



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102743145 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 24

(21) 申请号 201210118694. X

(22) 申请日 2012. 04. 20

(30) 优先权数据

2011-095019 2011. 04. 21 JP

2012-071445 2012. 03. 27 JP

(71) 申请人 富士胶片株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 下津臣一

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 何立波 张天舒

(51) Int. Cl.

A61B 1/00 (2006. 01)

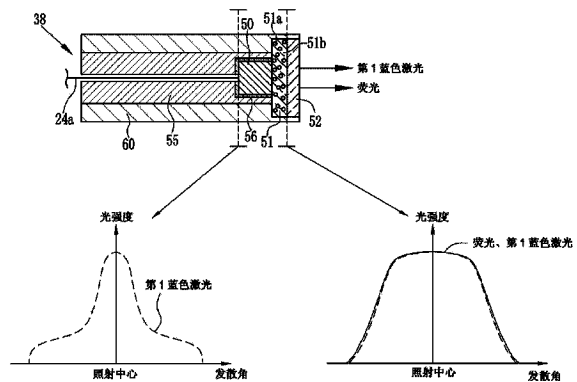
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 9 页

(54) 发明名称

内窥镜用投光单元

(57) 摘要

本发明提供一种内窥镜用投光单元，其防止由于使蓝色光（激励光）及荧光照射被检体而产生色班，并且抑制荧光体中的荧光的发光效率下降。使中心波长为 445nm 的第 1 蓝色激光经由光导管射入荧光体内。在荧光体内，射入的第 1 蓝色激光中的一部分由荧光物质吸收而发出荧光，剩余部分未由荧光物质吸收而直接透过。从荧光体射出的荧光及第 1 蓝色激光经由发散角扩大部及照明窗向被检体照射。发散角扩大部通过使荧光及第 1 蓝色激光被填充剂散射，从而扩大这两种光的发散角。由于在该发散角扩大部中含有折射率为荧光体和照明窗的折射率的均方根值的有机材料，因此防止荧光及第 1 蓝色激光在荧光体的射出面或照明窗的射入面上的反射。



1. 一种内窥镜用投光单元,其设置在内窥镜的前端部,朝向被检体照射照明光,其特征在于,具有:

波长变换部件,其通过吸收规定波长的光的一部分而进行波长变换,从而生成荧光,并使剩余的光透过,从而射出包含前述规定波长的光和前述荧光在内的照明光;以及

发散角扩大部,其使从前述波长变换部件射出的照明光散射,而将前述照明光的发散角扩大。

2. 根据权利要求1所述的内窥镜用投光单元,其特征在于,前述发散角扩大部,通过在透明的基材中混入使前述照明光散射的散射部件而形成。

3. 根据权利要求2所述的内窥镜用投光单元,其特征在于,前述波长变换部件和前述发散角扩大部分体地构成。

4. 根据权利要求3所述的内窥镜用投光单元,其特征在于,在前述波长变换部件中不混入前述散射部件。

5. 根据权利要求3或4所述的内窥镜用投光单元,其特征在于,前述波长变换部件和前述发散角扩大部紧密贴合。

6. 根据权利要求3至5中的任一项所述的内窥镜用投光单元,其特征在于,具有朝向前述被检体照射照明光的照明窗,前述照明窗与前述发散角扩大部分体地构成,沿前述照明光的射出方向,以前述荧光体、前述发散角扩大部、前述照明窗的顺序排列。

7. 根据权利要求6所述的内窥镜用投光单元,其特征在于,前述照明窗和前述发散角扩大部紧密贴合。

8. 根据权利要求7所述的内窥镜用投光单元,其特征在于,前述发散角扩大部的前述基材的折射率,为前述波长变换部件的折射率和前述照明窗的折射率中间的值。

9. 根据权利要求8所述的内窥镜用投光单元,其特征在于,前述基材的折射率在1.40~2.0的范围内。

10. 根据权利要求9所述的内窥镜用投光单元,其特征在于,前述波长变换部件的折射率在1.46~2.0的范围内,前述照明窗的折射率在1.40~1.9的范围内,前述基材的折射率,与前述波长变换部件及前述照明窗的各自折射率的值的组合相对应,从前述范围中选择。

