其特征在于,
具备:
导电性的第一反射膜,使入射光的一部分反射一部分透过;
导电性的第二反射膜,与所述第一反射膜相对,使入射光的一部分反射一部分透过;以及
倾斜控制部,使第一控制电流在沿所述第一反射膜的面方向的第一方向流过所述第一反射膜,使第二控制电流在沿所述第二反射膜的面方向且从膜厚方向观察到的所述第一反射膜和所述第二反射膜的俯视观察中与所述第一方向方向相反的第二方向流过所述第二反射膜。
9. 根据权利要求8所述的光学模块,其特征在于,

具备：

第一基板，设置有所述第一反射膜；以及

第二基板，设置有所述第二反射膜。

10. 根据权利要求8所述的光学模块，其特征在于，

具备间隙变更部，变更所述第一反射膜和所述第二反射膜之间的间隙尺寸。

11. 根据权利要求10所述的光学模块，其特征在于，

在通过所述间隙变更部变更所述间隙尺寸时，所述倾斜控制部在直到所述间隙尺寸的变动结束为止的期间，使所述第一控制电流和所述第二控制电流流过。

12. 根据权利要求8所述的光学模块，其特征在于，

设有多个所述第一反射膜，这些多个所述第一反射膜电连接，

与多个所述第一反射膜对应地设有多个所述第二反射膜，这些多个所述第二反射膜电连接。

13. 根据权利要求1至12中任一项所述的光学模块，其特征在于，

具备间隙检测部，检测所述第一反射膜和所述第二反射膜之间的间隙尺寸，

所述倾斜控制部根据所述间隙检测部检测到的间隙尺寸，控制所述第一控制电流和所述第二控制电流。

14. 一种电子设备，其特征在于，

具备：

光学模块；以及

控制部，控制所述光学模块，

其中，所述光学模块具有：第一基板；与所述第一基板相对配置的第二基板；设在所述第一基板上的第一反射膜；设在所述第二基板上、与所述第一反射膜相对的第二反射膜；设在所述第一基板上的第一控制电极；设在所述第二基板上、与所述第一控制电极相对的第二控制电极；以及使第一控制电流在沿所述第一基板的基板面的第一方向流过所述第一控制电极、并使第二控制电流在沿所述第二基板的基板面且从基板厚度方向观察到的所述第一基板和所述第二基板的俯视观察中与所述第一方向方向相反的第二方向流过所述第二控制电极的倾斜控制部。

15. 一种电子设备，其特征在于，

具备：

光学模块；以及

控制部，控制所述光学模块，

其中，所述光学模块具备：导电性的第一反射膜；与所述第一反射膜相对的导电性的第二反射膜；以及使第一控制电流在沿所述第一反射膜的面方向的第一方向流过所述第一反射膜、并使第二控制电流在沿所述第二反射膜的面方向且从膜厚方向观察到的所述第一反射膜和所述第二反射膜的俯视观察中与所述第一方向方向相反的第二方向流过所述第二反射膜的倾斜控制部。

16. 一种光学模块，其特征在于，

具备：

第一基板；

第一反射膜,设置在所述第一基板上;

第二反射膜,与所述第一反射膜相对;

第一控制电极,设在所述第一基板上,第一控制电流在沿所述第一基板的基板面的第一方向流过所述第一控制电极;以及

第二控制电极,设在与所述第二反射膜相同的基材上,与所述第一控制电极相对,第二控制电流在从所述第一基板的厚度方向观察到的俯视观察中与所述第一方向方向相反的第二方向流过所述第二控制电极。

光学模块以及电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及光学模块以及电子设备。

背景技术

[0002] 现有技术中,已知有具有彼此相对的一对反射膜,通过改变该反射膜之间的间隙尺寸,从而从测定对象的光中取出规定波长的光的波长可变干涉滤波器(例如,参照专利文献1)。

[0003] 专利文献1所述的波长可变干涉滤波器(光谐振器)具有彼此相对的第一基板以及第二基板、分别配置在各基板上并间隔着反射膜之间的间隙彼此相对的反射膜,以及分别配置在各基板上并彼此相对的电极。在这样的波长可变干涉滤波器中,通过向电极之间施加电压,使隔膜变形,从而能够调整反射膜间间隙。

[0004] 可是,在上述专利文献1的波长可变干涉滤波器中,例如在隔膜的刚性或厚度尺寸不均匀的情况下,当改变反射膜间间隙的间隙尺寸时,隔膜无法均匀挠曲,有反射膜彼此之间的平行度恶化之忧。并且,在未向电极之间施加电压的初始状态,也存在反射膜彼此之间未维持平行的情况,这时,如果通过静电引力变更间隙尺寸,则存在导致反射膜彼此之间的平行度进一步恶化,波长可变干涉滤波器的分辨率降低的课题。

[0005] 先行技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本专利特开平7-243963号公报

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供一种具有高分辨率的光学模块以及电子设备。

[0009] 本发明的光学模块,其特征在于,具备:第一基板;与所述第一基板相对配置的第二基板;设在所述第一基板上,使入射光的一部分反射一部分透过的第一反射膜;设在所述第二基板上,与所述第一反射膜相对,使入射光的一部分反射一部分透过的第二反射膜;设在所述第一基板上的第一控制电极;设在所述第二基板上,与所述第一控制电极相对的第二控制电极;以及,使第一控制电流在沿所述第一基板的基板面的第一方向流过所述第一控制电极,并使第二控制电流在沿所述第二基板的基板面且在从基板厚度方向观察所述第一基板和所述第二基板的俯视观察中与所述第一方向方向相反的第二方向流过所述第二控制电极的倾斜控制部。

[0010] 在本发明中,第一控制电极和第二控制电极彼此相对,流过第一控制电极的第一控制电流和流过第二控制电极的第二控制电流为相反方向。因此,第一控制电极以及第二控制电极分别作用有洛伦兹力的斥力。当与第一控制电极以及第二控制电极的曲率半径相比,第一控制电极和第二控制电极之间的间隙尺寸充分小时,洛伦兹力与第一控制电极以及第二控制电极之间的间隙尺寸成反比例,因此,间隙尺寸较大部分作用有较小的斥力,但间隙尺寸较小的部分作用有较大的斥力。也就是说,第二基板相对于第一基板倾斜时,为了

抑制该倾斜而作用有所述斥力,能够抑制第一反射膜和第二反射膜的平行度的恶化。从而,能够维持光学模块的高分辨率。

[0011] 优选地,在本发明的光学模块中,所述第一控制电极和所述第二控制电极之间的间隙尺寸小于所述第一反射膜和所述第二反射膜之间的间隙尺寸。

[0012] 在本发明中,当通过间隙变更部变更反射膜间间隙尺寸时,第一控制电极和第二控制电极相接触,从而能够防止第一反射膜和第二反射膜接触,能够防止由于接触导致的第一反射膜和第二反射膜的劣化。

[0013] 优选地,在本发明的光学模块中,所述第一控制电极设在所述俯视观察中所述第一反射膜的外侧,所述第二控制电极设在所述俯视观察中所述第二反射膜的外侧。

[0014] 在本发明中,第一控制电极和第二控制电极分别设在第一反射膜和第二反射膜的外侧。在这样的结构中,能够扩大第一反射膜和第二反射膜的有效面积(通过干涉使所需波长的光透过或反射的区域的面积)。并且,当采用第一反射膜和第二反射膜与第一控制电极和第二控制电极不接触(绝缘状态)的结构时,如果作为第一反射膜和第二反射膜采用具有导电性的材料,则也能够将该第一反射膜和第二反射膜用作例如检测电容用电极等的电极。

[0015] 优选地,在本发明的光学模块中,在所述俯视观察中所述第一控制电极与所述第一反射膜重叠设置,在所述俯视观察中所述第二控制电极与所述第二反射膜重叠设置。

[0016] 在本发明中,第一控制电极设在与第一反射膜重叠的区域,第二控制电极设在与第二反射膜重叠的区域。因此,通过第一控制电极和第二控制电极使斥力直接作用于设有第一反射膜和第二反射膜的区域,从而能够更高精度地改善反射膜的倾斜,进而能够进一步提高平行度。

[0017] 优选地,在本发明的光学模块中,所述第一控制电极和所述第二控制电极中的至少任一方电极在与另一方电极相对的面设有绝缘膜。

[0018] 在本发明中,能够防止第一控制电极和第二控制电极相接触时的短路。

[0019] 优选地,本发明的光学模块具备:变更所述第一反射膜和所述第二反射膜之间的间隙尺寸的间隙变更部。

[0020] 在本发明中,能够通过间隙变更部变更第一反射膜和第二反射膜之间的间隙尺寸,从而能够变更透过第一反射膜和第二反射膜的光的波长。

[0021] 并且,通过间隙变更部变更间隙尺寸时,例如由于第二基板的刚性等的影响,有时第二基板不均匀挠曲,而使第二反射膜相对于第一反射膜倾斜。与此相对,在本发明中,通过倾斜控制部控制流过第一控制电极和第二控制电极的第一控制电流和第二控制电流,从而能够使斥力作用于抑制所述倾斜的方向。因此,能够适当地维持第一反射膜和第二反射膜的平行度。

[0022] 优选地,在本发明的光学模块中,当通过所述间隙变更部变更所述间隙尺寸时,直到结束所述间隙尺寸的变动为止,所述倾斜控制部使所述第一控制电流和所述第二控制电流流过。

[0023] 如果通过间隙变更部使第二基板挠曲,则由于第二基板所具有的弹力,该第二基板发生振动,反射膜之间的间隙尺寸发生变化。在此,如上所述,通过使第一控制电流流过第一控制电极,使第二控制电流流过第二控制电极,从而能够在各电极产生洛伦兹力的斥

力,间隙尺寸越小该洛伦兹力越大。因此,通过在第二基板振动期间,使控制电流在第一控制电极和第二控制电极持续流动,从而洛伦兹力作用以使第二基板的振动静止,能够缩短到第二基板的振动结束为止的时间(稳定化时间)。

[0024] 本发明的光学模块的特征在于,具备:使入射光的一部分反射一部分透过的导电性的第一反射膜;与所述第一反射膜相对,使入射光的一部分反射一部分透过的导电性的第二反射膜;以及,使第一控制电流在沿所述第一反射膜的面方向的第一方向流过所述第一反射膜,并使第二控制电流在沿所述第二反射膜的面方向且在从膜厚方向观察所述第一反射膜和所述第二反射膜的俯视观察中与所述第一方向方向相反的第二方向流过所述第二反射膜的倾斜控制部。

[0025] 在本发明中,第一反射膜和第二反射膜彼此相对,流过第一反射膜的第一控制电流和流过第二反射膜的第二控制电流为相反方向。因此,第一反射膜和第二反射膜分别作用有洛伦兹力的斥力。从而,能够抑制第一反射膜和第二反射膜的平行度的恶化,能够提供高分辨率的光学模块。

[0026] 并且,在本发明中,与设置第一控制电极或第二控制电极的结构相比,能够简化结构。并且,能够使斥力直接作用于第一反射膜和第二反射膜。并且,即使在反射膜不仅处于倾斜状态并且反射膜还发生挠曲的情况下,还能够使斥力作用于消除该挠曲的方向。从而,能够更加高精度地进一步提高反射膜之间的平行度。

[0027] 优选地,本发明的光学模块具有设有所述第一反射膜的第一基板,以及设有所述第二反射膜的第二基板。

[0028] 作为构成光学模块的第一反射膜和第二反射膜,例如可以在平板状的牺牲层的一面形成第一反射膜,在另一面形成第二反射膜之后,通过蚀刻等去除牺牲层,从而形成使第一反射膜和第二反射膜相对配置的结构,但此时,第一反射膜或第二反射膜有可能发生挠曲。与此相对,在本发明中,在第一基板上设置第一反射膜,在第二基板上设置第二反射膜,因此能够抑制各反射膜的挠曲和倾斜。

[0029] 优选地,本发明的光学模块具备变更所述第一反射膜和所述第二反射膜之间的间隙尺寸的间隙变更部。

[0030] 在本发明中,通过间隙变更部能够变更第一反射膜和第二反射膜之间的间隙尺寸,从而能够变更透过第一反射膜和第二反射膜的光的波长。

[0031] 并且,当通过间隙变更部变更间隙尺寸时,例如在第二基板设置第二反射膜,使第二基板向第一反射膜侧弯曲的结构中,可以考虑由于第二基板的刚性等的影响而使第二反射膜挠曲的情况。当未设置第二基板或第一基板时,第二反射膜或第一反射膜挠曲从而反射膜之间的间隙发生变化,此时,第一反射膜或第二反射膜发生挠曲。与此相对,在本发明中,通过倾斜控制部对流过第一反射膜和第二反射膜的第一控制电流和第二控制电流进行控制,因此,即使如上所述第二基板发生倾斜,也能够使斥力作用来抑制该倾斜。并且,即使在未设置第一基板或第二基板、通过使第一反射膜或第二反射膜挠曲来变更反射膜间间隙尺寸的结构,也能够通过由倾斜控制部使控制电流流过,产生抑制这些挠曲的斥力。因此,能够适当地维持第一反射膜和第二反射膜的平行度。

[0032] 优选地,在本发明的光学模块中,当通过所述间隙变更部变更所述间隙尺寸时,直到所述间隙尺寸的变动结束为止,所述倾斜控制部使所述第一控制电流和所述第二控制电

流流过。

[0033] 在本发明中,通过间隙变更部变更反射膜间间隙尺寸时,直到间隙尺寸的变动结束为止,使控制电流分别在第一反射膜和第二反射膜持续流动。因此,洛伦兹力作用以使间隙尺寸的变动静止,能够缩短到间隙尺寸的变动结束为止的稳定化时间。

[0034] 优选地,在本发明的光学模块,设有多个所述第一反射膜,这些多个所述第一反射膜电连接,并且与多个所述第一反射膜对应地设有多个所述第二反射膜,这些多个第二反射膜电连接。

[0035] 在本发明中,以一个第一反射膜和与该反射膜相对的第二反射膜为一组干涉部时,以使各干涉部中的反射膜间间隙尺寸均匀的方式作用斥力。因此,能够从多个干涉部取出(透过或反射)相同波长的光。

[0036] 优选地,本发明的光学模块具备检测所述第一反射膜和所述第二反射膜之间的间隙尺寸的间隙检测部,所述倾斜控制部根据所述间隙检测部检测到的间隙尺寸,控制所述第一控制电流和所述第二控制电流。

[0037] 在本发明中,倾斜控制部通过使第一控制电流和第二控制电流流动,能够使洛伦兹力的斥力作用,以便维持第一反射膜和第二反射膜的平行度,并且,还可以将该洛伦兹力用作变更反射膜间间隙尺寸的动力。此时,通过间隙检测部检测反射膜间间隙尺寸,根据检测到的间隙尺寸,进行上述第一控制电流和第二控制电流的反馈控制,从而能够高精度地控制反射膜间间隙尺寸。

[0038] 尤其是,通过由彼此相对的电极构成的静电致动器控制反射膜间间隙时,作用于静电致动器的静电引力与电极之间的间隙尺寸的 -2 乘方成正比。与此相对,当与第一控制电极以及第二控制电极的曲率半径相比,第一控制电极和第二控制电极之间的间隙尺寸充分小时,洛伦兹力与流过第一控制电流的电极(第一控制电极或第一反射膜)和流过第二控制电流的电极(第二控制电极或第二反射膜)的间隙尺寸的 -1 乘方成正比。因此,利用洛伦兹力控制间隙的敏感度低于利用静电致动器的静电引力控制间隙的灵敏度,能够高精度地控制间隙。

[0039] 本发明的电子设备,其特征在于,具备:光学模块;以及控制所述光学模块的控制部。其中,所述光学模块具备:第一基板;与所述第一基板相对配置的第二基板;设在所述第一基板上,使入射光的一部分反射一部分透过的第一反射膜;设在所述第二基板上,与所述第一反射膜相对,使入射光的一部分反射一部分透过的第二反射膜;设在所述第一基板上的第一控制电极;设在所述第二基板上,与所述第一控制电极相对的第二控制电极;以及,使第一控制电流在沿所述第一基板的基板面的第一方向流过所述第一控制电极,并使第二控制电流在沿所述第二基板的基板面且在从基板厚度方向观察所述第一基板和所述第二基板的俯视观察中与所述第一方向方向相反的第二方向流过所述第二控制电极的倾斜控制部。

[0040] 在本发明中,与上述的发明相同,通过倾斜控制部控制分别流过第一控制电极和第二控制电极的第一控制电流和第二控制电流,从而能够适当地维持第一反射膜和第二反射膜的平行度,能够以高分辨率取出(透过或反射)所需波长的光。因此,在基于这样的光进行例如测色处理和分析处理等各种处理时,能够实现高精度的处理。

[0041] 本发明的电子设备,其特征在于,具备:光学模块;以及,控制所述光学模块的控制

部。其中,所述光学模块具有:使入射光的一部分反射一部分透过的导电性的第一反射膜;与所述第一反射膜相对,使入射光的一部分反射一部分透过的导电性的第二反射膜;以及,使第一控制电流在沿所述第一反射膜的面方向的第一方向流过所述第一反射膜,并使第二控制电流在沿所述第二反射膜的面方向且在从膜厚方向观察所述第一反射膜和所述第二反射膜的俯视观察中与所述第一方向方向相反的第二方向流过所述第二反射膜的倾斜控制部。

[0042] 在本发明中,与上述的发明相同,通过倾斜控制部控制分别流过第一反射膜和第二反射膜的第一控制电流和第二控制电流,从而能够适当地维持第一反射膜和第二反射膜的平行度,能够以高分辨率取出(透过或反射)所需波长的光。因此,在基于这样的光进行例如测色处理和分析处理等各种处理时,能够实现高精度的处理。

[0043] 本发明的光学模块,其特征在于,具备:第一基板;设在所述第一基板上,使入射光的一部分反射一部分透过的第一反射膜;与所述第一反射膜相对,使入射光的一部分反射一部分透过的第二反射膜;设在所述第一基板上,第一控制电流在沿所述第一基板的基板面的第一方向流过的第一控制电极;以及,设在与所述第二反射膜相同的基材上,并与所述第一控制电极相对,第二控制电流在从所述第一基板的厚度方向观察的俯视观察中与所述第一方向方向相反的第二方向流过的第二控制电极。

[0044] 在本发明中,与上述的发明相同,分别流过第一控制电极和第二控制电极的第一控制电流和第二控制电流在俯视观察中为相反方向,因此能够通过洛伦兹力的斥力适当地维持第一反射膜和第二反射膜的平行度,能够以高分辨率取出(透过或反射)所需波长的光。