11. 根据权利要求7所述的内窥镜用投光单元,其特征在于,前述基材的折射率为前述波长变换部件的折射率和前述照明窗的折射率的均方根值。

12. 根据权利要求7至11中的任一项所述的内窥镜用投光单元,其特征在于,前述基材为有机材料。

13. 根据权利要求12所述的内窥镜用投光单元,其特征在于,前述基材为环氧树脂。

14. 根据权利要求7至11中的任一项所述的内窥镜用投光单元,其特征在于,前述基材为无机材料。

15. 根据权利要求14所述的内窥镜用投光单元,其特征在于,

前述基材为硅。

16. 根据权利要求 3 至 5 中的任一项所述的内窥镜用投光单元,其特征在于,具有朝向前述被检体照射前述照明光的照明窗,前述照明窗与前述发散角扩大部一体地构成。

17. 根据权利要求 16 所述的内窥镜用投光单元,其特征在于,前述波长变换部件和前述照明窗以彼此紧密贴合的状态进行退火处理。

18. 根据权利要求 17 所述的内窥镜用投光单元,其特征在于,前述退火处理在 70 ~ 90°C、10 ~ 30H 的环境下进行。

19. 根据权利要求 1 至 4、7 至 11、15、17、18 中的任一项所述的内窥镜用投光单元,其特征在于,

具有保持前述波长变换部件的套管和保持前述发散角扩大部的金属制的套筒。

20. 根据权利要求 1 至 4、7 至 11、15、17、18 中的任一项所述的内窥镜用投光单元,其特征在于,

前述波长变换部件及前述发散角扩大部具有大致圆柱形状,前述发散角扩大部的直径比前述波长变换部件的直径大。

## 内窥镜用投光单元

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种内窥镜用投光单元,其设置在内窥镜的前端部,朝向被检体照射照明光。

### 背景技术

[0002] 在医疗领域,广泛地使用内窥镜进行被检体的诊断及治疗。内窥镜具有插入被检体中的插入部,从设置在该插入部的前端部的照明窗朝向被检体照射照明光。并且,利用设置在插入部的前端部的 CCD 等拍摄元件对由照明光照明的被检体进行拍摄,基于由该拍摄得到的拍摄信号,在监视器上显示内窥镜图像。

[0003] 对于被检体内的照明,大多使用氙气灯或卤素灯等白色光,但存在氙气灯等体积较大,并且消耗电力也较多的问题。与此相对,在专利文献 1 及 2 中,利用蓝色 LED(Light Emitting Diode) 的蓝色光和荧光的合成光波生成白色光,该荧光是通过利用该蓝色光激励荧光体而发出的光。这样,通过使用蓝色 LED 及荧光体生成白色光,从而相对于氙气灯等,可以实现小型化及节电化。

[0004] 专利文献 1:日本特开 2006-61685 号公报

[0005] 专利文献 2:日本特开 2006-173498 号公报

### 发明内容

[0006] 如专利文献 1 所示,在使用蓝色 LED 及荧光体生成白色光的情况下,可以实现小型化和节电化,另一方面,由于荧光体的光扩散特性具有波长依赖性,因此,在作为从荧光体射出的激励光的蓝色光的发散角和由该蓝色光激励的荧光的发散角之间,有时会产生差值。例如,在利用中心波长为 405nm 的蓝色激光和中心波长为 445nm 的蓝色激光使荧光从荧光体发光的情况下,如图 11 所示,荧光的发散角最宽,中心波长为 405nm 的蓝色激光及中心波长为 445nm 的蓝色激光的发散角比荧光窄。这样,在发散角存在差值的状态下使蓝色光及荧光照射被检体的情况下,在被检体上会产生色斑。在产生色斑的状态下拍摄的图像中,有时无法进行正确的诊断。

[0007] 作为防止色斑的产生的方法之一,考虑将使直射的蓝色光散射的填充剂混入荧光体中(例如,参照专利文献 2)。但是,一般地,由于向荧光体中混入填充剂,使作为激励光的蓝色光扩散的功能和使由该蓝色光在荧光体上激励的荧光放射的功能变得不容易分离,因此很难使色斑完全消失。另外,由于填充剂使蓝色光向四面八方散射,因此仅在荧光体内进行散射而未从荧光体射出的蓝色光增加。这种蓝色光的增加成为使荧光体内的发光效率下降的主要原因,并且成为荧光体内部及荧光体的发射端发热的主要原因。

[0008] 另外,一般地,为了确保荧光体的长期稳定性,将荧光体和使来自该荧光体的蓝色光及荧光朝向被检体照射的照明窗之间密封,但在密封时,在荧光体和照射窗之间会形成少许间隙(也称为空气层)。由于存在该空气层,因此一部分蓝色光及荧光不从照明窗的射出面射出,而在照明窗的射入面反射,或在荧光体的射出面反射。在该照明窗及荧光体上的

反射,会成为荧光体的发光效率下降的主要原因。

[0009] 针对该问题,通过在照明窗的射入面上设置反射防止膜(AR涂层),可以防止在照明窗的射入面上的反射。但是,由于在制造工序中无法确保荧光体射出面的平面性,因此无法设置照明窗那样的反射防止膜。由此,必须在不使用反射防止膜的情况下防止在荧光体中蓝色光及荧光的反射。

[0010] 本发明的目的在于提供一种内窥镜用投光单元,其在将使蓝色光和利用该蓝色光从荧光体激励发出的荧光合成的白色光照射被检体时,防止由于不同波长的蓝色光及荧光照射被检体而产生色斑,并且可以抑制荧光体上的荧光的发光效率下降。

[0011] 为了实现上述目的,本发明提供一种内窥镜用投光单元,其设置在内窥镜的前端部,朝向被检体照射照明光,其特征在于,具有:波长变换部件,其通过吸收规定波长的光的一部分而进行波长变换,从而生成荧光,并使剩余的光透过,从而射出包含前述规定波长的光和前述荧光在内的照明光;以及发散角扩大部,其使从前述波长变换部件射出的照明光散射,而将前述照明光的发散角扩大。

[0012] 前述发散角扩大部,优选在透明的基材中混入使前述照明光散射的散射部件而形成。优选前述波长变换部件和前述发散角扩大部分体构成。优选在前述波长变换部件不混入前述散射部件。优选前述波长变换部件和前述发散角扩大部紧密贴合。

[0013] 优选具有朝向前述被检体照射照明光的照明窗,前述照明窗和前述发散角扩大部分体构成,沿前述照明光的射出方向,以前述荧光体、前述发散角扩大部、前述照明窗的顺序排列。优选前述照明窗和前述发散角扩大部紧密贴合。

[0014] 优选前述发散角扩大部的前述基材的折射率,为前述波长变换部件的折射率和前述照明窗的折射率中间的值。优选前述基材的折射率在 1.40 ~ 2.0 的范围内。优选前述波长变换部件的折射率在 1.46 ~ 2.0 的范围内,前述照明窗的折射率在 1.40 ~ 1.9 的范围内,前述基材的折射率,与前述波长变换部件及前述照明窗的各自折射率的值的组合相对应,从前述范围中选择。优选前述基材的折射率为前述波长变换部件的折射率和前述照明窗的折射率的均方根值。

[0015] 优选前述基材为例如环氧树脂等有机材料。优选前述基材为例如硅等无机材料。

[0016] 优选具有朝向前述被检体照射前述照明光的照明窗,前述照明窗与前述发散角扩大部一体地构成。优选前述波长变换部件和前述照明窗以彼此紧密贴合的状态进行退火处理。优选前述退火处理在 70 ~ 90℃、10 ~ 30H 的环境下进行。