附图说明

[0045] 图1是表示本发明所涉及的第一实施方式的分光测定装置的概略结构的框图。

[0046] 图2是表示第一实施方式的波长可变干涉滤波器的俯视图。

[0047] 图3是沿图2的III-III线截断的波长可变干涉滤波器的截面图。

[0048] 图4是在第一实施方式的波长可变干涉滤波器中,从可动基板侧观察到的固定基板的俯视图。

[0049] 图5是在第一实施方式的波长可变干涉滤波器中,从固定基板侧观察到的可动基板的俯视图。

[0050] 图6是在第一实施方式的波长可变干涉滤波器中,在可动部倾斜的状态下,电流在各控制电极流动时产生的洛伦兹力(斥力)的示意图。

[0051] 图7是在第一实施方式的波长可变干涉滤波器中,在可动部未倾斜的状态下,电流在各控制电极流动时产生的洛伦兹力(斥力)的示意图。

[0052] 图8是各波长的光从第一实施方式的波长可变干涉滤波器透过时,作用于控制电极之间的洛伦兹力以及作用于静电致动器的静电引力的示意图。

[0053] 图9是在第一实施方式的变形例中的从可动基板侧观察到的波长可变干涉滤波器的固定基板的俯视图。

[0054] 图10是本发明所涉及的第二实施方式的波长可变干涉滤波器中的固定反射膜以及可动反射膜的结构、以及在这些反射膜中流动的控制电流的示意图。

[0055] 图11是表示本发明第二实施方式的变形例的波长可变干涉滤波器的概略结构的截面图。

[0056] 图12是表示第二实施方式的变形例的波长可变干涉滤波器的固定反射膜的连接结构的图。

[0057] 图13是表示第二实施方式的变形例的波长可变干涉滤波器的可动反射膜的连接结构的图。

[0058] 图14是表示第二实施方式的其他变形例中的波长可变干涉滤波器的固定反射膜的连接结构的图。

[0059] 图15是本发明的第三实施方式的光学模块的概略结构的示意图。

[0060] 图16是本发明的其他实施方式的第一控制电极的电极图案的一个示例的示意图。

[0061] 图17是本发明的其他实施方式的第一控制电极的电极图案的另一示例的示意图。

[0062] 图18是本发明的其他实施方式的第一控制电极以及第二控制电极的电极图案的其他一个示例的示意图。

[0063] 图19是本发明的其他实施方式的第一控制电极以及第二控制电极的电极图案的其他一个示例的示意图。

[0064] 图20是本发明的其他实施方式的第一控制电极的电极图案的其他一个示例的示意图。

[0065] 图21是表示本发明的其他实施方式的光学滤波器设备的结构的截面图。

[0066] 图22是表示作为本发明的电子设备的其他一个示例的测色装置的概略结构的框图。

[0067] 图23是作为本发明的电子设备的其他一个示例的气体检测装置的概略图。

[0068] 图24是表示图23的气体检测装置的控制系统的框图。

[0069] 图25是表示作为本发明的电子设备的其他一个示例的食物分析装置的概略结构的框图。

[0070] 图26是表示作为本发明电子设备的其他一个示例的分光照相机的概略结构的图。

具体实施方式

[0071] 第一实施方式

[0072] 下面,基于附图说明本发明的第一实施方式。

[0073] 分光测定装置的结构

[0074] 图1是表示本发明的分光测定装置的概略结构的框图。

[0075] 分光测定装置1是本发明的电子设备的一个示例,分析被测定对象X反射的测定对象光中的各波长的光强度,并测定分光光谱的装置。另外,在本实施方式中示出测定被测定对象X反射的测定对象光的示例,但是作为测定对象X采用例如液晶面板等发光体时,还可以将从该发光体发出的光作为测定对象光。

[0076] 并且,如图1所示,该分光测定装置1具有光学模块10以及处理从光学模块10输出的信号的控制部20。

[0077] 光学模块的结构

[0078] 光学模块10具有波长可变干涉滤波器5、检测器11、I-V转换器12、放大器13、A/D转

换器14以及驱动控制部15。

[0079] 该光学模块10使被测定对象X反射的测定对象光通过入射光学系统(未图示),并引导到波长可变干涉滤波器5,由检测器11接收透过波长可变干涉滤波器5的光。然后,从检测器11输出的检测信号通过I-V转换器12、放大器13、A/D转换器14输出到控制部20。

[0080] 波长可变干涉滤波器的结构

[0081] 接着,对装入光学模块10的波长可变干涉滤波器进行说明。

[0082] 图2是表示波长可变干涉滤波器5的概略结构的俯视图。图3是沿图2中的III-III线截断的截面图。

[0083] 如图2以及图3所示,波长可变干涉滤波器5具有构成第一基板的固定基板51以及构成第二基板的可动基板52。这些固定基板51以及可动基板52分别例如由苏打玻璃、水晶玻璃、石英玻璃、铅玻璃、钾玻璃、硼硅玻璃、无碱玻璃等各种玻璃或水晶等形成。并且,通过利用由例如以硅氧烷为主成分的等离子体聚合膜等构成的接合膜53接合固定基板51的第一接合部513和可动基板52的第二接合部523,从而将这些固定基板51和可动基板52形成一体。

[0084] 固定基板51的与可动基板52相对的面上设有构成本发明的第一反射膜的固定反射膜54,在可动基板52的与固定基板51相对的面上设有构成本发明的第二反射膜的可动反射膜55。这些固定反射膜54和可动反射膜55间隔着间隙G1相对配置。并且,在从厚度方向观察固定基板51和可动基板52的俯视观察中,由这些固定反射膜54和可动反射膜55重叠的区域构成光干涉区域。

[0085] 波长可变干涉滤波器5设有用于调整(变更)间隙G1的间隙尺寸的、作为本发明的间隙变更部一个示例的静电致动器56。这样的静电致动器56通过向电极之间施加规定的电压,从而能够利用静电引力简单地改变间隙G1的尺寸,实现结构的简化。静电致动器56可通过驱动控制部15的控制进行驱动。

[0086] 并且,固定基板51的与可动基板52相对的面上设有第一控制电极571,可动基板52的与固定基板51相对的面上设有第二控制电极572。这些第一控制电极571和第二控制电极572相对配置。并且,在后文详细说明,通过使控制电流流过这些第一控制电极571和第二控制电极572,从而能够控制反射膜54、55的倾斜。

[0087] 另外,在后面的说明中,将从基板厚度方向观察到的固定基板51或可动基板52的俯视观察、即,从固定基板51和可动基板52的层压方向观察到的波长可变干涉滤波器5的俯视观察称为滤波器俯视观察。并且,在本实施方式中,在滤波器俯视观察中,固定反射膜54的中心点和可动反射膜55的中心点一致,将俯视观察中的这些反射膜的中心点称为滤波器中心点O,将通过这些反射膜的中心点的直线称为中心轴。

[0088] 固定基板的结构

[0089] 图4是从可动基板52侧观察到的本实施方式的固定基板51的俯视图。

[0090] 固定基板51形成大于可动基板52的厚度尺寸,从而不存在由静电致动器56的静电引力或形成在固定基板51上的膜部件(例如固定反射膜54等)的内部应力引起的固定基板51的挠曲。

[0091] 如图3和图4所示,该固定基板51具有例如通过蚀刻等形成的电极配置槽511和反射膜设置部512。

[0092] 在滤波器俯视观察中,电极配置槽511形成为以固定基板51的滤波器中心点O为中心的环状。在滤波器俯视观察中,反射膜设置部512从电极配置槽511的中心向可动基板52侧突出形成。该电极配置槽511的槽底面成为配置有构成静电致动器56的第一驱动电极561的电极设置面511A。并且,反射膜设置部512的突出的前端面成为配置有固定反射膜54和第一控制电极571的反射膜设置面512A。

[0093] 并且,固定基板51上设有从电极配置槽511向固定基板51的外周边缘延伸的电极引出槽511B。具体而言,固定基板51上设有朝固定基板51的边C1-C2延伸的电极引出槽511B1和朝边C3-C4延伸的电极引出槽511B2。此处,电极引出槽511B2延伸到固定基板51的外周边缘,电极引出槽511B1延伸到与固定基板51的外周边缘相距规定尺寸的滤波器中心点O侧的位置。电极引出槽511B1的延伸前端设有电极连接部511C,该电极连接部511C的与可动基板52相对的面与第一接合部513的与可动基板52相对的面成为同一平面。

[0094] 电极配置槽511的电极设置面511A设有构成静电致动器56的第一驱动电极561。第一驱动电极561可以直接设在电极设置面511A上,也可以在电极设置面511A上设置其他薄膜(层)后设在其上。

[0095] 更具体地,第一驱动电极561形成为以滤波器中心点O为中心的C字圆弧形,在接近边C1-C2的一部分设有C字开口部。并且,第一驱动电极561连接有第一驱动引出电极561A,该第一驱动引出电极561A沿电极引出槽511B1引出到固定基板51的外周边缘。即,第一驱动引出电极561A从电极引出槽511B1连续设置到电极连接部511C。作为形成这样的第一驱动电极561和第一驱动引出电极561A的材料例如有ITO(Indium Tin Oxide:铟锡氧化物)等。

[0096] 并且,第一驱动电极561的表面还可以形成绝缘膜。

[0097] 如上所述,反射膜设置部512与电极配置槽511同轴,形成直径尺寸小于电极配置槽511的大致圆柱形,具有与可动基板52相对的反射膜设置面512A。

[0098] 该反射膜设置部512上设置固定反射膜54和第一控制电极571。

[0099] 固定反射膜54可以直接设在反射膜设置部512上,也可以在反射膜设置部512上设置其他薄膜(层)之后设在其上。作为固定反射膜54可以采用例如Ag等的金属膜或Ag合金等导电性合金膜。当采用Ag等的金属膜时,优选形成保护膜来抑制Ag的恶化。

[0100] 并且,还可以采用例如高折射率层为 TiO_2 ,低折射率层为 SiO_2 ,交替层压高折射率层和低折射率层而形成的电介质多层膜,还可以采用层压电介质多层膜和金属膜而成的反射膜,或层压电介质单层膜和合金膜而成的反射膜等。

[0101] 在滤波器俯视观察中,第一控制电极571设在固定反射膜54的外侧。更具体而言,第一控制电极571形成为以滤波器中心点O为中心的C字圆弧形,在接近边C1-C2的一部分设有C字开口部。并且,如图4所示,第一控制电极571的C字开口端的一侧(顶点C1侧)连接有输入用的第一控制引出电极571A1,第一控制电极571的C字开口端的另一侧(顶点C2侧)连接有输出用的第一控制引出电极571A2。

[0102] 这些第一控制引出电极571A(571A1、571A2)沿电极引出槽511B1引出到固定基板51的外周边缘。也就是说,第一控制引出电极571A从电极引出槽511B1连续设置到电极连接部511C。

[0103] 作为形成这样的第一控制电极571和第一控制引出电极571A的材料,能够使用与第一驱动电极561和第一驱动引出电极561A相同的材料,例如能够使用ITO(Indium Tin

Oxide: 锡氧化物)等。

[0104] 并且,第一控制电极571的表面形成有绝缘膜571B。

[0105] 并且,还可以在固定基板51光入射面(未设置有固定反射膜54的面)的对应于固定反射膜54的位置形成反射防止膜。该反射防止膜可以通过交替层压低折射率膜和高折射率膜形成,降低固定基板51表面的可视光的反射率,增大透过率。

[0106] 可动基板的结构

[0107] 图5是本实施方式的波长可变干涉滤波器中,从固定基板51侧观察到的可动基板52的平面图。

[0108] 如图2和图4所示,可动基板52具有在滤波器俯视观察中以滤波器中心点O为中心的圆形的可动部521,与可动部521同轴且保持可动部521的保持部522,设在保持部522的外侧的第二接合部523,以及设在第二接合部523的外侧的端子部524。

[0109] 可动部521形成大于保持部522的厚度尺寸,例如在本实施方式中,形成与可动基板52(第二接合部523端子部524)的厚度尺寸相同的尺寸。在滤波器俯视观察中,该可动部521形成至少大于反射膜设置面512A的外周边缘的直径尺寸。并且,该可动部521设有构成静电致动器56的第二驱动电极562、可动反射膜55、以及第二控制电极572。第二驱动电极562、可动反射膜55和第二控制电极572可以直接设在可动面521A上,还可以在可动面521A上设置其他薄膜(层)后设在其上。

[0110] 另外,与固定基板51相同,可动部521的与固定基板51相反侧的面上还可以形成反射防止膜。

[0111] 第二驱动电极562形成为以滤波器中心点O为中心的C字圆弧形,在接近与固定基板51的边C3-C4对应的边C3'-C4'的一部分设有C字开口部。并且,第二驱动电极562连接有第二驱动引出电极562A,该第二驱动引出电极562A沿与电极引出槽511B2相对的区域引出到可动基板52的外周边缘。即,第二驱动引出电极562A从可动部521连续设置到端子部524。作为形成这样的第二驱动电极562和第二驱动引出电极562A的材料例如可以列举出ITO等。并且,第二驱动引出电极562A在端子部524通过例如FPC或引线等连接于驱动控制部15。

[0112] 并且,第二驱动电极562的表面还可以形成绝缘膜。

[0113] 如图2所示,在本实施方式中,由第一驱动电极561和第二驱动电极562重叠的区域(图2中以向右下倾斜的阴影线表示的区域)构成静电致动器56。从而,静电致动器56能够在相对于滤波器中心点O点对称的区域产生静电引力,因此能够抑制可动部521的倾斜,均衡地使可动部521向固定基板51侧位移。

[0114] 可动反射膜55在可动部521的可动面521A的中心部,间隔着间隙G1与固定反射膜54相对设置。作为该可动反射膜55可以使用与上述固定反射膜54相同结构的反射膜。

[0115] 另外,在本实施方式中示出驱动电极561、562之间的间隙G2大于反射膜54、55之间的间隙G1的示例,但并不限于此。例如,作为测定对象光使用红外线或远红外线时,根据测定对象光的波长区域,也可以采用间隙G1大于间隙G2的结构。

[0116] 在滤波器俯视观察中,第二控制电极572设在可动反射膜55的外侧的、第二驱动电极562的滤波器中心点O一侧,与第一控制电极571相对。更具体而言,第二控制电极572形成为以滤波器中心点O为中心的C字圆弧形,在接近边C3'-C4'的一部分设有C字开口部。并且,如图5所示,第二控制电极572的C字开口端部的一侧(顶点C4'侧)连接有输入用的第二

控制引出电极572A1,C字开口端部的另一侧(顶点C3'侧)连接有输出用的第二控制引出电极572A2。这些第二控制引出电极572A(572A1、572A2)沿电极引出槽511B2引出到可动基板52的外周边缘。即,第二控制引出电极572A从可动部521连续设置到端子部524。并且,第二控制引出电极572A在端子部524通过例如FPC或引线等连接于驱动控制部15。

[0117] 作为形成这样的第二控制电极572和第二控制引出电极572A的材料,可以使用与第二驱动电极562和第二驱动引出电极562A相同的材料,例如可以使用ITO等。

[0118] 并且,第二控制电极572的表面形成绝缘膜572B。

[0119] 此处,第一控制电极571上的绝缘膜571B和第二控制电极572的绝缘膜572B之间的间隙G3小于反射膜54、55之间的间隙G1。具体而言,作为反射膜54、55,使控制电极571、572的厚度尺寸大于反射膜54、55的厚度尺寸。并且,还可以使第一控制电极571和绝缘膜571B的厚度尺寸的合计,以及第二控制电极572和绝缘膜572B的厚度尺寸的合计分别大于反射膜54、55的厚度尺寸。

[0120] 并且,当作为反射膜54、55使用电介质多层膜等层压膜时,还可以采用使反射膜设置部512中的、第一控制电极571的设置位置比反射膜设置面512A更加向可动基板52侧突出的结构。

[0121] 这样,通过使间隙G3小于间隙G1,从而能够防止反射膜54、55之间相互接触。

[0122] 保持部522是包围可动部521的周围的隔膜,形成小于可动部521的厚度尺寸。这样的保持部522比可动部521更加容易挠曲,通过微小的静电引力即可使可动部521向固定基板51侧位移。此时,由于可动部521的厚度尺寸大于保持部522的厚度尺寸,且刚性增大,因此即使在由于静电引力而将可动部521向固定基板51侧拉伸时,也能够一定程度上抑制可动部521的形状变化。

[0123] 另外,在本实施方式中以隔膜状的保持部522为例进行了说明,但并不限于此,还可以采用设有例如以可动部521的滤波器中心点O为中心、等角度间隔配置的梁状保持部的结构等。

[0124] 端子部524设在第二接合部523的外侧。具体而言,端子部524具有从固定基板51的边C1-C2向外侧突出的端子部524A,及从固定基板51的边C3-C4向外侧突出的端子部524B。

[0125] 并且,可动基板52上从第二接合部523的与固定基板51的电极连接部511C相对的区域起到端子部524A设置有三个连接电极563、573A、573B。在将固定基板51和可动基板52接合的状态下,连接电极563连接于第一驱动引出电极561A,连接电极573A连接于第一控制引出电极571A1,连接电极573B连接于第一控制引出电极571A2。并且,这些连接电极563、573A、573B在端子部524通过例如FPC或引线等连接于驱动控制部15。

[0126] 光学模块的检测部、I-V转换器、放大器、A/D转换器的结构

[0127] 接着,返回图1,说明光学模块10。

[0128] 检测器11接收(检测)透过波长可变干涉滤波器5的光,并向I-V转换器12输出基于光接收量的检测信号。

[0129] I-V转换器12将从检测器11输入的检测信号转换为电压值后输出到放大器13。

[0130] 放大器13将对应于从I-V转换器12输入的检测信号的电压(检测电压)放大。

[0131] A/D转换器14将从放大器13输入的检测电压(模拟信号)转换为数字信号,并输出到控制部20。

[0132] 驱动控制部的结构

[0133] 如图1所示,驱动控制部15具有控制施加于静电致动器56的驱动电压的电压控制部151,以及控制流过第一控制电极571和第二控制电极572的控制电流的倾斜控制部152。

[0134] 电压控制部151基于控制部20的控制,对波长可变干涉滤波器5的静电致动器56施加驱动电压。从而,静电致动器56的第一驱动电极561和第二驱动电极562之间产生静电引力,可动部521向固定基板51侧位移。

[0135] 倾斜控制部152使第一控制电流沿从第一控制引出电极571A1朝向第一控制引出电极571A2的第一方向流过第一控制电极571。并且,倾斜控制部152使第二控制电流沿从第二控制引出电极572A1朝向第二控制引出电极572A2的第二方向流过第二控制电极572。即,在如图2所示的滤波器俯视观察中,第一控制电流逆时针方向流过第一控制电极571,第二控制电流顺时针方向流过第二控制电极572。

[0136] 从而,在第一控制电极571和第二控制电极572相对的区域(图2中以向右上倾斜的阴影线表示的区域)产生洛伦兹力的斥力。

[0137] 图6和图7是电流通过控制流过控制电极571、572时产生的洛伦兹力的示意图。

[0138] 设定作用于微小电极因素d1的洛伦兹力为 F_r ,第一控制电流为 I_1 、第二控制电流为 I_2 、真空中的磁导率为 μ_0 、控制电极571、572之间的间隙G3的间隙尺寸为r、第一控制电极571的曲率半径为 R_1 、第二控制电极572的曲率半径为 R_2 。

[0139] 当设定曲率半径 R_1 、 $R_2 \gg$ 间隙尺寸r时,作用于微小电极因素d1的洛伦兹力 F_r 视为与作用于两根平行电极之间的洛伦兹力相同。实际上,间隙尺寸r为数100nm左右而曲率半径为数mm,因此,曲率半径 R_1 、 $R_2 \gg$ 间隙尺寸r的关系成立。作用于两根平行电极之间的洛伦兹力通常用下式(1)表示。

[0140]
$$F_r = (\mu_0 I_1 I_2 / 2\pi r) dl \quad (1)$$

[0141] 如式(1)所示,控制电极571、572之间的间隙G3的间隙尺寸越小,洛伦兹力的斥力越大。从而,如图6所示,当可动部521倾斜时,洛伦兹力起作用以使间隙G3的间隙尺寸均匀。并且,如图7所示,当可动部521不倾斜,反射膜54、55平行时,通过均匀的斥力起作用而维持反射膜54、55的平行度。

[0142] 图8是从波长可变干涉滤波器5取出各波长的光时,作用于控制电极571、572之间的斥力(洛伦兹力)、和作用于静电致动器56的静电引力的一个示例的示意图。

[0143] 如图8所示,驱动控制部15按照作用于控制电极571、572之间的斥力与作用于驱动电极561、562之间的静电引力大致相同或小于静电引力的方式设定驱动电压和控制电流。

[0144] 在图8,作为控制电流示出0.2A、0.1A、0.05A、0.01A,根据这些值中的任意一个对控制电极571、572之间斥力进行控制即可。另外,还可以根据透过波长可变干涉滤波器5的光的波长切换流过控制电极571、572的控制电流。例如,如果间隙G3的尺寸大则斥力变小,因此还可以进行如下控制:当使规定波长(例如500nm)以上的光透过时,例如选择0.1A的控制电流,当使小于所述规定波长的光透过时,例如选择0.05A的控制电流。