[0017] 优选具有保持前述波长变换部件的套管和保持前述发散角扩大部的金属制套筒。优选前述波长变换部件及前述发散角扩大部具有大致圆柱形状,前述发散角扩大部的直径比前述波长变换部件的直径大。

[0018] 发明的效果

[0019] 根据本发明,由于通过使波长变换部件射出后的照明光散射,而将照明光的发散角扩大,因此与使照明光在波长变换部件内散射的情况相比,可以更可靠地防止照明光的色斑的产生,并且可以进一步地抑制波长变换部件内的发光效率的下降。

[0020] 另外,在将发散角扩大部和照明窗分体构成的情况下,通过使发散角扩大部中含有具有波长变换部件的折射率和照明窗的折射率之间的中间折射率的基材,防止照明光在波长变换部件的射出面及照明窗的射入面等上的反射。由此,可以抑制照明光在波长变换

部件及照明窗上的损失。另外,通过使波长变换部件和发散角扩大部紧密贴合,并且使发散角扩大部和照明窗紧密贴合,防止在波长变换部件的射出面等各界面上的反射。由此也可以抑制照明光的损失。

[0021] 另外,在将发散角扩大部和照明窗一体地构成的情况下,通过使波长变换部件和照明窗紧密贴合,防止照明光在波长变换部件的射出面及照明窗的射入面等上的反射。由此可以抑制照明光的损失。

[0022] 另外,由于发散角扩大部由金属制的套筒保持,因此可以使由于照明光在发散角扩大部内的散射而产生的热量向该套管散出。另外,通过使发散角扩大部的直径比波长变换部件的直径大,可以提高使由波长变换部件产生的热量向外部散出的效果。

### 附图说明

[0023] 图 1 是表示第 1 实施方式的内窥镜系统的图。

[0024] 图 2 是表示第 1 实施方式的电子内窥镜的前端部的剖面的图。

[0025] 图 3 是表示第 1 实施方式的电子内窥镜的前端部的前端面的图。

[0026] 图 4 是表示第 1 蓝色激光射入荧光体时的发散角和光强度的关系,并且表示从发散角扩大部射出后的第 1 蓝色激光及荧光的发散角和光强度的关系的图。

[0027] 图 5A 是用于对将激励光扩散功能和荧光放射功能一体化的情况下的色斑防止效果进行说明的图。

[0028] 图 5B 是用于对将激励光扩散功能和荧光放射功能分离的情况下的色斑防止效果进行说明的图。

[0029] 图 6A 是用于对将激励光扩散功能和荧光放射功能一体化的情况下的发光效率下降的抑制效果进行说明的图。

[0030] 图 6B 是用于对将激励光扩散功能和荧光放射功能分离的情况下的发光效率下降的抑制效果进行说明的图。

[0031] 图 7 是用于说明第 1 实施方式的第 1 投光单元的制造方法的图。

[0032] 图 8 是表示第 2 实施方式的电子内窥镜的前端部的剖面的图。

[0033] 图 9 是用于说明第 2 实施方式的第 1 投光单元的制造方法的图。

[0034] 图 10 是表示第 1 及第 2 蓝色激光射入荧光体时的发散角和光强度的关系,并且表示从发散角扩大部射出后的荧光、第 1 及第 2 蓝色激光的发散角和光强度的关系的图。

[0035] 图 11 是表示未使用填充剂等散射部件的情况下的荧光及蓝色激光(405nm、445nm)的发散角和光强度的关系的图。

### 具体实施方式

[0036] 如图 1 所示,第 1 实施方式的内窥镜系统 2 具有:电子内窥镜 10,其对被检体进行摄像;信息处理器装置 12,其生成内窥镜图像;光源装置 13,其设置在该信息处理器装置 12 内,供给用于照明被检体的照明光;监视器 14,其显示内窥镜图像;以及送水罐,其贮存向被检体内送入的水。