[0145] 并且,作为第一控制电流 I_1 和第二控制电流 I_2 也可以设定为不同的电流值。如上述式(1)所示,通过适当设定这些控制电流 I_1 、 I_2 ,能够更加精细地设定作用于控制电极571、572之间的洛伦兹力。

[0146] 控制部的结构

[0147] 接着,对分光测定装置1的控制部20进行说明。

[0148] 控制部20例如通过组合CPU和存储器等而构成,用于控制分光测定装置1的整体动作。如图1所示,该控制部20具有波长设定部21、光量取得部22以及分光测定部23。并且,控制部20的存储器中存储表示透过波长可变干涉滤波器5的光的波长和根据该波长施加于静电致动器56的驱动电压之间的关系的 $V-\lambda$ 数据。

[0149] 另外,在本实施方式中,控制电流流过控制电极571、572时产生洛伦兹力的斥力。因此,能够参照该斥力将反射膜54、55之间的间隙G1的尺寸设定为对应于规定波长的尺寸的驱动电压被存储。

[0150] 波长设定部21设定通过波长可变干涉滤波器5取出的光的目标波长,基于 $V-\lambda$ 数据,向驱动控制部15输出旨在向静电致动器56施加对应于设定的目标波长的驱动电压的指令信号。

[0151] 光量取得部22基于通过检测器11取得的光量,取得透过波长可变干涉滤波器5的目标波长的光的光量。

[0152] 分光测定部23基于通过光量取得部22取得的光量测定测定对象光的光谱特性。

[0153] 驱动控制部驱动波长可变干涉滤波器的处理

[0154] 接着,对通过上述驱动控制部15驱动波长可变干涉滤波器5时的处理进行说明。

[0155] 驱动控制部15基于来自控制部20的波长设定部21的指令信号驱动波长可变干涉滤波器5。

[0156] 具体而言,通过电压控制部151向波长可变干涉滤波器5的静电致动器56施加基于指令信号的驱动电压,同时,倾斜控制部152向第一控制电极571施加事先设定的第一控制电流,使第二控制电流流过第二控制电极572。

[0157] 从而,在通过由控制电极571、572产生的洛伦兹力的斥力,抑制可动部521的倾斜,维持反射膜54、55的平行度的状态下,能够将间隙G1的间隙尺寸设定为目标值。

[0158] 此时,倾斜控制部152在直到可动部521的位移(振动)结束为止的期间(稳定化时间),使控制电流持续流过各控制电极571、572。通过进行这样的控制,能够实现缩短稳定化时间。即,如果向静电致动器56施加驱动电压使可动部521挠曲,则由于可动基板52(保持部522)的弹力可动部521发生振动,但是通过控制电极571、572抗拒静电引力的斥力起作用,因此能够降低可动部521的振动速度,从而能够实现缩短稳定化时间。

[0159] 第一实施方式的作用效果

[0160] 在本实施方式中,波长可变干涉滤波器5具有设在固定基板51的第一控制电极571和设在可动基板52的第二控制电极572,倾斜控制部152使第一控制电流流过第一控制电极571,使在滤波器俯视观察中与第一控制电流方向相反的第二控制电流流过第二控制电极572。

[0161] 因此,在第二控制电极572作用有向离开固定基板51的方向的洛伦兹力(斥力),控制电极571、572之间的间隙G3的间隙尺寸越小该洛伦兹力越大。因此,通过这样的洛伦兹力,能够抑制可动部521的倾斜,从而能够抑制反射膜54、55的平行度的恶化。由此,能够从波长可变干涉滤波器5以高分辨率透过目标波长的光。因此,在光学模块10中,能够检测目标波长的光的准确的光量,在分光测定装置1中,基于各波长的准确的光量能够进行高精度的分光测定处理。

[0162] 在本实施方式中,通过由电压控制部151向静电致动器56施加电压,能够将反射膜54、55之间的间隙G1的尺寸设为期望的值。

[0163] 在此,当向静电致动器56施加驱动电压时,在可动部521由于静电引力和可动基板52所具有的弹力,可动部521发生振动。对此,在本实施方式中,倾斜控制部152在直到可动部521的振动结束为止的期间,使控制电流持续流过控制电极571、572。因此,通过抗拒静电引力的斥力,力向使可动部521的振动静止的方向起作用,能够缩短到可动部521的振动结束为止的稳定化时间。

[0164] 因此,能够更加迅速地取得光量,也能够缩短分光测定处理时间。

[0165] 在本实施方式中,控制电极571、572之间的间隙G3小于反射膜54、55之间的间隙G1。因此,当缩小反射膜54、55之间的间隙G1的尺寸时,控制电极571、572抵接,从而能够防止反射膜54、55彼此之间接触,从而能够抑制反射膜54、55因接触而恶化。

[0166] 并且,控制电极571、572的表面设有绝缘膜571B、572B,因此即使如上所述控制电极571、572彼此之间接触,也能够防止短路。

[0167] 第一实施方式的变形例

[0168] 在上述第一实施方式中示出第一控制电极571在滤波器俯视观察中设在固定反射膜54的外侧,第二控制电极572设在可动反射膜55的外侧的示例。

[0169] 对此,还可以采用在滤波器俯视观察中,第一控制电极571设在与固定反射膜54重叠的区域,第二控制电极572设在与可动反射膜55重叠的区域的构造。

[0170] 图9是第一实施方式的一个变形例中从可动基板52侧观察到的波长可变干涉滤波器的固定基板51的俯视图。另外,省略关于可动反射膜55和第二控制电极572的位置关系的图示。

[0171] 如图9所示,作为设置第一控制电极571的位置,还可以是固定反射膜54上。此时,当固定反射膜54例如由电介质多层膜等非导电性材料构成时,可以将第一控制电极571直接设在固定反射膜54上。并且,当固定反射膜54由金属膜等导电性材料构成时,可以间隔着绝缘膜设置第一控制电极571。

[0172] 并且,相同地,第二控制电极572设在可动反射膜55上,第一控制电极571和第二控制电极572配置在滤波器俯视观察中重叠的位置。

[0173] 如上所述,在反射膜54、55上设置控制电极571、572的结构中,通过使控制电流流过控制电极571、572,能够对反射膜54、55直接作用洛伦兹力的斥力,从而能够更加精度良好地控制反射膜54、55的平行度。并且,对图4和图9进行比较可知,能够扩大反射膜54、55的设置面积,从而能够增大透过波长可变干涉滤波器5的光的光量。

[0174] 第二实施方式

[0175] 接着,参照附图对根据本发明的第二实施方式进行说明。

[0176] 在上述第一实施方式中示出使滤波器俯视观察中方向相反的控制电流分别流过设在固定基板51上的第一控制电极571和设在可动基板52上的第二控制电极572的示例。对此,第二实施方式与上述第一实施方式的区别在于未设置第一控制电极571和第二控制电极572,控制电流流过反射膜54、55。

[0177] 另外,在以后的实施方式的说明中,对与上述第一实施方式相同的结构赋予相同的符号,省略其说明或者进行简单说明。

[0178] 图10是本发明第二实施方式的波长可变干涉滤波器中的、固定反射膜和可动反射膜的概略结构,以及流过这些反射膜的控制电流的示意图。

[0179] 在本实施方式中,作为固定反射膜54和可动反射膜55,例如使用金属膜或金属合金膜等导电性反射膜。并且,还可以采用在电介质多层膜的表层形成具有透过性导电性膜的结构。

[0180] 并且,在本实施方式中,如图10所示,固定反射膜54连接有输入用的固定引出电极54A和输出用的固定引出电极54B,这些输入用的固定引出电极54A和输出用的固定引出电极54B分别连接在固定反射膜54的外周边缘中的、相对于滤波器中心点O点对称的位置。

[0181] 并且,可动反射膜55连接有输入用的可动引出电极55A和输出用的可动引出电极55B,这些输入用的可动引出电极55A和输出用的可动引出电极55B分别连接在可动反射膜55的外周边缘中的、相对于滤波器中心点O点对称的位置。

[0182] 并且,这些引出电极54A、54B、55A、55B分别连接于倾斜控制部152。

[0183] 并且,与第一实施方式相同地,在本实施方式的波长可变干涉滤波器也设有作为间隙变更部的静电致动器56。

[0184] 并且,如图10所示,倾斜控制部152使第一控制电流从输入用的固定引出电极54A向输出用的固定引出电极54B流过,使第二控制电流从输入用的可动引出电极55A向输出用的55B流过。由此,与上述第一实施方式相同地,在滤波器俯视观察中流过固定反射膜54和可动反射膜55的控制电流的方向彼此相反,在固定反射膜54和可动反射膜55之间产生洛伦兹力的斥力。

[0185] 并且,在本实施方式的倾斜控制部152中,与第一实施方式相同地,由静电致动器56改变间隙G1的间隙尺寸时,倾斜控制部152在直到第二基板的振动结束为止的稳定化时间内使控制电流持续流过。从而,能够缩短稳定化时间。

[0186] 第二实施方式的作用效果

[0187] 在本实施方式中,倾斜控制部152使第一控制电流流过固定反射膜54,使在滤波器俯视观察中与第一控制电流方向相反的第二控制电流流过可动反射膜55。

[0188] 因此,可动反射膜55作用有洛伦兹力的斥力,反射膜54、55之间的间隙G1的间隙尺寸越小,该洛伦兹力越大。因此,与第一实施方式相同地,能够抑制可动部521的倾斜,从而能够抑制反射膜54、55的平行度的恶化。

[0189] 并且,在本实施方式中,对可动反射膜55直接作用洛伦兹力。因此,在固定反射膜54和可动反射膜55的彼此相对的区域,即使例如可动反射膜55的中心部向固定基板51侧挠曲时,也能够使洛伦兹力起作用以便矫正该挠曲而使反射膜54、55平行。因此,能够更加可靠地维持反射膜54、55的平行度,能够抑制波长可变干涉滤波器5的分辨率下降。

[0190] 第二实施方式的变形例

[0191] 在上述第二实施方式中示出分别仅设置一个固定反射膜54和可动反射膜55的结构例。相对于此,还可以应用于具有多个固定反射膜54以及与其相对的多个可动反射膜55的结构。

[0192] 图11是表示第二实施方式的变形例中的波长可变干涉滤波器5A的概略结构的截面图。图12是第二实施方式的变形例的波长可变干涉滤波器5A的固定反射膜54的连接结构示意图。图13是第二实施方式的变形例的波长可变干涉滤波器5A的可动反射膜55的连接结

构示意图。

[0193] 在该波长可变干涉滤波器5A中,如图11所示,光干涉区域58内设有多个固定反射膜54和可动反射膜55。并且,由一对固定反射膜54和可动反射膜55构成一个光干涉部581,对各光干涉部581分别独立设置检测器11。在这样的波长可变干涉滤波器5A中,检测器11可以接收透过各光干涉部581的光。

[0194] 并且,虽然省略图示,但用于变更各反射膜54、55之间的间隙G1的尺寸的静电致动器56设在滤波器俯视观察中光干涉区域58的外侧。

[0195] 并且,如图12所示,多个固定反射膜54串联连接,输入用的固定引出电极54连接在与串联连接的固定反射膜54的一端部连接的固定反射膜541上。并且,输出用的固定引出电极54连接在与串联连接的固定反射膜54的另一端部连接的固定反射膜542上。

[0196] 相同地,如图13所示,多个可动反射膜55串联连接,输出用的可动引出电极55B连接在串联连接的可动反射膜55中与固定反射膜541相对的可动反射膜551上。并且,输入用的可动引出电极55A连接在串联连接的可动反射膜55中与固定反射膜542相对的可动反射膜552上。

[0197] 与第二实施方式相同,这些引出电极54A、54B、55A、55B分别连接于倾斜控制部152。

[0198] 并且,与第二实施方式相同地,倾斜控制部152使第一控制电流从输入用的固定引出电极54A向输出用的固定引出电极54B流过,使第二控制电流从输入用的可动引出电极55A向输出用的可动引出电极55B流过。

[0199] 在这样的波长可变干涉滤波器5A中能够使对应于各光干涉部581中的反射膜54、55之间的间隙G1的尺寸的洛伦兹力起作用。因此,能够使各光干涉部581中的间隙G1的尺寸维持一致,能够高精度地使透过各光干涉部581的光的波长一致。

[0200] 另外,在上述的图11~图13的示例中示出反射膜54、55构成为圆形的示例,还可以例如如图14所示,将固定反射膜54和连接这些的电极构成为相同的宽度尺寸。可动反射膜55也相同。

[0201] 并且,在上述的图11~图14的示例,也可以采用针对每个光干涉部581分别设有静电致动器56,从而可以分别单独设定透过各光干涉部581的光的波长的结构。在这种情况下,与第二实施方式相同地,在各光干涉部581能够高精度地维持反射膜54、55的平行度,从而能够提高各光干涉部581的分辨率。

[0202] 第三实施方式

[0203] 接着,参照附图对本发明的第三实施方式进行说明。

[0204] 在上述的第一和第二实施方式中,倾斜控制部152在到可动部521的振动结束为止的期间内使控制电流持续流过控制电极571、572(第二实施方式中为反射膜54、55),从而实现缩短稳定化时间。与此相对,在第三实施方式中,倾斜控制部152A通过使控制电流流过控制电极571、572,从而通过洛伦兹力的斥力抑制可动部521的倾斜,并且在反馈控制时将洛伦兹力的斥力用作驱动用的动力。

[0205] 图15是第三实施方式的光学模块10A的概略结构示意图。

[0206] 在本实施方式的波长可变干涉滤波器5B中,反射膜54、55具有导电性,使这些反射膜54、55起到电容检测用电极的功能。也就是说,反射膜54、55分别连接有静电电容检测用

引出电极(未图示),并且连接于驱动控制部15A的间隙检测部153。作为这样的静电电容检测用引出电极,例如对于固定反射膜54,可以配置在图4中的输入用的第一控制电极571A1和输出用的第一控制电极571A2之间,对于可动反射膜55,可以配置在图5中的输入用的第二控制电极572A1和输出用的第二控制电极572A2之间。

[0207] 另外,在本实施方式中,反射膜54、55也起到静电电容检测用电极的功能,但在例如第二实施方式所示的控制电流流过反射膜54、55的结构等中,还可以采用在固定基板51和可动基板52单独设置静电电容检测用电极的结构。

[0208] 另一方面,如图15所示,构成光学模块10A的驱动控制部15A具有电压控制部151、倾斜控制部152A、间隙检测部153以及反馈控制部154。

[0209] 间隙检测部153检测反射膜54、55中的静电电容,向反馈控制部154输出检测信号。

[0210] 反馈控制部154向倾斜控制部152A输出反馈信号。

[0211] 倾斜控制部152A使控制电流流过控制电极571、572来抑制可动部521的倾斜,并且根据反馈信号增减控制电流的电流值。

[0212] 在如上所述的结构中,如下所示控制波长可变干涉滤波器5B的动作。

[0213] 如果从控制部20向驱动控制部15A输入指令信号,则电压控制部151向静电致动器56施加对应于指令信号的驱动电压。另外,在本实施方式中,电压控制部151以使间隙G1的尺寸小于对应于目标波长的尺寸的方式施加驱动电压。

[0214] 此时,与第一实施方式相同地,倾斜控制部152A使控制电流流过控制电极571、572,抑制可动部521的倾斜。

[0215] 另一方面,间隙检测部153对反射膜54、55施加静电电容检测用高频波电压,检测反射膜54、55保持的静电电容。

[0216] 并且,间隙检测部153向反馈控制部154输出对应于检测到的静电电容的检测信号。

[0217] 如果被输入检测信号,则反馈控制部154计算与从控制部20输入的指令信号之间的偏差,并向倾斜控制部152A输出对应于偏差的反馈信号。

[0218] 如果从反馈控制部154输入反馈信号,则倾斜控制部152A基于反馈信号,对流过第一控制电极571的第一控制电流和流过第二控制电极572的第二控制电流中的至少一个的电流值进行增减,从而增减作用于第二控制电极572的洛伦兹力(斥力)的强度。

[0219] 进行上述反馈控制直至反馈控制部154算出的偏差为0(或事先设定的阈值以下),将间隙G1的间隙尺寸设为对应于目标波长的尺寸。

[0220] 第三实施方式的作用效果

[0221] 在本实施方式中,倾斜控制部152A根据反馈信号增减流过控制电极571、572的控制电流。由此,一边通过洛伦兹力的斥力抑制可动部521的倾斜,一边变更该洛伦兹力的大小,从而能够控制间隙G1的尺寸。

[0222] 在此,如上述式(1)所示,洛伦兹力与控制电极571、572之间的间隙G3的间隙尺寸 d 的-1乘方成正比。另一方面,作用于静电致动器56的静电引力与驱动电极561、562之间的间隙G2的间隙尺寸的-2乘方成正比。因此,洛伦兹力的控制与静电引力的控制相比灵敏度低,即使间隙G3较小时,也能够实现高精度的控制。

[0223] 从而,能够精度良好地从波长可变干涉滤波器5B透过目标波长的光。并且,与上述

第一实施方式相同地,通过使抗拒静电引力的洛伦兹力起作用,能够抑制可动部521的振动,从而能够实现缩短稳定化时间,由于能够抑制可动部521的倾斜,因此能够使高分辨率(半高宽小)的光透过。

[0224] 其他的实施方式

[0225] 另外,本发明并不仅限于上述实施方式,在能够实现本发明的目的的范围内进行的变更、改良等均包含在本发明之中。

[0226] 例如,在第一实施方式示出构成大致C字圆弧形控制电极571、572的示例,但是并不限定于此。

[0227] 图16、图17、图18是第一控制电极571的其他形状例的示意图。另外,第二控制电极572也相同,因此在这里省略图示。

[0228] 如图16所示,还可以采用设有多个第一控制电极571,各第一控制电极571的端部分别设有第一控制引出电极571A1、571A2的结构。在图16中,示出多个第一控制电极571使用共同的第一控制引出电极571A1、571A2的示例。此时,当各第一控制电极571的电阻相同时,电流值相同的第一控制电流流过。另外,还可以采用对各第一控制电极571分别单独设置第一控制引出电极571A1、571A2的结构。此时,可以使不同的第一控制电流流过各第一控制电极571。

[0229] 在图17所示示例中,第一控制电极571由多个圆弧部571C1和连接这些圆弧部571C1的连接部571C2构成。

[0230] 在上述的图16和图17所示的电极图案中,由于产生洛伦兹力的斥力的区域增大,因此能够通过更大的斥力抑制可动部521的倾斜。

[0231] 并且,如图18所示,还可以采用将第一控制电极571分割成两个以上电极的结构。图18是分割为第一控制电极571D、571E的两个电极,并将与其对应的第二控制电极572也同样分割为第二控制电极572D、572E的两个电极的示例。

[0232] 在图18所示示例中,倾斜控制部152使第一控制电流在从第一控制引出电极571D1朝向第一控制引出电极571D2的方向流过第一控制电极571D,并且使与流过第一控制电极571D的第一控制电流相同大小的第一控制电流在从第一控制引出电极571E1朝向第一控制引出电极571E2的方向流过第一控制电极571E。并且,倾斜控制部152使第二控制电流从第二控制引出电极572D1朝向第二控制引出电极572D2的方向流过第二控制电极572D,并使与流过第二控制电极572D的第二控制电流相同大小的第二控制电流从第二控制引出电极572E1朝向第二控制引出电极572E2的方向流过第二控制电极572E。

[0233] 另外,倾斜控制部152还可以使第一控制电流从第一控制引出电极571D1朝向第一控制引出电极571D2的方向流过第一控制电极571D,并且使第一控制电流从第一控制引出电极571E2朝向第一控制引出电极571E1的方向流过第一控制电极571E。此时,倾斜控制部152使第二控制电流从第二控制引出电极572D1朝向第二控制引出电极572D2的方向流过第二控制电极572D,并使第二控制电流从第二控制引出电极572E2朝向第二控制引出电极572E1的方向流过第二控制电极572E。

[0234] 另外,示出电流值相同的第一控制电流流过第一控制电极571D和第一控制电极571E的示例,但是还可以例如根据可动部521的倾斜量等,将这些第一控制电流的电流值设为不同值。流过第二控制电极572D、572E的第二控制电流也相同。

[0235] 并且,在图16和图18所示的示例中,第二控制电极572形成为与第一控制电极571相同的形状,但是并不限于此。例如如图19所示,第二控制电极572还可以由包括与第一控制电极571D、571E相对的区域的一个电极构成。此时,控制电流流过以使控制电极571D、572之间以及控制电极571E、572之间分别产生洛伦兹力的斥力。例如在图19所示示例中,倾斜控制部152使第一控制电流从第一控制引出电极571D1朝向第一控制引出电极571D2的方向流过第一控制电极571D,并且使第一控制电流从第一控制引出电极571E2朝向第一控制引出电极571E1的方向流过第一控制电极571E。并且,倾斜控制部152使第二控制电流从第二控制电极572的第二控制引出电极572A1朝向第二控制引出电极572A2流过。

[0236] 在上述各实施方式中示出作为第二基板的可动基板52上设有可动反射膜55的结构示例,但是并不限于此。例如,在第一实施方式,还可以采用以阻塞固定基板51的槽(电极配置槽511和反射膜设置部512等)的方式设置作为第二反射膜的可动反射膜,在该可动反射膜上间隔着绝缘层设置第二控制电极572和第二驱动电极562的结构。

[0237] 此时,在固定基板51上形成第一驱动电极561、第一控制电极571和固定反射膜54之后,形成用于埋设电极配置槽511和反射膜设置部512等的槽部分的牺牲层。然后,在牺牲层上使第二驱动电极562、第二控制电极572成膜,并且,在牺牲层和固定基板51的第一接合部513上形成第二反射膜之后除去牺牲层。并且,如第二实施方式所示,控制电流流过反射膜自身时,还可以不形成控制电极571、572。

[0238] 并且,在上述的各实施方式中,作为间隙变更部例示出静电致动器56,示出通过静电致动器56变更固定反射膜54和可动反射膜55之间的间隙G1的尺寸的结构,但是并不限于此。

[0239] 例如,作为间隙变更部还可以采用由设在固定基板51的第一感应线圈和设在可动基板52的第二感应线圈或永磁铁构成的感应致动器的结构。

[0240] 并且,还可以采用使用压电致动器代替静电致动器56的结构。此时,例如在保持部522上层压配置下部电极层、压电膜和上部电极层,将施加于下部电极层和上部电极层之间的电压作为输入值并使其可变,从而能够使压电膜伸缩而使保持部522挠曲。

[0241] 并且,并不限于通过施加电压改变反射膜之间的间隙G1的大小的结构,例如还可以例示通过改变固定基板51和可动基板52之间的气压来调整反射膜间间隙G1的大小的结构等。

[0242] 并且,本发明还能够应用于未设置间隙变更部的波长固定侧的法布里-珀罗标准具。

[0243] 在波长固定型的干涉滤波器中不设置如上述实施方式所示的可动部521和保持部522,第一基板(固定基板51)和第二基板(可动基板52)之间的间隔(反射膜54、55之间的间隙G1)维持固定。但是可以认为,即使是这样的波长固定型的干涉滤波器,也由于例如形成基板时的制造误差或第一基板和第二基板接合时的接合膜的厚度不均匀性等原因,反射膜54、55的平行度恶化。

[0244] 对此,在这样的干涉滤波器中,也与上述的第一实施方式相同地,在第一基板配置第一控制电极571,在第二基板配置第二控制电极572,分别使在滤波器俯视观察中方向相反的控制电流流过这些控制电极571、572。并且,如第二实施方式所示,还可以采用控制电流流过各反射膜54、55的结构。

[0245] 从而,在波长固定型的干涉滤波器中也能够提高反射膜彼此之间的平行度,能够提高干涉滤波器的分辨率。

[0246] 在上述的第一实施方式示出通过使控制电极571、572的厚度尺寸大于反射膜54、55的厚度尺寸而使间隙G3小于间隙G1的示例,但是并不限于此。例如还可以采用增大各控制电极571、572上的绝缘膜571B、572B中的至少任意一个的厚度尺寸,以使间隙G3小于间隙G1的结构。

[0247] 并且,还可以在各控制电极571、572中的至少任意一个的配置位置设置凸部。作为这样的凸部,例如可以在固定基板51和可动基板52的蚀刻加工时形成,还可以在固定基板51或可动基板52上设置其他膜部件等,从而形成凸部。

[0248] 并且,示出在第一控制电极571上设置绝缘膜571B,在第二控制电极572上设置绝缘膜572B的示例,但是,还可以仅在第一控制电极571和第二控制电极572中的任意一个上设置绝缘膜。

[0249] 在上述的第一实施方式和第二实施方式,示出在直到可动部521的振动结束为止的稳定化期间控制电流持续流过控制电极571、572(第二实施方式中是反射膜54、55)的示例,但是并不限于此。例如,还可以在可动部521向固定基板51侧位移时倾斜控制部152使控制电流流过从而产生斥力,当可动部521向离开固定基板51的方向位移时,倾斜控制部152进行使控制电流停止的处理。可以认为如果当可动部521向离开固定基板51的方向位移时使斥力起作用,则使振幅增大,但是如上所述,通过使控制电流停止,从而能够抑制振幅因斥力增大。并且,还可以在可动部521向固定基板51侧位移时,通过使第一控制电流和第二控制电流中的任一向相反方向流过,从而产生引力。此时,当可动部521向离开固定基板51的方向位移时,能够向使振动静止的方向作用洛伦兹力,因此能够加快振动结束。

[0250] 在这样的情况下同样,在即将结束振动之前,通过使用用于产生斥力的控制电流流过控制电极571、572,从而由检测器11检测光量时能够提高反射膜54、55的平行度,从而能够进行高精度的光量检测。

[0251] 作为第二实施方式的变形例示出多个固定反射膜54串联连接,并且与此相对的可动反射膜55也串联连接的示例,但是并不限于此。

[0252] 例如,如图20所示,还可以采用多个固定反射膜54并列连接,并且与其相对的多个可动反射膜55也并列连接的结构。

[0253] 并且,在第二实施方式中示出在作为第一基板的固定基板51上设有作为第一反射膜的固定反射膜54,在作为第二基板的可动基板52上设有作为第二反射膜的可动反射膜55的示例,但是并不限于此。例如还可以采用未设置第一基板和第二基板中的至少任意一个的结构。此时,例如在平行玻璃基板的一面设置第一反射膜,在与所述一面平行的另一面设置第二反射膜之后,通过蚀刻等对平行玻璃基板进行蚀刻。在该结构中,形成未设置第一基板和第二基板的结构,能够使分光元件进一步薄型化。并且,此时,通过在第一反射膜和第二反射膜之间设置例如间隔物等,能够维持反射膜之间的间隙尺寸。并且,通过在第一反射膜上设置第一电极,在第二反射膜上设置第二电极,并且向这些第一电极和第二电极之间施加驱动电压,能够变更反射膜之间的间隙尺寸。

[0254] 在这样的结构中同样,通过使第一控制电流流过第一反射膜,使第二控制电流流过第二反射膜,能够在第一反射膜和第二反射膜之间作用洛伦兹力的斥力。因此,即使在未

设有第一基板和第二基板的结构中,也能够抑制第一反射膜和第二反射膜的挠曲,从而能够使反射膜之间的间隙尺寸维持一致(抑制平行度的恶化)。

[0255] 并且,在第一实施方式中示出控制电流流过第一控制电极571和第二控制电极572的示例,在第二实施方式中示出控制电流流过固定反射膜54和可动反射膜55的示例。与此相对,还可以采用第一控制电流流过第一控制电极571和固定反射膜54,第二控制电流流过第二控制电极572和可动反射膜55的结构。此时,能够产生更大的斥力。

[0256] 并且,在上述各实施方式中,波长可变干涉滤波器5、5A、5B直接设在光学模块10、10A上。但是,作为光学模块,还存在具有复杂结构的光学模块,尤其对于小型光学模块而言,有时难以直接设置波长可变干涉滤波器5。对此,还可以采用将波长可变干涉滤波器5、5A、5B收容在壳体内后设在光学模块上等的结构。

[0257] 图21是表示本发明其他实施方式的光学滤波器设备的概略结构的截面图。

[0258] 如图21所示,光学滤波器设备600具有波长可变干涉滤波器5以及收容该波长可变干涉滤波器5的壳体601。另外,在本实施方式中,作为一个示例示出波长可变干涉滤波器5,但还可以采用使用第二实施方式的波长可变干涉滤波器5A或第三实施方式的波长可变干涉滤波器5B等的结构。

[0259] 壳体601具有底部基板610、盖620、底部侧玻璃基板630以及盖侧玻璃基板640。

[0260] 底部基板610例如由单层陶瓷基板构成。该底部基板610上设置波长可变干涉滤波器5的可动基板52。作为将可动基板52设在底部基板610上的方法,例如可以通过粘结层等进行配置,还可以通过嵌合在其他固定部件等进行配置。并且,底部基板610上的与光干涉区域(反射膜54、55相对的区域)相对的区域开口形成光通过孔611。然后,以覆盖该光通过孔611的方式与底部侧玻璃基板630接合。作为底部侧玻璃基板630的接合方法,例如可以利用玻璃料烧结接合、基于环氧树脂等的粘接等,该玻璃料烧结接合使用通过高温熔解玻璃原料并骤冷后的玻璃碎片的玻璃料。

[0261] 该底部基板610的与盖620相对的底部内侧面612上分别与波长可变干涉滤波器5的各引出电极562A、572A1、572A2和各连接电极563、573A、573B对应地设有内侧端子部615。另外,各引出电极562A、572A1、572A2、及各连接电极563、573A、573B和内侧端子部615的连接例如可以采用FPC615A,例如通过Ag浆、ACF (Anisotropic Conductive Film:各向异性导电膜)、ACP (Anisotropic Conductive Paste:各向异性导电胶)等接合。另外,当将内部空间650维持在真空状态时,优选使用排气较少的Ag浆。并且,并不限于通过FPC615A连接,例如还可以进行基于引线接合等的布线连接。

[0262] 并且,与设有各内侧端子部615的位置对应地,底部基板610上形成有贯通孔614,各内侧端子部615通过填充在贯通孔614的导电性部件,与外侧端子部616连接,该外侧端子部616设在底部基板610的、与底部内侧面612相反侧的底部外侧面613上。

[0263] 并且,底部基板610的外周部设有接合于盖620的底部接合部617。

[0264] 如图21所示,盖620具有:接合于底部基板610的底部接合部617的盖接合部624;从盖接合部624连续,向与底部基板610分离的方向立起的侧壁部625;以及,从侧壁部625连续,覆盖波长可变干涉滤波器5的固定基板51侧的顶部626。该盖620可以例如由可伐合金等合金或金属形成。

[0265] 通过使盖接合部624和底部基板610的底部接合部617接合,该盖620与底部基板

610紧密地接合。

[0266] 作为该接合方法除了激光焊接之外,还可以例举出例如:使用银焊料等进行的焊接、使用共晶合金层进行的密封、使用低熔点玻璃进行的焊接、玻璃粘接、玻璃料接合、使用环氧树脂进行粘接等方法。能够根据底部基板610和盖620的材料和接合环境等适当选择这些接合方法。

[0267] 盖620的顶部626与底部基板610平行。该顶部626的与波长可变干涉滤波器5的光干涉区域相对的区域开口形成有光通过孔621。然后,以覆盖该光通过孔621的方式接合盖侧玻璃基板640。盖侧玻璃基板640的接合方法与底部侧玻璃基板630的接合相同,可以采用例如玻璃料接合和基于环氧树脂等的粘接等。

[0268] 在这样的光学滤波器设备600中,由于波长可变干涉滤波器5被壳体601保护,因此能够防止波长可变干涉滤波器5的特性因异物或大气所包含的气体等而发生变化,并且,防止波长可变干涉滤波器5因外在原因受损。并且,能够防止带电粒子侵入,因此能够防止各电极561、562带电。因此,能够抑制因带电而产生的库仑力,能够更加可靠地维持反射膜54、55的平行度。

[0269] 并且,当例如将在工场制造的波长可变干涉滤波器5搬运到组装光学模块和电子设备的组装线等时,能够安全地搬运被光学滤波器设备600保护的波长可变干涉滤波器5。

[0270] 并且,光学滤波器设备600设有向壳体601的外周面露出的外侧端子部616,因此在组装于光学模块或电子设备上时能够容易地进行布线。

[0271] 并且,作为本发明的电子设备,在上述的各实施方式中以分光测定装置1为例进行了说明,但除此之外,还可以根据各种领域应用本发明的光学模块和电子设备。

[0272] 例如,如图22所示,可以将本发明的电子设备应用于用于测定颜色的测色装置。

[0273] 图22是具有波长可变干涉滤波器的测色装置400的一例的框图。

[0274] 如图22所示,该测色装置400具有:向检测对象A射出光的光源装置410,测色传感器420(光学模块)以及控制测色装置400整体动作的控制装置430。并且,该测色装置400是如下的装置:从光源装置410发射的光被检测对象A反射,通过测色传感器420接收被反射的检测对象光,基于从测色传感器420输出的检测信号分析并测定检测对象光的色度、即检测对象A的颜色。

[0275] 光源装置410具备光源411和多个透镜412(图22仅示出一个),向检测对象A发射例如基准光(例如白色光)。并且,多个透镜412可以包括准直透镜,此时,光源装置410通过准直透镜将从光源411射出的基准光变为平行光,从未图示的投射透镜向检测对象A射出。另外,在本实施方式中,例示出具有光源装置410的测色装置400,但是,例如检测对象A为液晶面板等发光部件时,还可以采用未设置光源装置410的结构。

[0276] 测色传感器420是本发明的光学模块,如图22所示,具有:波长可变干涉滤波器5、接收透过波长可变干涉滤波器5的光的检测器11、以及改变透过波长可变干涉滤波器5的光的波长的驱动控制部15。并且,测色传感器420在与波长可变干涉滤波器5相对的位置具有未图示的入射光学透镜,用于将被检测对象A反射的反射光(检测对象光)引导到内部。然后,该测色传感器420通过波长可变干涉滤波器5将从入射光学透镜入射的检测对象光中的规定波长的光分光,并通过检测器11接收分光后的光。另外,还可以设置上述的波长可变干涉滤波器5A、5B或光学滤波器设备600,以此代替波长可变干涉滤波器5。并且,使用波长可

变干涉滤波器5B时,还可以使用第三实施方式的驱动控制部15A,以此代替驱动控制部15。

[0277] 控制装置430控制测色装置400的整体动作。

[0278] 作为该控制装置430可以使用例如通用个人电脑或移动信息终端、除此以外,还可以使用测色专用计算机等。并且,如图22所示,控制装置430构成为具有光源控制部431、测色传感器控制部432、以及测色处理部433等。

[0279] 光源控制部431连接于光源装置410,例如基于使用者的设定输入向光源装置410输出规定的控制信号,使其射出规定亮度的白色光。

[0280] 测色传感器控制部432连接于测色传感器420,例如基于使用者的设定输入设定由测色传感器420接收的光的波长,并向测色传感器420输出旨在检测该波长的光的光接收量的控制信号。从而,测色传感器420的驱动控制部15基于控制信号向静电致动器56施加电压,驱动波长可变干涉滤波器5。

[0281] 测色处理部433根据检测器11检测到的光接收量分析检测对象A的色度。

[0282] 并且,作为本发明的电子设备的其他示例可以例举出用于检测特定物质的存在的基于光的系统。作为这样的系统,例如可以例示出使用本发明的光学模块的、采用分光测定方式高敏感度地检测特定气体的车载用气体泄漏检测器和呼气检查用的光声稀有气体检测器等气体检测装置。

[0283] 下面,根据附图说明这样的气体检测装置的一例。

[0284] 图23是表示具有本发明的光学模块的气体检测装置的一例的概略图。

[0285] 图24是表示图23的气体检测装置的控制系统的结构的框图。

[0286] 如图23所示,该气体检测装置100构成为具有传感器芯片110;具有吸引口120A、吸引流道120B、排出流道120C和排出口120D的流道120;以及主体部130。

[0287] 主体部130由具有可装卸流道120的开口的传感器部盖131、排出单元133、壳体134、检测装置(光学模块)、处理检测到的信号并控制检测部的控制部138(处理部)、以及供电的供电部139等构成,其中,该检测装置包括:光学部135、滤波器136、波长可变干涉滤波器5和受光元件137(检测部)等。另外,还可以设置上述的波长可变干涉滤波器5A、5B或光学滤波器设备600,以此代替波长可变干涉滤波器5。并且,光学部135由射出光的光源135A、分束器135B和透镜135C、135D、135E构成,其中该分束器135B将从光源135A射入的光反射到传感器芯片110侧,并使从传感器芯片侧射入的光向受光元件137侧透过。

[0288] 并且,如图24所示,气体检测装置100的表面设有操作面板140、显示部141、用于与外部接口的连接部142、供电部139。在供电部139是二次电池时,也可以具有用于充电的连接部143。

[0289] 并且,如图24所示,气体检测装置100的控制部138具有由CPU等构成的信号处理部144、用于控制光源135A的光源驱动器电路145、用于控制波长可变干涉滤波器5的驱动控制部15、接收来自受光元件137的信号的光电路147、传感器芯片检测电路149和控制排出单元133的排出驱动器电路150等,其中,该传感器芯片检测电路149读取传感器芯片110的代码并接收来自检测是否存在传感器芯片110的传感器芯片检测器148的信号。另外,使用波长可变干涉滤波器5B时,还可以使用第三实施方式的驱动控制部15A,以此代替驱动控制部15。

[0290] 接着,对上述的气体检测装置100的动作进行说明。

[0291] 主体部130的上部的传感器部盖131的内部设有传感器芯片检测器148,由该传感器芯片检测器148检测是否存在传感器芯片110。信号处理部144如果检测到来自传感器芯片检测器148的检测信号,则判断为处于安装有传感器芯片110的状态,并向显示部141发出使其显示旨在可以进行检测动作的显示信号。

[0292] 然后,例如由用户在操作面板140进行操作,如果从操作面板140向信号处理部144输出旨在开始检测处理的指示信号,则首先信号处理部144将光源工作信号输出至光源驱动器电路145以使光源135A动作。如果光源135A被驱动,则从光源135A射出单一波长且直线偏光稳定的激光。并且,光源135A内部设有温度传感器和光量传感器,其信息被输出至信号处理部144。然后,信号处理部144根据由光源135A输入的温度和光量,判断为光源135A正在稳定动作时,则控制排出驱动器电路150使排出单元133动作。由此,包括应该检测的目标物质(气体分子)的气体试料被从吸引口120A向吸引流道120B、传感器芯片110内、排出流道120C、排出口120D引导。此外,在吸引口120A设置有除尘过滤器120A1,除去比较大的粉尘和一部分水蒸气等。

[0293] 并且,传感器芯片110是组装有多个金属纳米结构体,利用局部表面等离子体共振的传感器。在这样的传感器芯片110中,通过激光在金属纳米结构体之间形成增强电场,如果气体分子进入该增强电场,则产生包含分子振动信息的拉曼散射光和瑞利散射光。

[0294] 这些瑞利散射光和拉曼散射光通过光学部135入射到滤波器136,瑞利散射光通过滤波器136分离,拉曼散射光射入波长可变干涉滤波器5。然后,信号处理部144向驱动控制部15输出控制信号。从而,驱动控制部15与上述第一实施方式相同地驱动波长可变干涉滤波器5的静电致动器56,通过波长可变干涉滤波器5使对应于作为检测对象的气体分子的拉曼散射光分光。之后,如果受光元件137接收到分光后的光,则与光接收量对应的受光信号经由受光电路147输出到信号处理部144。此时,能够精度良好地从波长可变干涉滤波器5取出作为目标的拉曼散射光。