[0037] 电子内窥镜 10 由插入部 20、操作部 22 及通用软线 24 构成,该插入部 20 插入患者的体腔内,该操作部 22 与插入部 20 的基端部分连接设置,医生或技师等实施手术的人用手

进行操作,该通用软线 24 从操作部 22 延伸。插入部 20 从前端开始依次地由前端部 26、弯曲部 27 及可弯管部 28 构成。前端部 26 由硬质的树脂材料形成。可弯管部 28 形成为细径且长条的管状,并且具有可弯性,将操作部 22 和弯曲部 27 连接。

[0038] 弯曲部 27 构成为,与设置在操作部 22 上的上下用操作手柄 30 及左右用操作手柄 31 的旋转操作相对应而上下左右弯曲。如果旋转操作上下用操作手柄 30,则弯曲部 27 向上下方向弯曲,如果旋转操作左右用操作手柄 31,则弯曲部 27 向左右方向弯曲。

[0039] 在通用软线 24 上设置有连接器 36,其用于输入由信息处理器装置 12 供给的光及空气和传送电源及各种控制信号。电子内窥镜 10 经由连接器 36 可自由拆装地与处理器装置 12 连接。

[0040] 光源装置 13 具有第 1 激光光源 13a,其发出中心波长为 445nm 的第 1 蓝色激光。由第 1 激光光源 13a 发出的第 1 蓝色激光,经由通用软线 24 内的光导管 24a、24b 传导至电子内窥镜的前端部 26。所传导的第 1 蓝色激光,一部分由于由设置在前端部 26 上的荧光体 50 吸收而激发出绿色~黄色的荧光,并且未被荧光体 50(波长变换部件)吸收的光直接透过荧光体 50。由此,从前端部 26 向被检体照射第 1 蓝色激光和荧光合成的白色光(照明光)。从被检体折回的光作为被检体的图像由电子内窥镜 10 内的拍摄元件 42(参照图 3)拍摄。此外,光导管 24a、24b 由光纤等导光部件构成。

[0041] 处理器装置 12 经由通用软线 24 内的信号电缆 24c 接收由电子内窥镜 10 拍摄得到的拍摄信号。在处理器装置 12 中,通过对所接收的拍摄信号实施各种图像处理,从而生成图像数据。基于该生成的图像数据,由监视器 14 显示被检体的内窥镜图像。

[0042] 如图 2 所示,在电子内窥镜的前端部 26 中设置有:双灯的第 1 及第 2 投光单元 38、39,其用于朝向被检体照射照明光;以及拍摄单元 43,其利用 CCD 等拍摄元件 42 对经由观察窗 40 及拍摄透镜 41 接收的被检体的影像进行拍摄。

[0043] 如图 3 所示,第 1 及第 2 投光单元 38、39 在前端部 26 的前端面 26a 上,设置在相对于拍摄单元 43 左右对称的位置上。此外,在前端部 26 上,除第 1 及第 2 投光单元 38、39 及拍摄单元 43 之外,还设置有使剔除器等处理器具露出的处理器具出口 46、以及朝向观察窗 40 喷出清洗用的空气或水的送气送水喷嘴 48。

[0044] 第 1 投光单元利用来自光导管 24a 的第 1 蓝色激光激励荧光体 50,而从荧光体 50 发出白色光,并且利用发散角扩大部 51 将发出的白色光的发散角扩大。经过发散角扩大部 51 的白色光,经由石英玻璃及蓝宝石玻璃等玻璃部件中具有生物相容性的玻璃(例如“K-LaSF<sub>n</sub>17”(参照 <http://www.sumita-opt.co.jp/data/glassdata.pdf> 的 120 页))形成的照明窗 52,向被检体照射。此外,优选荧光体为 YAG 或 BAM(BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>)。