[0295] 信号处理部144将如上所述取得的对应于作为检测对象的气体分子的拉曼散射光的光谱数据和存储在ROM的数据进行比较,判断是否是目标气体分子,从而进行物质的特定。然后,信号处理部144将其结果信息显示在显示部141上,或者从连接部142向外部输出。

[0296] 另外,在上述图23和图24中例示出通过波长可变干涉滤波器5对拉曼散射光进行分光并通过分光后的拉曼散射光检测气体的气体检测装置100,但是作为气体检测装置还可以用作通过检测气体固有的吸光度来指定气体类别的气体检测装置。此时,使用使气体流入传感器内部且检测入射光中的被气体吸收的光的气体传感器作为本发明的光学模块。并且,将通过这样的气体传感器分析并判断流入传感器内的气体的气体检测装置作为本发明的电子设备。在这样的结构中,也能够利用波长可变干涉滤波器检测气体的成分。

[0297] 此外,作为用于检测特定物质存在的系统,并不仅限于检测上述这样的气体,还可以例示基于红外线分光的糖类的非侵入性测定装置、以及食物、生物、矿物等信息的非侵入性测定装置等物质成分分析装置。

[0298] 下面,作为上述物质成分分析装置的一例,将说明食物分析装置。

[0299] 图25是作为利用本发明的光学模块的电子设备的一例的食物分析装置的概略结构示意图。

[0300] 如图25所示,该食物分析装置200具有检测器210(光学模块)、控制部220以及显示

部230。检测器210具有射出光的光源211、导入来自测定对象物的光的摄像透镜212、对从摄像透镜212导入的光进行分光的波长可变干涉滤波器5以及检测分光后的光的摄像部213（检测部）。另外，还可以设置上述波长可变干涉滤波器5A、5B或光学滤波器设备600，以此代替波长可变干涉滤波器5。

[0301] 此外，控制部220具有：用于进行光源211的亮灯/关灯控制、亮灯时的亮度控制的光源控制部221；控制波长可变干涉滤波器5的驱动控制部15；用于控制摄像部213，并取得由摄像部213拍摄到的分光图像的检测控制部223；信号处理部224；以及存储部225。另外，使用波长可变干涉滤波器5B时，还可以使用第三实施方式的驱动控制部15A，以此代替驱动控制部15。

[0302] 当驱动系统时，该食物分析装置200通过光源控制部221控制光源211从光源211向测定对象物照射光。然后，被测定对象物反射的光通过摄像透镜212入射到波长可变干涉滤波器5。通过驱动控制部15的控制，按照上述第一实施方式的驱动方法驱动波长可变干涉滤波器5。从而，能够精度良好地从波长可变干涉滤波器5取出目标波长的光。然后，通过例如由CCD照相机等构成的摄像部213拍摄被取出的光。然后将拍摄到的光作为分光图像存储于存储部225。并且，信号处理部224控制驱动控制部15来改变施加于波长可变干涉滤波器5的电压值，取得针对各波长的分光图像。

[0303] 然后，信号处理部224对存储部225存储的各图像中的各像素的数据进行计算处理，求出各像素中的光谱。并且，存储部225中存储有例如与光谱相对的食物成分的相关信息，信号处理部224基于存储在存储部225的食物成分的相关信息分析所求出的光谱数据，并求出检测对象所包括的食物成分及其含量。并且，根据取得的食物成分及其含量能够算出食物卡路里和新鲜度等。并且，通过分析图像内的光谱分布，能够进行检测对象的食物中新鲜度正在降低的部分的提取等，并且能够进一步进行食物内所含有的异物等的检测。

[0304] 然后，信号处理部224进行以下的处理：在显示部230上显示如上所述取得的检测对象的食物成分和含量、卡路里和新鲜度等信息。

[0305] 并且，在图25示出食物分析装置200的示例，但是可以将大致相同的结构用作如上所述的其他的信息的非侵入性测定装置。例如，可以用作测定并分析血液等体液成分的、分析生物体成分的生物体分析装置。作为这样的生物分析装置，例如作为测定血液等体液成分的装置，如果作为检测乙醇的装置，则能够用作检测驾驶员的饮酒状态的防止酒后驾驶装置。并且，还能够用作具有这样的生物分析装置的电子内窥镜系统。

[0306] 并且，还可以用作分析矿物成分的矿物分析装置。

[0307] 并且，作为本发明的光学模块、电子设备还可以应用于下面的装置中。

[0308] 例如，通过使各波长的光的强度随着时间的变化而变化，可以利用各波长的光传送数据，此时，通过设在光学模块的波长可变干涉滤波器对特定波长的光进行分光，再由受光部接收光，从而能够提取出通过特定波长的光传送的数据，并可利用具有这样的数据提取用光学模块的电子设备处理各波长的光的数据，从而进行光通信。

[0309] 并且，作为电子设备还可以应用于通过本发明的光学模块对光进行分光并拍摄分光图像的分光照相机、分光分析仪等。作为这样的分光照相机的一例，例如列举出内设波长可变干涉滤波器的红外线照相机。

[0310] 图26是表示分光照相机的概略结构的示意图。如图26所示，分光照相机300具有照

相机主体310、摄像透镜单元320以及摄像部330。

[0311] 照相机主体310是由使用者把持并操作的部分。

[0312] 摄像透镜单元320设在照相机主体310,将入射的图像光引导至摄像部330。并且,如图26所示,该摄像透镜单元320具有物镜321、成像透镜322以及设在这些透镜之间的波长可变干涉滤波器5。另外,还可以设置上述的波长可变干涉滤波器5A、5B或光学滤波器设备600,以此代替波长可变干涉滤波器5。

[0313] 摄像部330由受光元件构成,用于对由摄像透镜单元320导入的图像光进行拍摄。

[0314] 在这样的分光照相机300中,波长可变干涉滤波器5使成为摄像对象的波长的光透过,从而能够拍摄所期望波长的光的分光图像。此时,对于各波长,驱动控制部(未图示)按照上述的第一实施方式或第三实施方式所示的本发明的驱动方法驱动波长可变干涉滤波器5,从而能够精度良好地取出目标波长的分光图像的图像光。

[0315] 并且,还可以将本发明的光学模块用作带通滤波器,例如可以用作仅将从发光元件射出的规定波长区域的光中的以规定波长为中心的狭窄波段的光通过波长可变干涉滤波器进行分光并使其透过的光学式激光设备。

[0316] 并且,也可以将本发明的光学模块用作生物认证装置,例如,可以应用于利用近红外区域或可见光区域的光的血管、指纹、视网膜和虹膜等的认证装置。

[0317] 并且,能够将光学模块和电子设备用作浓度检测装置。此时,通过波长可变干涉滤波器对从物质射出的红外能量(红外光)进行分光以及分析,测定样本中的被检体浓度。

[0318] 如上所述,本发明的光学模块以及电子设备能够应用于从入射光分光出规定的光的任意装置。并且,如上所述,本发明的光学模块能够通过一台设备对多个波长进行分光,因此,能够精度良好地进行多个波长的光谱测定、多个成分的检测。因此,与利用多台设备取出所期望的波长的现有的装置相比,能够促进光学模块和电子设备的小型化,例如能够优选用作便携用或车载用光学设备。

[0319] 此外,实施本发明时的具体的结构在能够达到本发明的目的的范围内,能够适当地变更为其他结构等。

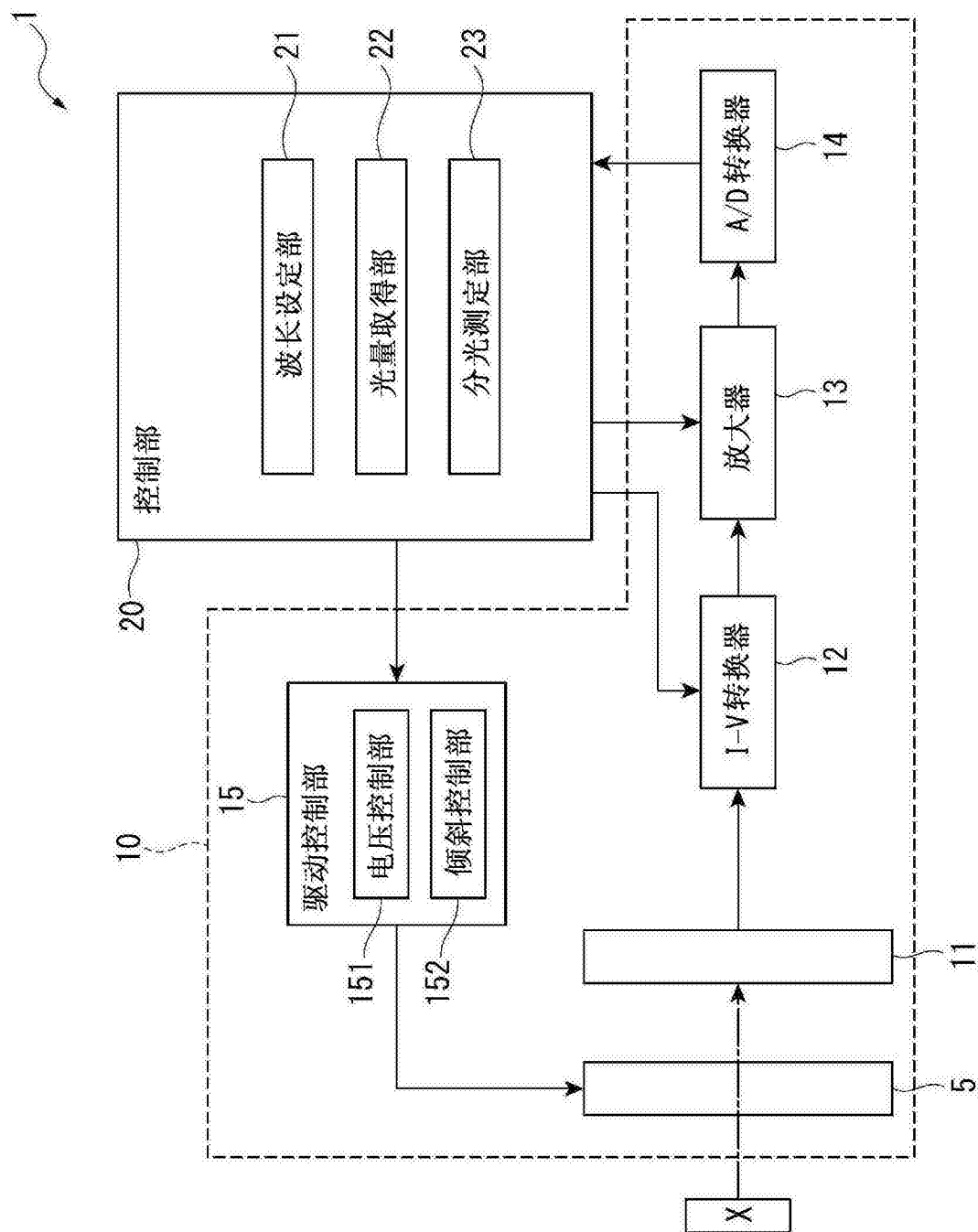


图 1

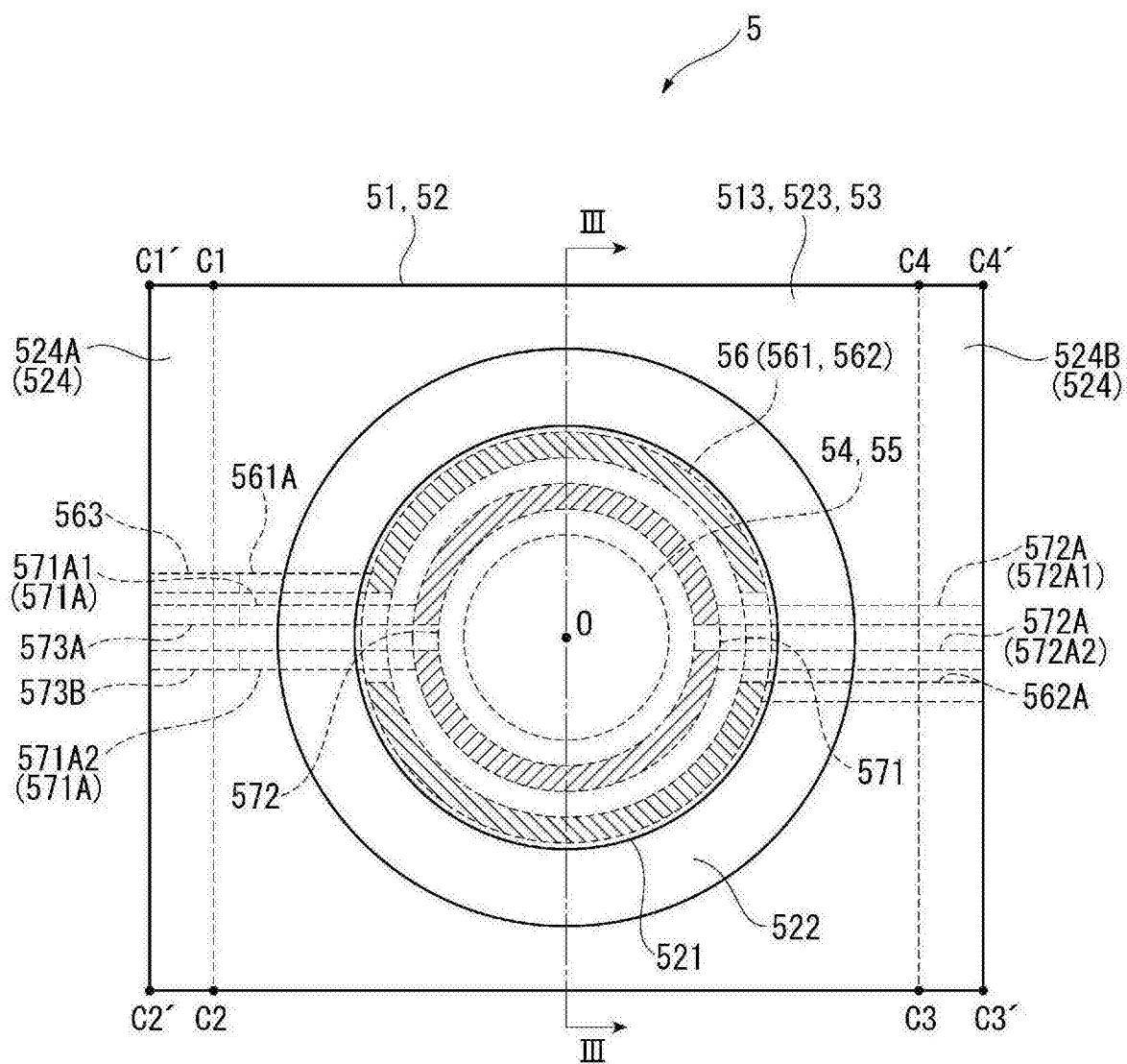


图2

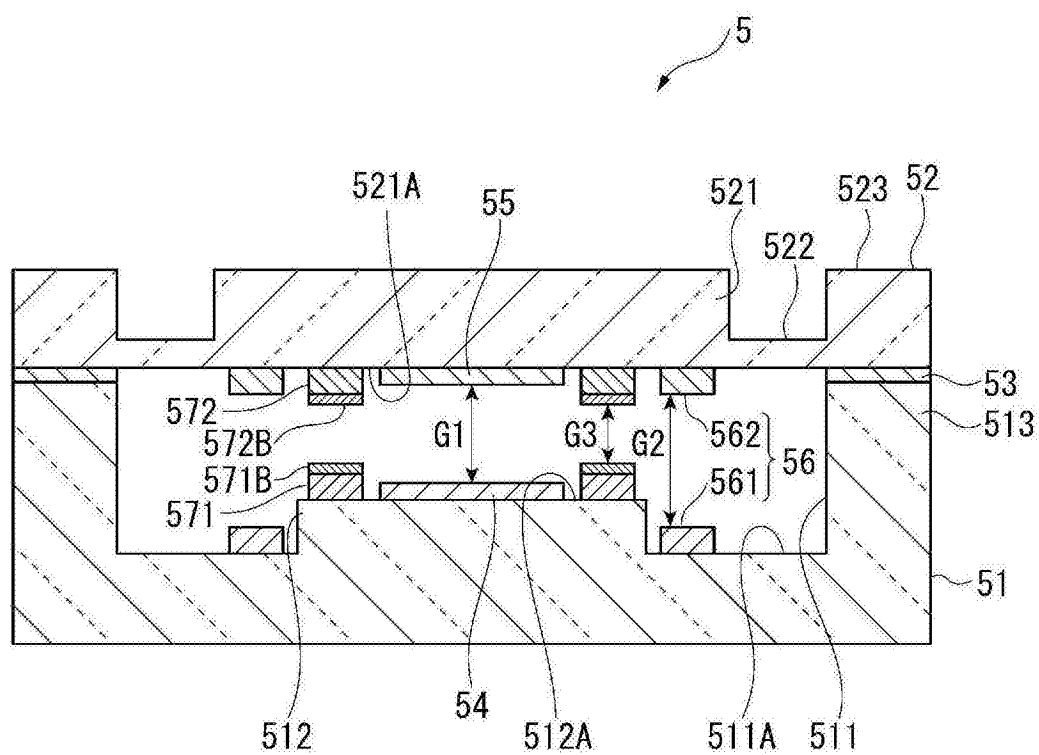


图3

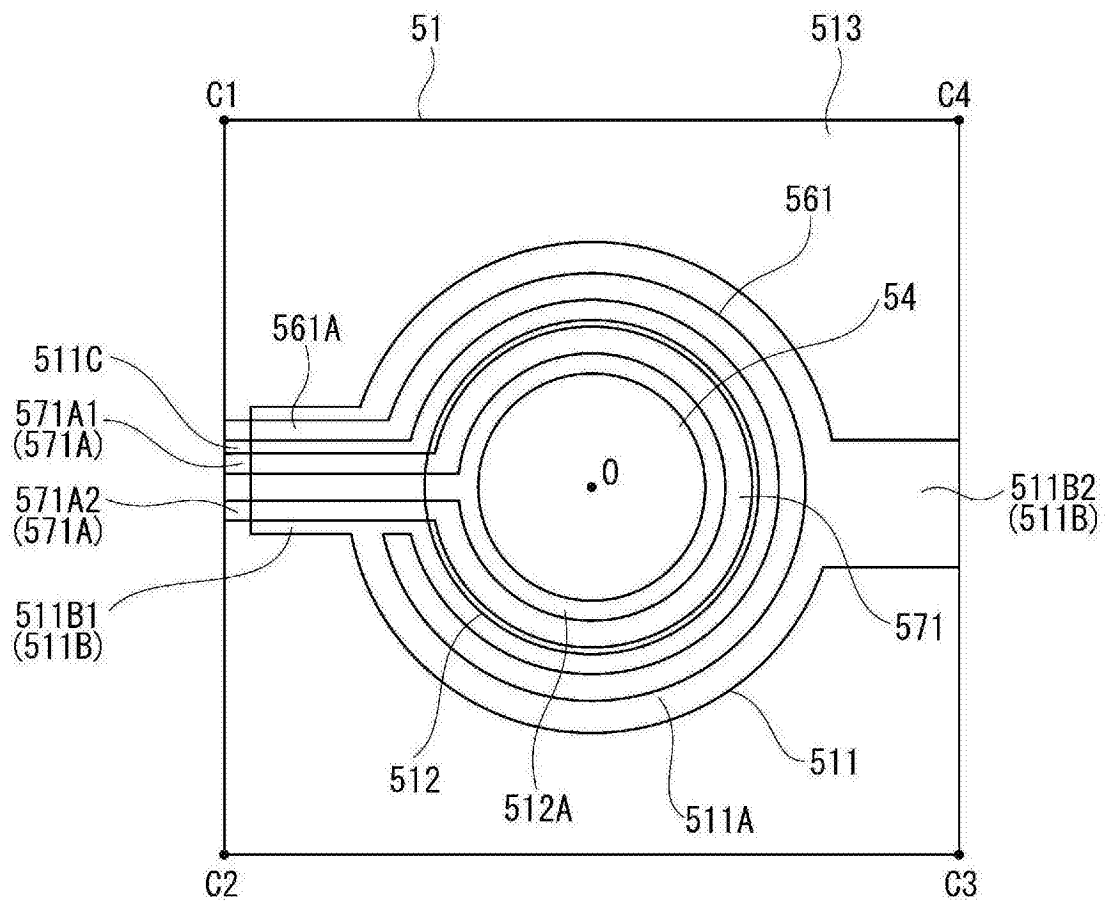


图4

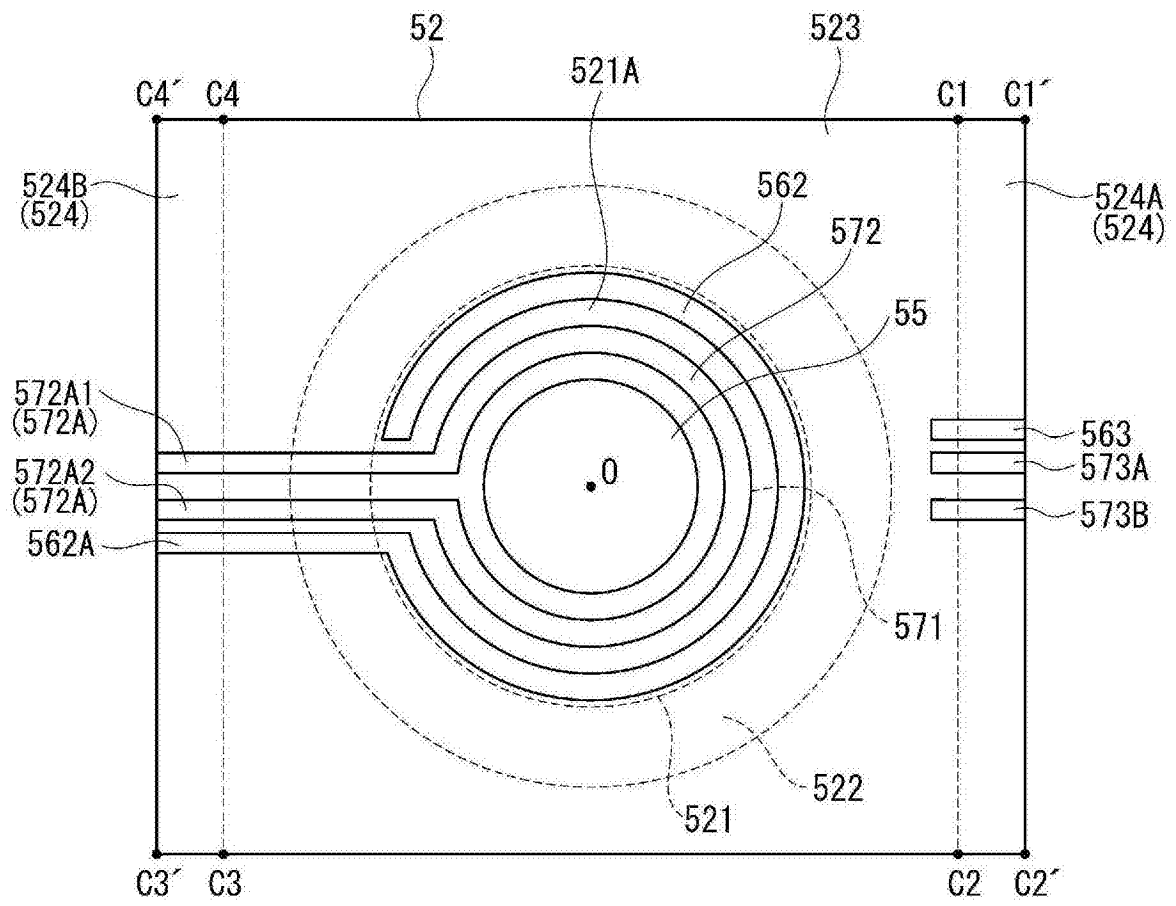


图5

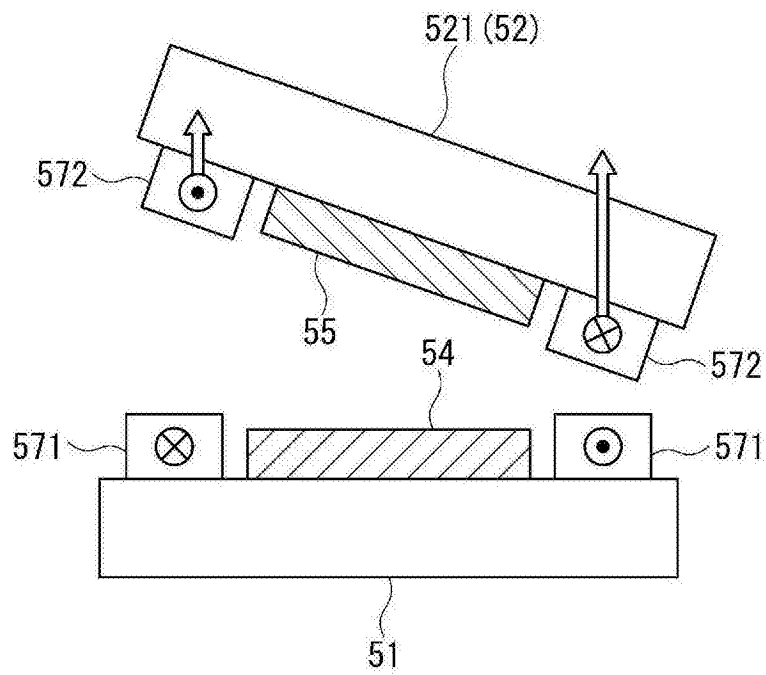


图6

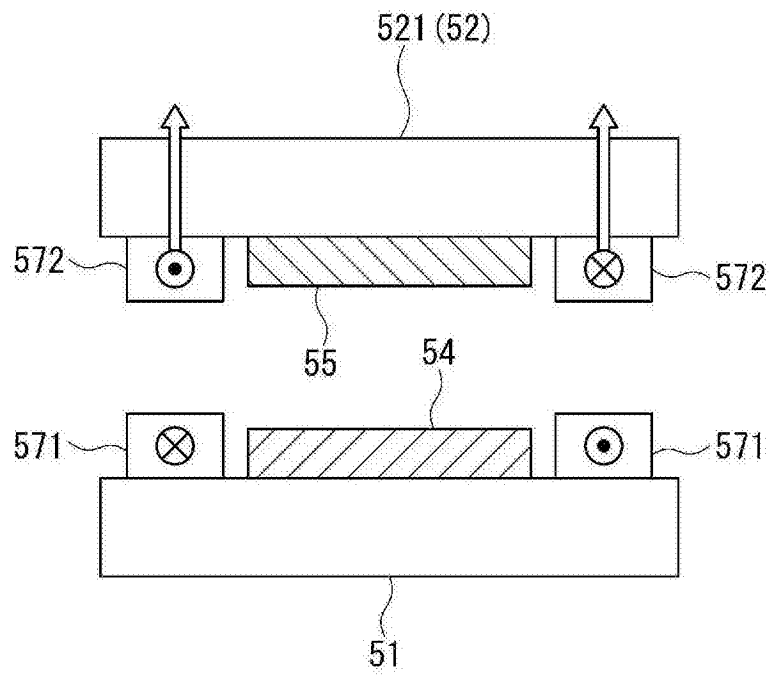


图7

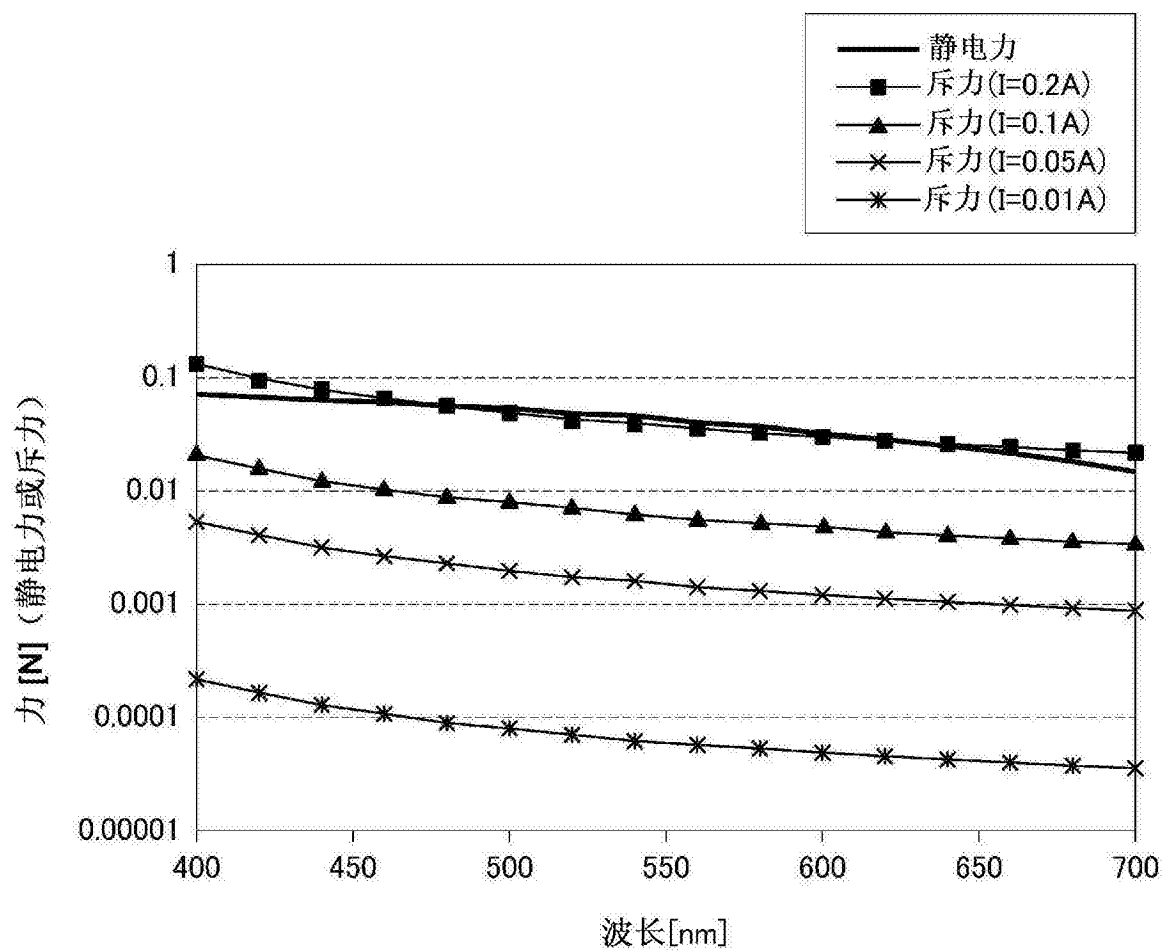


图8