[0045] 在该第 1 及第 2 投光单元 38、39 中,由于照明窗 52 和发散角扩大部 51 之间,以及发散角扩大部 51 和荧光体 50 之间,分别无间隙地接触(紧密贴合),因此在它们之间不存在空气层。在这里,在照明窗 52 和发散角扩大部 51 之间,以及发散角扩大部 51 和荧光体 50 之间隔着空气层的情况,与未隔着空气层的情况相比,后者可以使光入射、反射面等界面的数量减少(在隔着空气层的情况下,界面的数量为“5”,与之相对,在未隔着空气层的情况下,界面的数量变为“3”)。由此,通过使各部件间紧密贴合而使空气层消失,可以减少界面的数量。由此,可以防止在界面上的反射,从而可以以保持较高的光强度的状态将第 1 蓝色激光及荧光向被检体照射。

[0046] 荧光体 50 为具有一定的外径 D1 的大致圆柱形状。在该荧光体 50 中混入荧光物质,第 1 蓝色激光中的一部分由该荧光物质吸收而发出绿色~红色的荧光,另一方面,未由荧光物质吸收的光直接透过荧光体 50。这样,由荧光物质发出的荧光和第 1 蓝色激光混合,而从荧光体 50 发出白色光。

[0047] 发散角扩大部 51,是在由透明材料构成的基材 51b(参照图 4)中混入作为使荧光及第 1 蓝色激光散射的光散射部件的填充剂 51a 而形成的透光性部件。作为基材 51b,例如,使用树脂等有机材料,使用其折射率在荧光体 50 的折射率和照明窗 52 的折射率之间的材料。

[0048] 该发散角扩大部 51 形成大致圆柱形状,其外径 D2 比荧光体 50 的外径 D1 大。由此,从荧光体 50 射出的光中的未入射至发散角扩大部 51 中的泄漏光减少,因此可以降低光损失。另外,由于荧光体 50 的射出面整体与发散角扩大部 51 接触,因此由荧光体 50 产生的热量向发散角扩大部 51 传递。此外,优选荧光体 50 的外径 D1 例如为 0.8mm,发散角扩大部 51 的外径 D2 例如为 1.1mm。

[0049] 如图 4 所示,入射至荧光体 50 中的第 1 蓝色激光,光强度较大的部分的发散角较窄。与之相伴,由第 1 蓝色激光在荧光体 50 内激励的荧光的发散角也变窄。因此,通过利用填充剂 51a 使从荧光体 50 射出的第 1 蓝色激光及荧光散射,从而使各个光的发散角扩大。这样,由于通过使第 1 蓝色激光及荧光这两者的发散角扩大,这两种光不重合的部分消失,因此可以防止色斑的产生。

[0050] 此外,作为填充剂,优选硅石、石英等,但只要是具有光扩散功能的物质即可,并不限于此。另外,作为有机材料,优选环氧树脂等树脂。但在考虑由于短波长的第 1 蓝色激光的照射而引起恶化的情况下,也可以取代有机材料,而使用硅等无机材料。

[0051] 在荧光体 50 中未混入发散角扩大部 51 所含有的填充剂 51a。这样,通过使填充剂 51a 不混入荧光体 50 中,而混入与荧光体 50 分体的发散角扩大部 51 中,可以将使作为激励光的第 1 蓝色激光扩散的激励光扩散功能,和使由该第 1 蓝色激光在荧光体 50 内激励的荧光放射的荧光放射功能分离。因此,从下面所示的理由可知,与使填充剂 51a 混入荧光体 50 中的情况(将激励光扩散功能和荧光放射功能一体化的情况)相比,可以可靠地得到可防止色斑的效果、和可抑制发光效率下降的效果。

[0052] 对于色斑的防止效果,在将激励光扩散功能和荧光放射功能一体化的情况和分离的情况下,具有下述的不同点。在将两功能一体化的情况下,如图 5A 所示,由荧光体 50 内的填充剂 51a 扩散的第 1 蓝色激光,虽然一部分从荧光体 50 射出,但其他部分由荧光体 50 内的荧光物质 50a 吸收而用于荧光的激励发光。由此,第 1 蓝色激光的扩散效果减小,从而由填充剂 51a 得到的发散角扩大效果降低。并且,由于该发散角扩大效果的降低,使色斑防止效果减小。