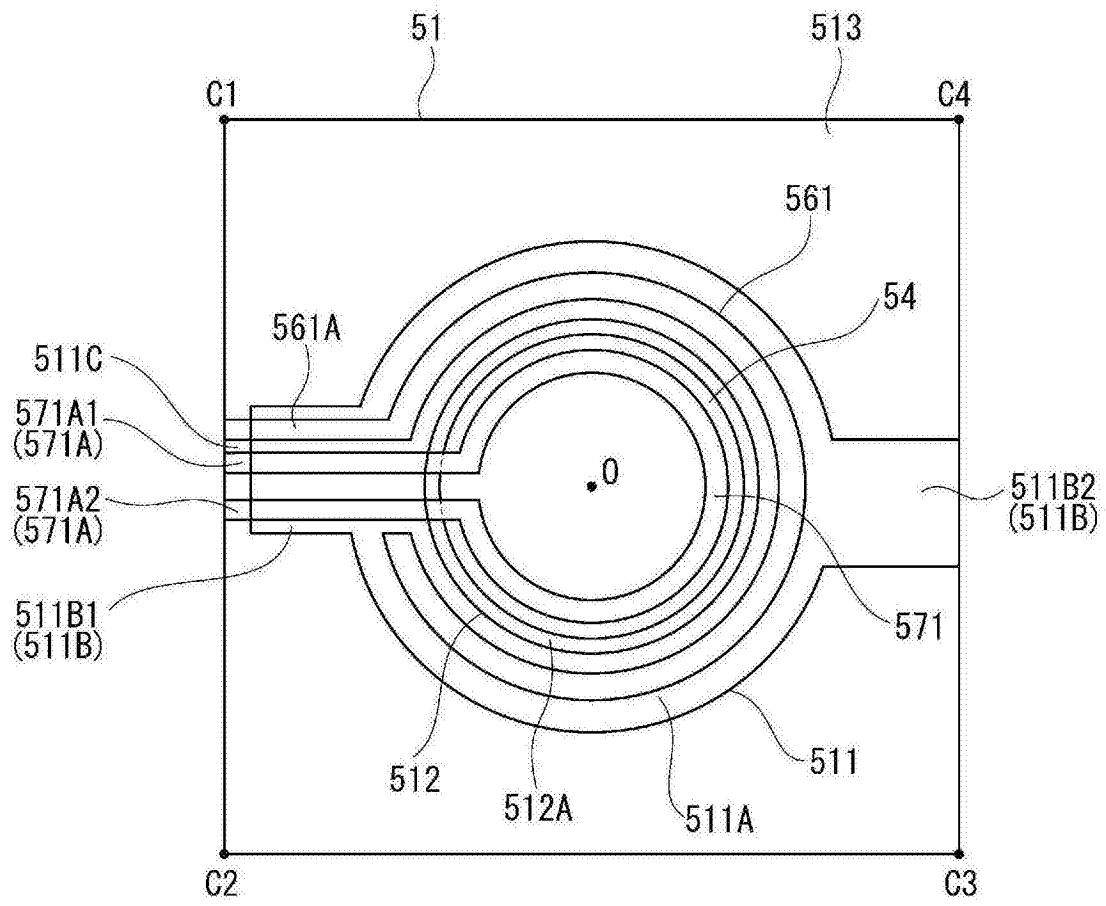


图9

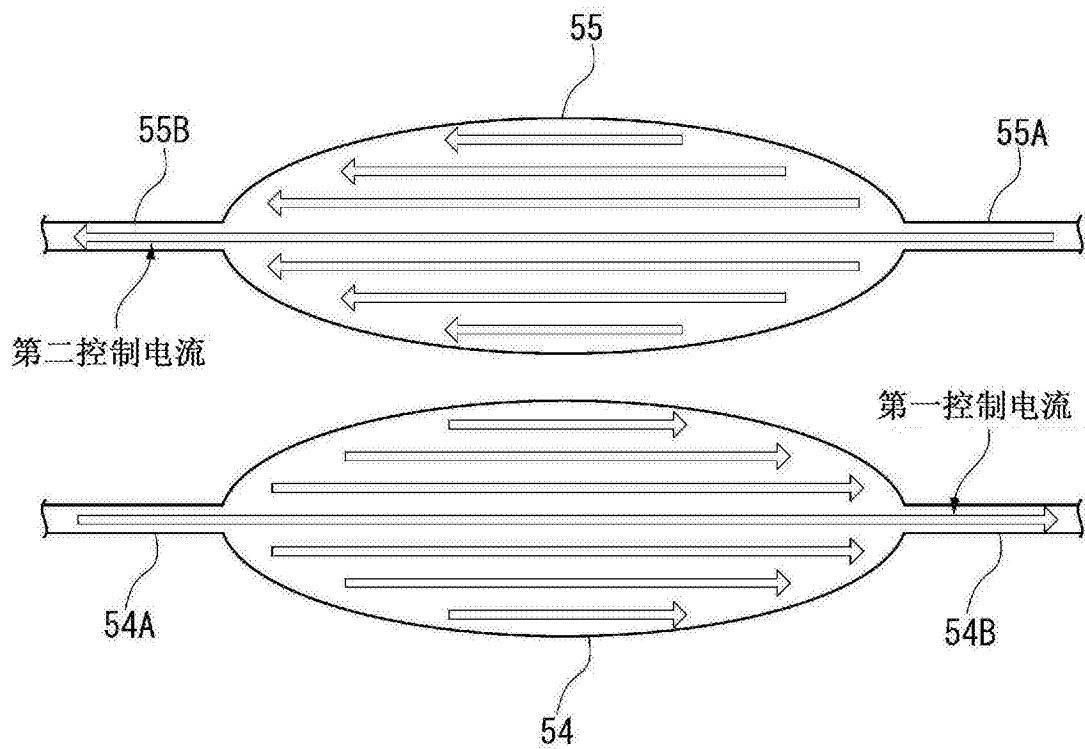


图10

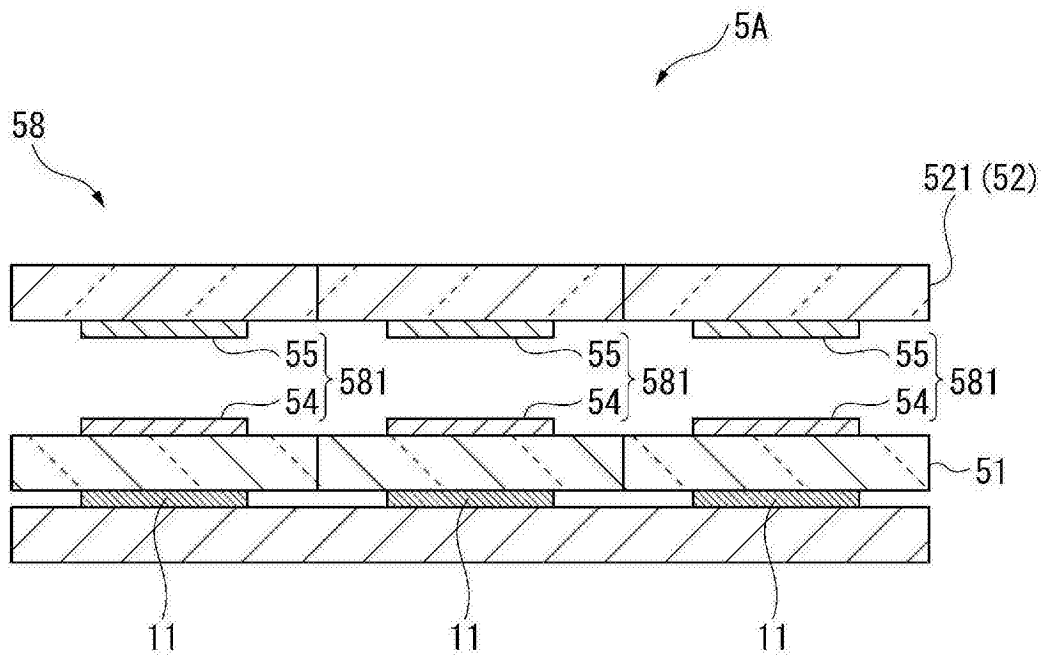


图11

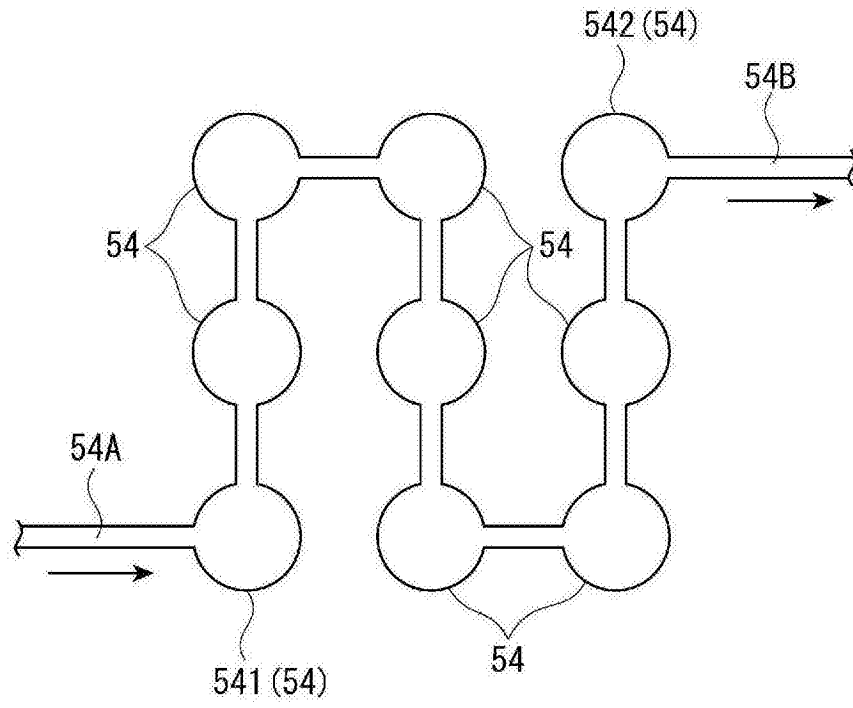


图12

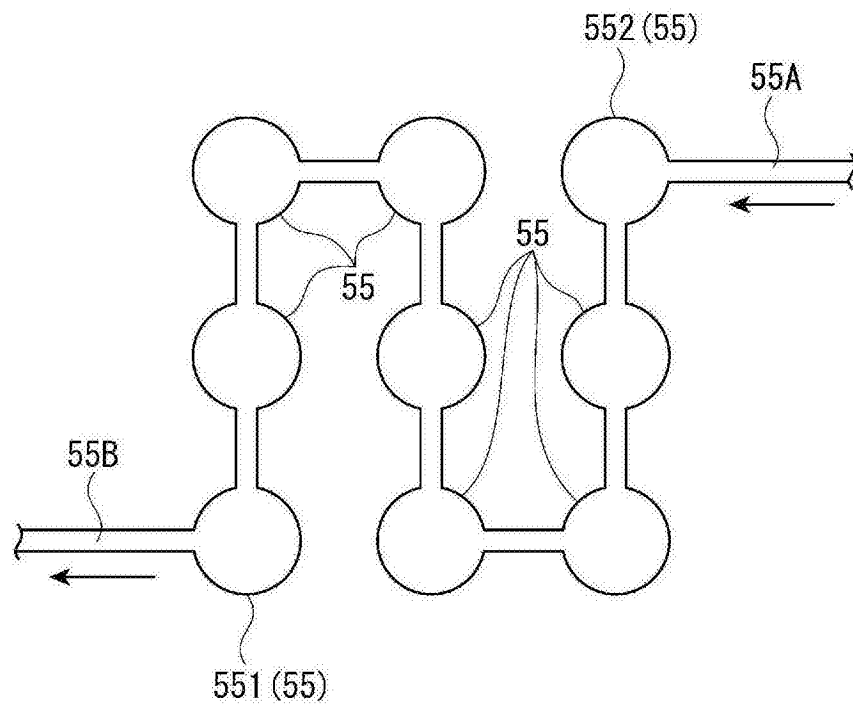


图13

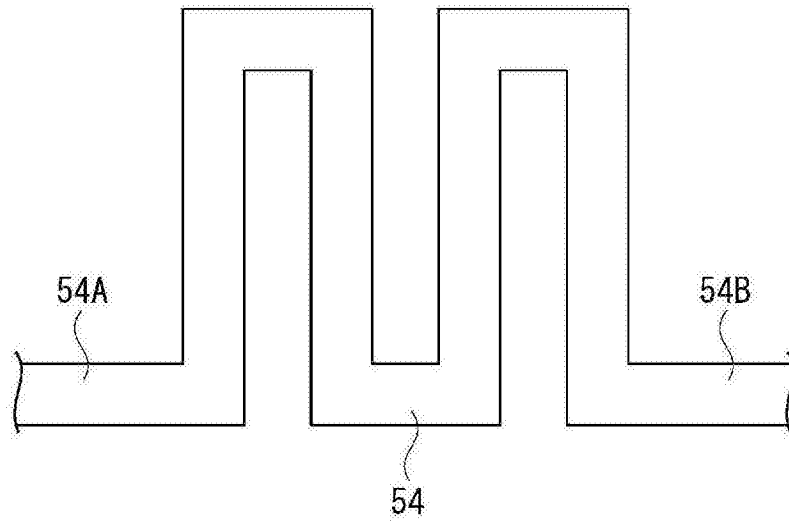


图14

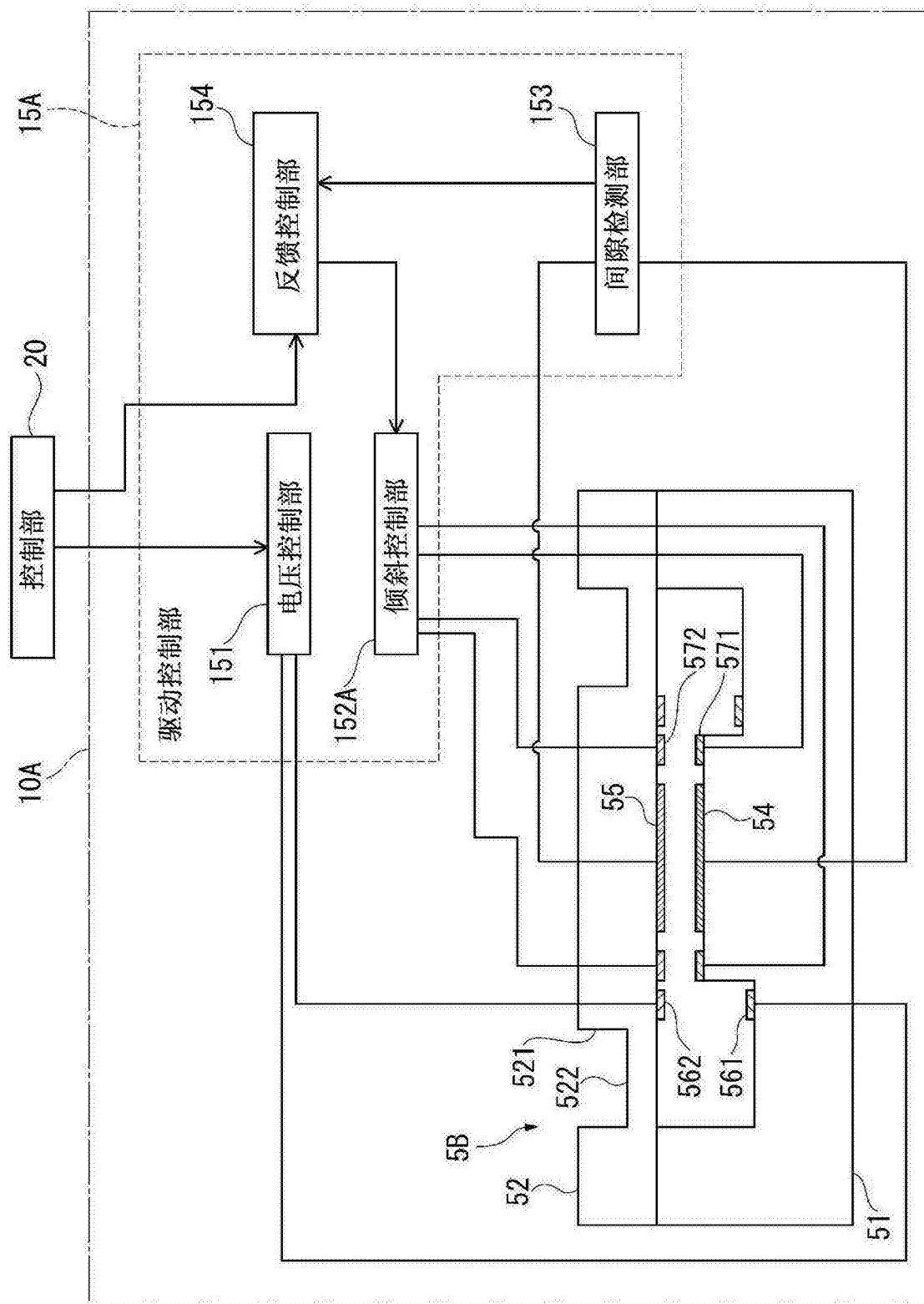


图15

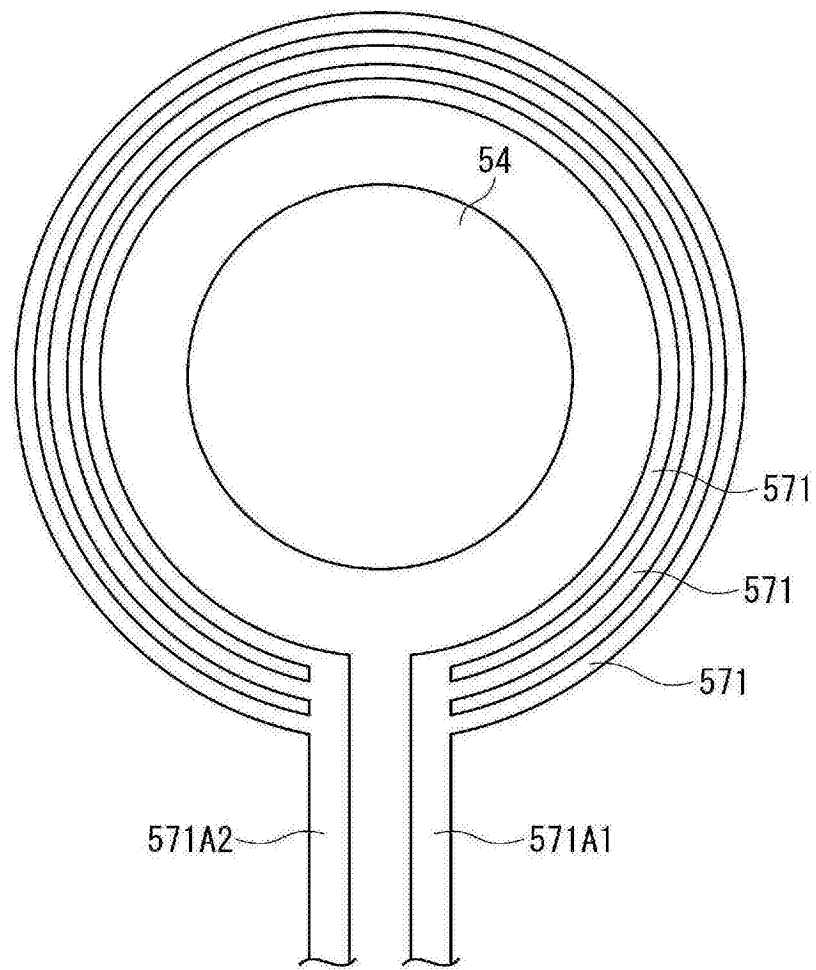


图16

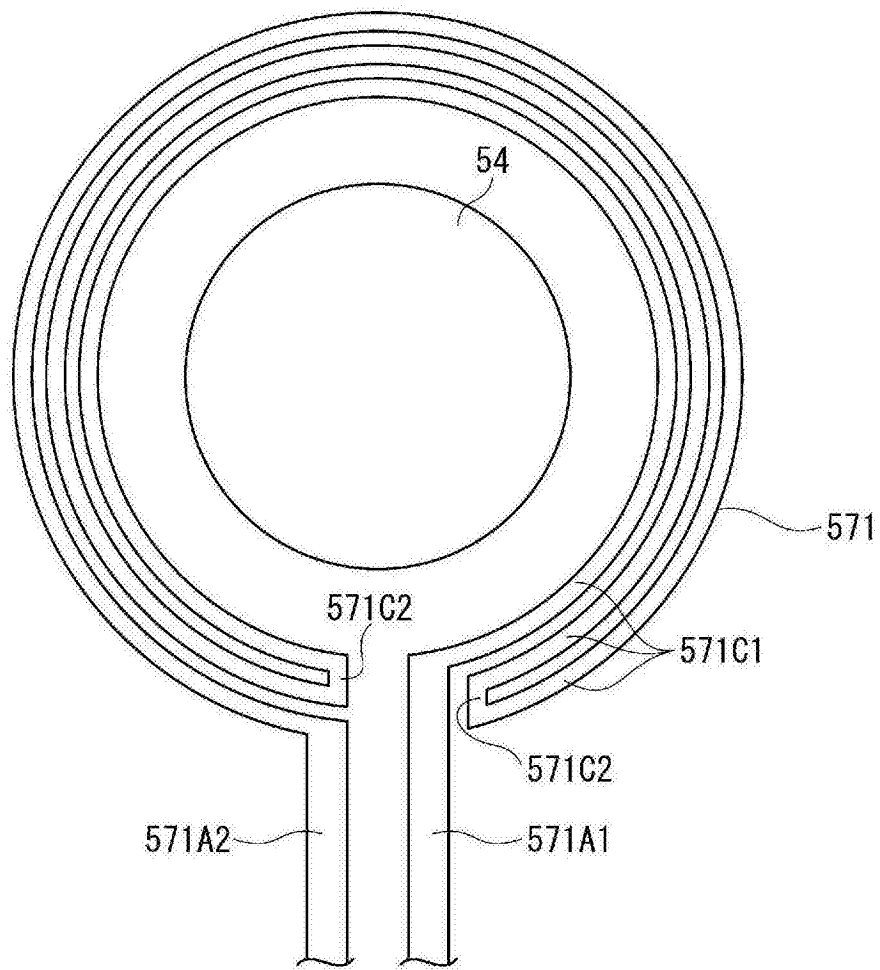


图17