[0053] 与之相对,如图 5B 所示,在将激励光扩散功能和荧光放射功能分离的情况下,由填充剂 51a 对从荧光体 50 射出后的第 1 蓝色激光施加扩散效果。由于施加了该扩散效果的第 1 蓝色激光,通过照明窗 52 直接朝向被检体照射,因此如上所述,不用于荧光的激励发光。由此,由填充剂 51a 得到的扩散效果,大致 100%用于发散角扩大。因此,与将激励光扩散功能和荧光放射功能一体化的情况相比,可以可靠地得到色斑防止效果。

[0054] 另外,对于发光效率下降的抑制效果,在将激励光扩散功能和荧光放射功能一体



化的情况和分离的情况下,具有下述的不同点。在将两功能一体化的情况下,如图 6A 所示,在向荧光体 50 的荧光物质 50a 照射的光中,不仅包含不与填充剂 51a 碰撞而直接照射荧光物质 50a 的第 1 蓝色激光,还包含与填充剂 51a 碰撞而散射的第 1 蓝色激光。与填充剂 51a 碰撞的第 1 蓝色激光,由于因碰撞而使能量衰减,因此其中一部分即使照射荧光物质,也不会有助于荧光的激励发光,并且,有时还会成为从荧光体 50 射出的损失光。损失光的能量变换为热量在荧光体 50 内消失。如果损失光较多,则发光效率下降,并且荧光体 50 产生的热量也增多。

[0055] 与之相对,如图 6B 所示,在将激励光扩散功能和荧光放射功能分离的情况下,由于在荧光体 50 内未加入填充剂 51a,因此在进入荧光体 50 内的第 1 蓝色激光中,不存在由于填充剂 51a 而引起的能量的衰减。因此,第 1 蓝色激光以保持较高的能量的状态向荧光体 50 的荧光物质 50a 照射,从而可以使荧光的激励光率提高。另外,由于未由荧光物质 50a 吸收的第 1 蓝色激光保持较高的能量,因此大部分从荧光体 50 射出。由此,在荧光体 50 内仅因发热消耗的损失光减少。

[0056] 另外,由于通过荧光体 50,所以从荧光体 50 射出后的第 1 蓝色激光的发散角稍微扩大。这样,由于荧光体 50 本身也具有发散角扩大作用,因此对于发散角扩大部 51 中的填充剂 51a 的混入率,可以减去荧光体 50 的发散角扩大效果而进行设定。也就是说,与使第 1 蓝色激光直接射入荧光体 50 的情况相比,可以将发散角扩大部 51 中的填充剂 51a 的混入率降低。与混入率降低相对应地,由发散角扩大部 51 得到的发散角扩大效果减小,但该减小部分由荧光体 50 的发散角扩大效果补偿。从上面可知,在将激励光扩散功能和荧光放射功能分离的情况下,与将这两个功能一体化的情况相比,可以提高发光效率及发热抑制效果。

[0057] 此外,在将激励光扩散功能和荧光放射功能分离的情况下,由于可以将荧光的发光效率和第 1 蓝色激光的散射效率分开考虑,因此可以容易地进行荧光体 50 中的荧光物质的混入率和发散角扩大部 51 中的填充剂 51a 的混入率的设计。也就是说,在使填充剂混入荧光体内的情况下,必须考虑荧光体内的荧光物质和填充剂的相互作用而确定各自的混入率,但如果将它们分离,则可以独立地调整各自的混入率,因此也可以容易地选择二者的混入率的最适当的组合。

[0058] 另外,通过相对于荧光体 50 追加分体构成的发散角扩大部 51,并且使二者紧密贴合,从而与荧光体 50 单体的情况相比,由于追加发散角扩大部 51 而相应地使热容量及表面积变大。由此,可以使荧光体 50 产生的热量向发散角扩大部 51 散出,从而散热效果也提高。