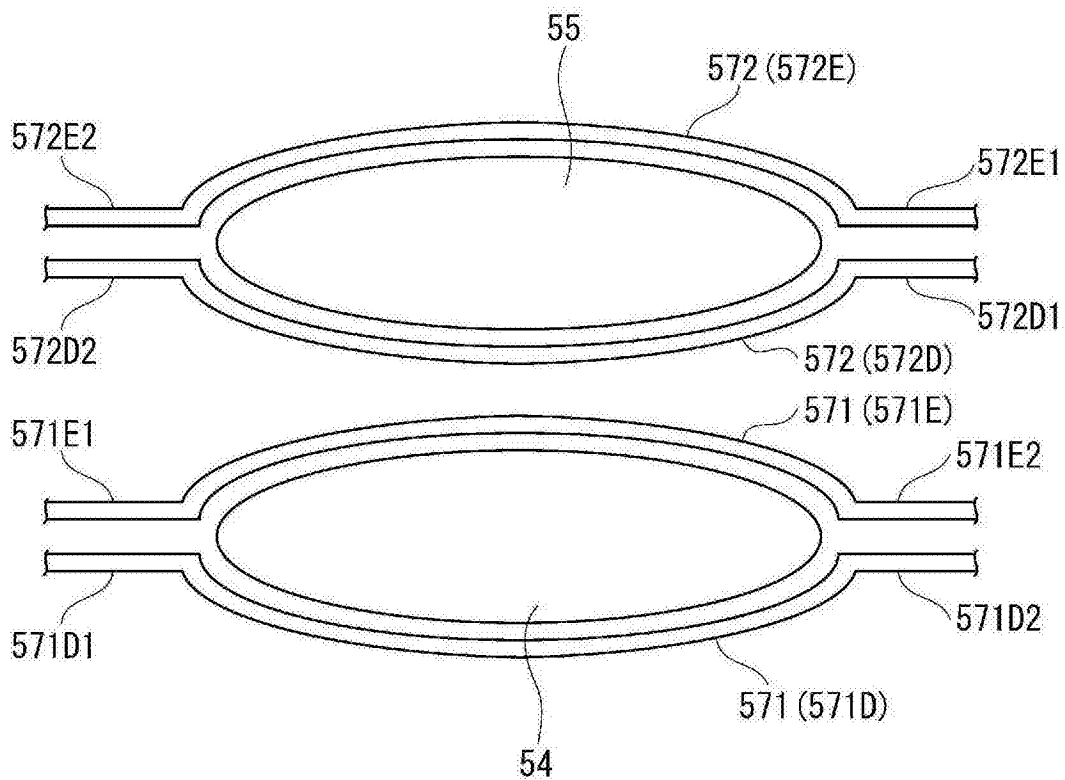


图18

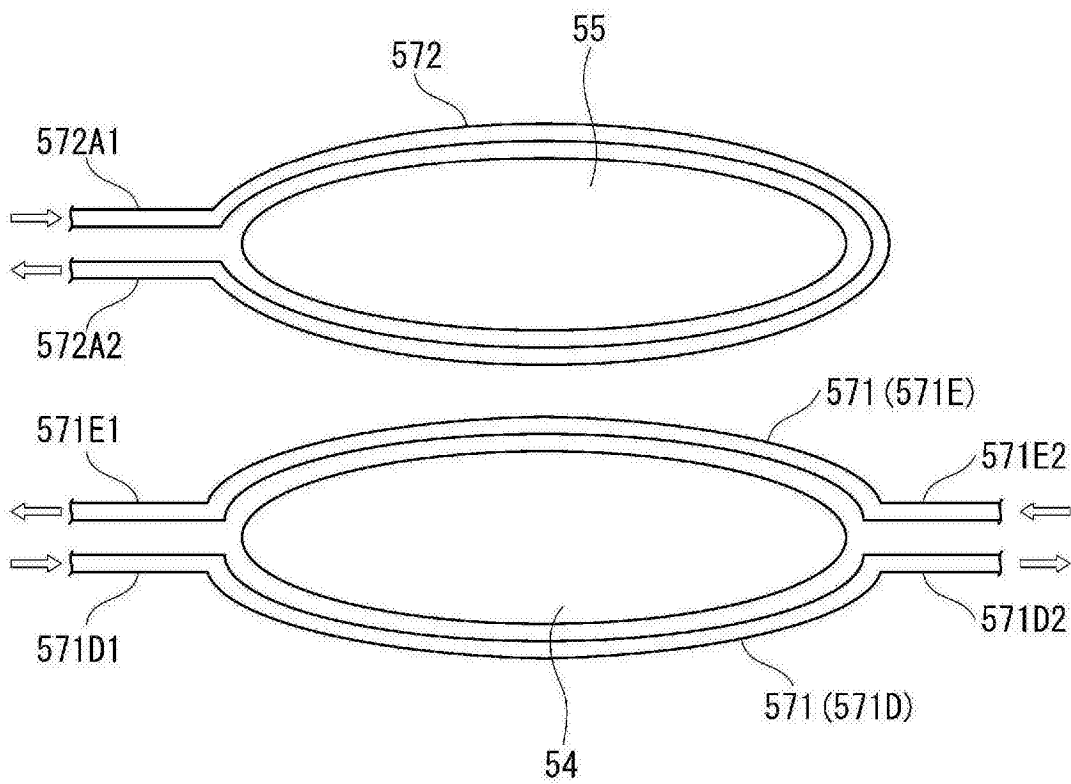


图19

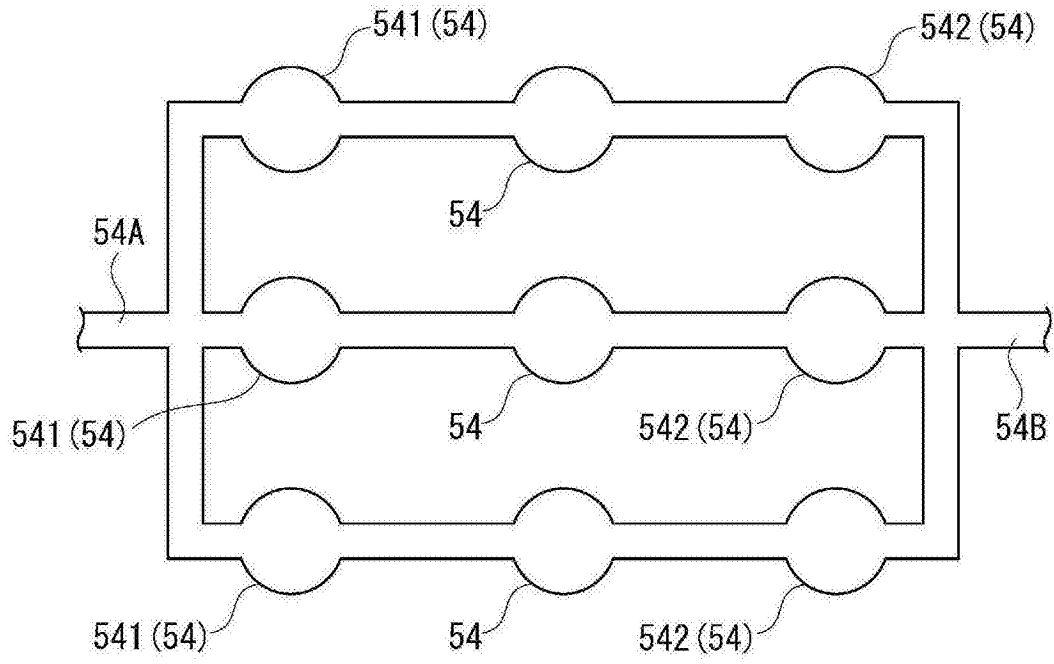


图20

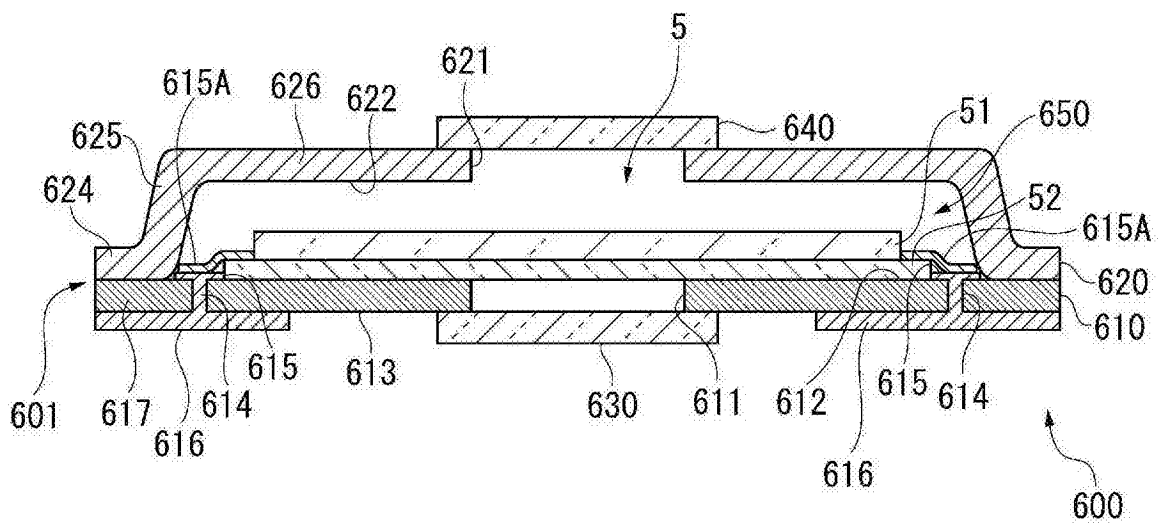


图21

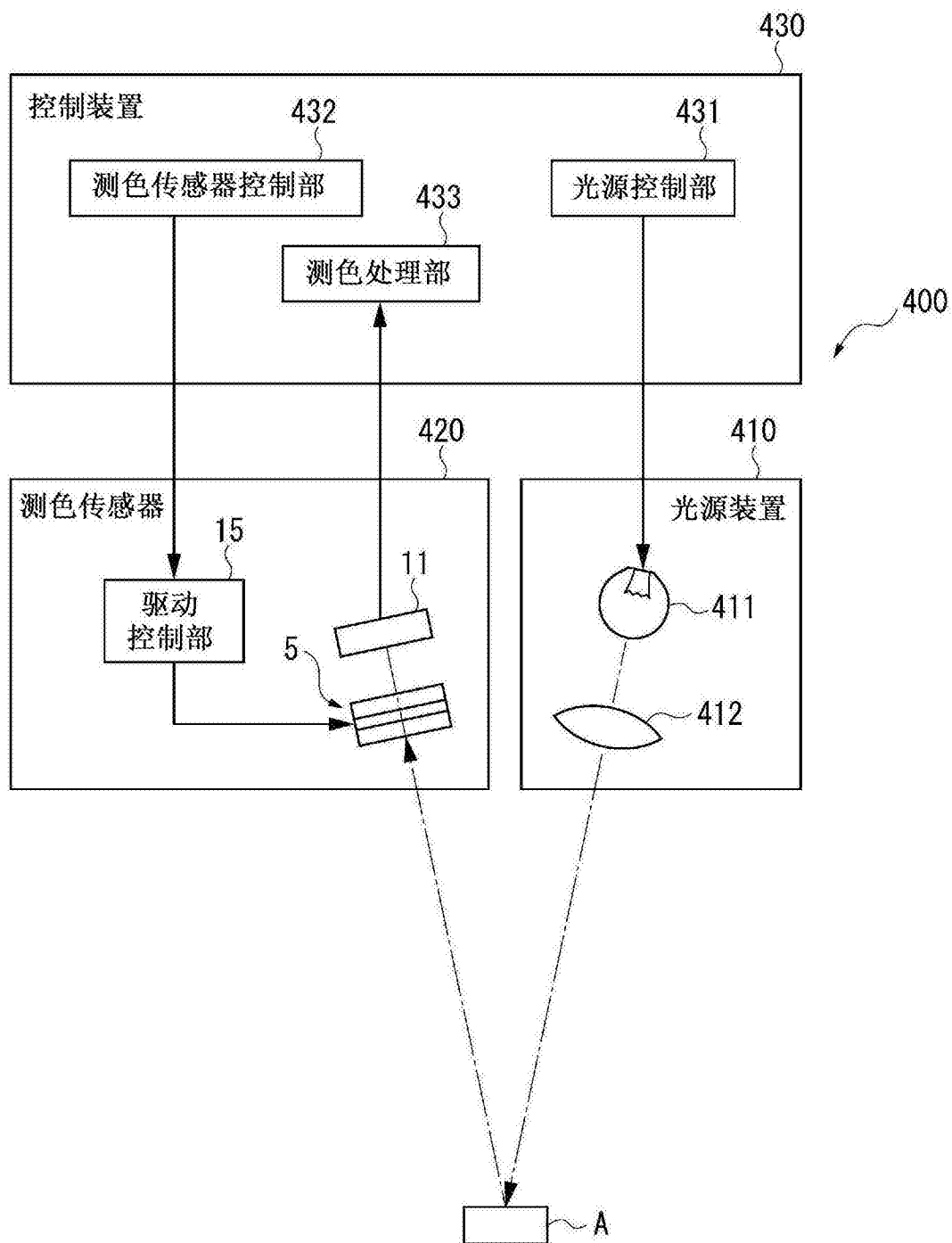


图22

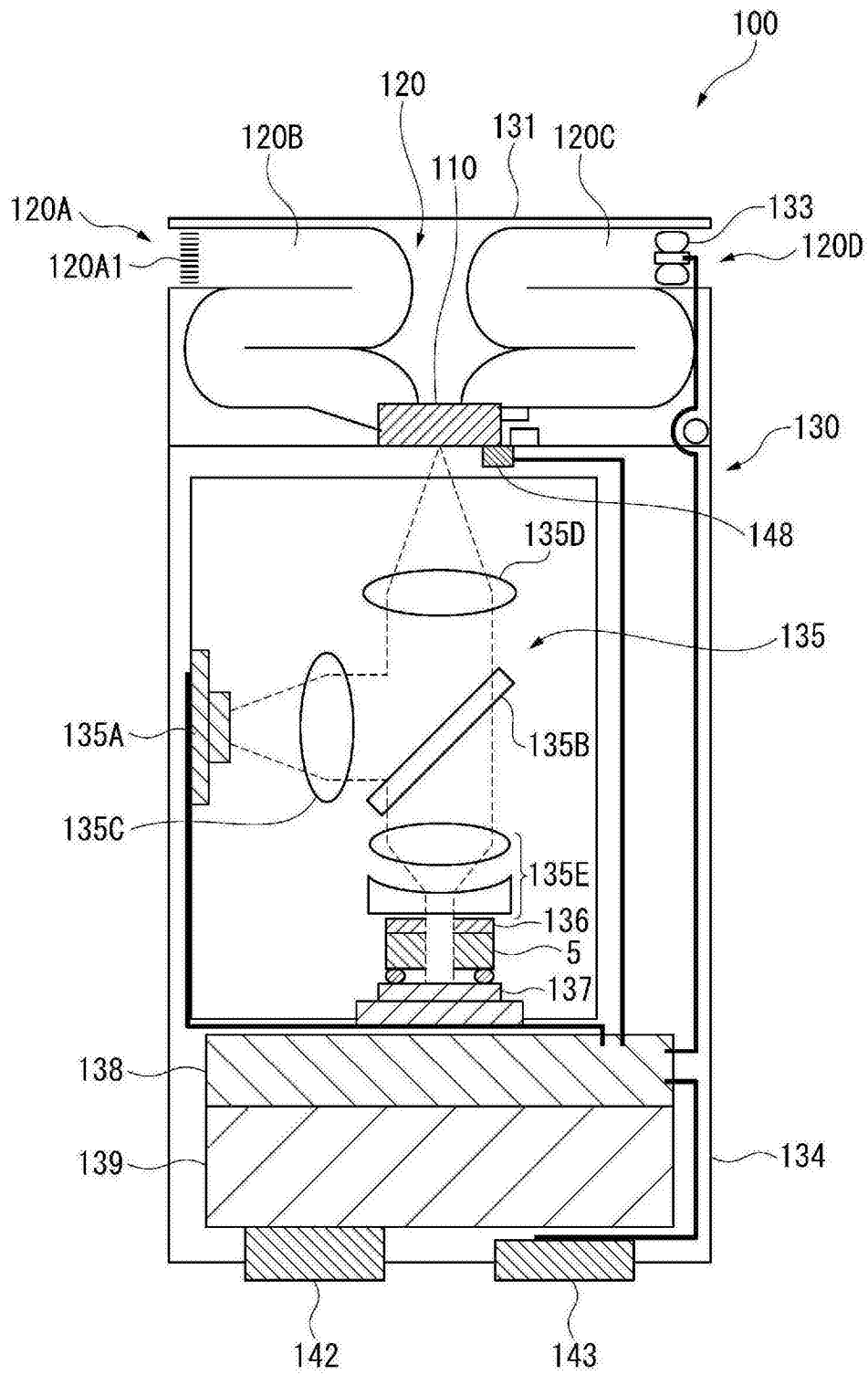


图23

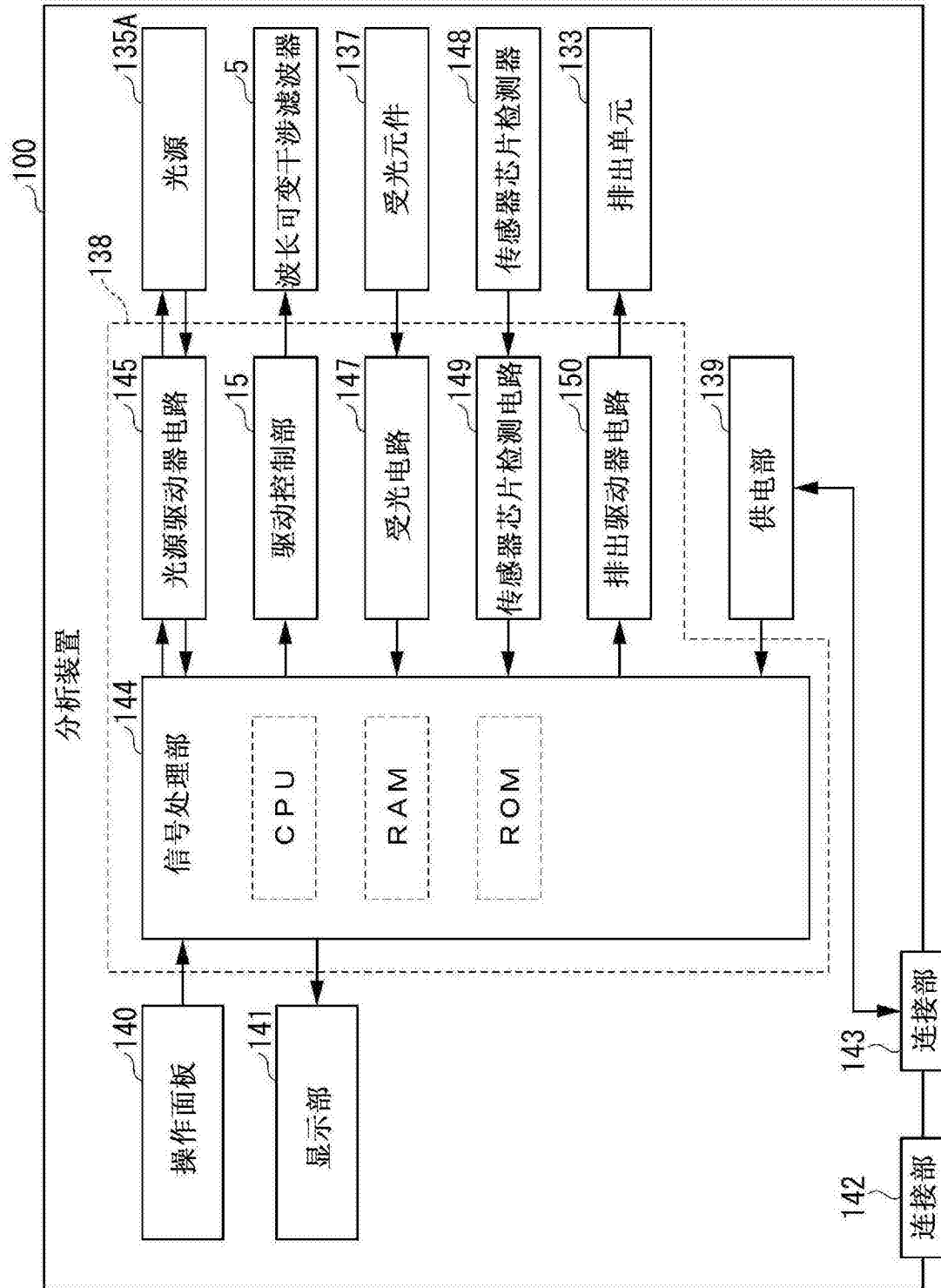


图24

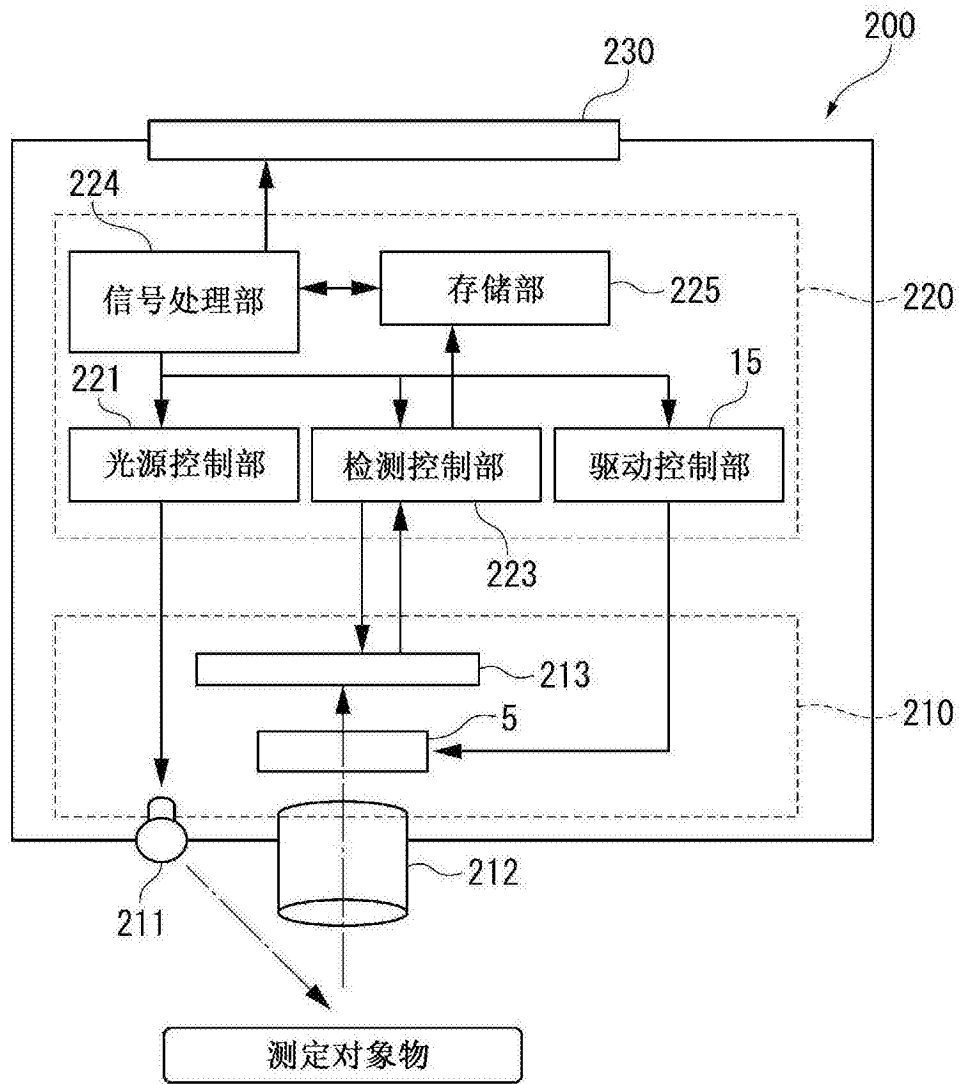


图25

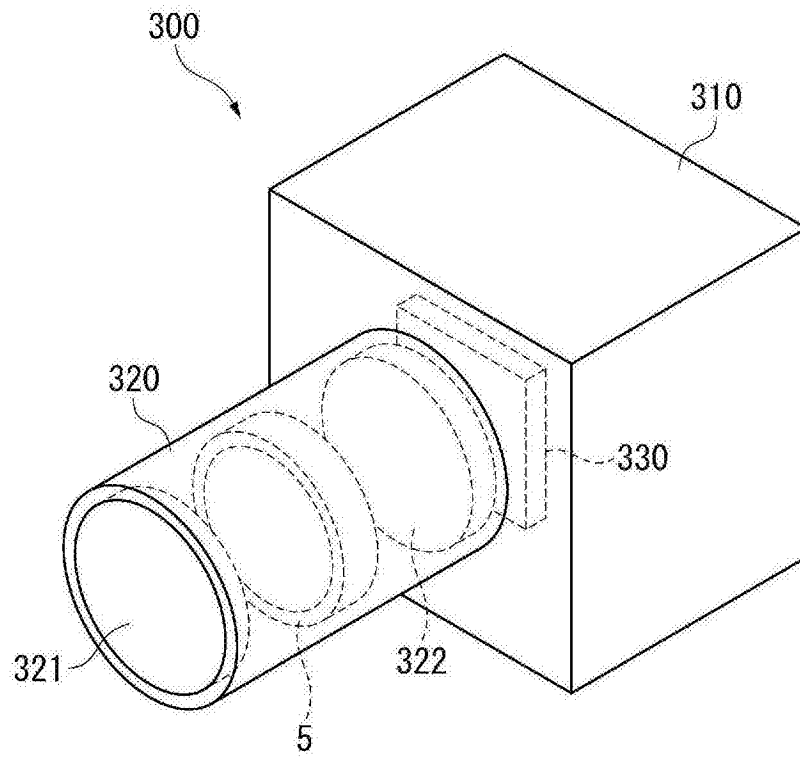


图26