[0059] 另外,通过在与荧光体 50 分体的发散角扩大部 51 中设置填充剂 51a,虽然利用该填充剂 51a 散射的第 1 蓝色激光的大部分朝向照明窗 52 侧,但一部分会成为朝向荧光体 50 的折回光。该折回光再次射入荧光体 50 内,再次用于荧光的激励发光。由此,可以使荧光的发光量增加,从而有效地利用折回光。与之相对,在荧光体 50 内设置填充剂 51a 的情况下,如果由于填充剂 51a 而使第 1 蓝色激光向与照明窗 52 相反的一侧(套管 55 侧)散射,则该散射光的大部分会从荧光体 50 射出而损失。在该情况下,由于散射光不会如上述折回光所示,用于荧光的激励发光,因此无法有效地利用。

[0060] 另外,第 1 蓝色激光以荧光体 50、发散角扩大部 51、照明窗 52、空气层的顺序,荧光以发散角扩大部 51、照明窗 52、空气层的顺序透过各介质。如上所述,由于使光透过的介质

之间的折射率差越小,反射越少,因此为了减少由于反射而引起的光损失,优选使与折射率最小的空气层(折射率:1.0)相接的照明窗 52 的折射率  $n_y$  最小,以接近 1.0,并且以荧光体 50 的折射率  $n_x$ 、发散角扩大部 51 的折射率  $n_k$ 、照明窗 52 的折射率  $n_y$  的顺序,逐级地减小各介质的折射率。由此,发散角扩大部 51 的基材 51b 的折射率  $n_k$  设定为荧光体 50 的折射率  $n_x$  和照明窗 52 的折射率  $n_y$  中间的值,并且选择各自的材料,以使得各介质的折射率以荧光体 50、发散角扩大部 51、照明窗 52 的顺序变小( $n_x > n_k > n_y$ )。由此,第 1 蓝色激光及荧光的光损失减少,从而照射被检体的照明光确保较高的光强度。

[0061] 优选发散角扩大部 51 的基材 51b 的折射率  $n_k$  的值在 1.40 ~ 2.0 的范围(中间折射率的范围)。通常使用的荧光体 50 的材料的折射率  $n_x$  为 1.46 ~ 2.0 程度,照明窗 52 的折射率  $n_y$  为 1.40 ~ 1.9 程度,中间折射率的范围由荧光体 50 的折射率  $n_x$  的最大值和照明窗 52 的折射率  $n_y$  的最小值确定。发散角扩大部 51 的基材 51b 的折射率  $n_k$  的值,与产品中使用的荧光体 50 的折射率  $n_x$  及照明窗 52 的折射率  $n_y$  的各自的值的组合相对应,以成为它们的中间值的方式从上述中间折射率的范围中适当选择。此外,作为基材 51b 的材料,在使用无机材料的情况下,无机材料的优选折射率的范围也与上述有机材料的情况相同。

[0062] 另外,优选基材 51b 的折射率  $n_k$  为荧光体的折射率  $n_x$  和照明窗的折射率  $n_y$  的均方根值( $n_k = (0.5 \times (n_x^2 + n_y^2))^{1/2}$ )。例如,在  $n_x$  为 1.46,  $n_y$  为 1.4 的情况下,  $n_k$  为 1.43。另外,对于  $n_y$ ,优选为 1.3 ~ 1.4 之间的值。

[0063] 在第 1 投光单元 38 中,光导管 24a、荧光体 50、发散角扩大部 51、以及照明窗 52,如下述所示配置。荧光体 50 和光导管 24a 以彼此光学连接的状态由套管 55 保持。套管 55 为中空圆筒部件,利用沿轴向延伸的贯穿孔 55a 保持光导管 24a。另外,套管 55 利用粘合剂 56 将荧光体 50 固定在前端侧具有开口部的大致圆柱状或长方体状的前端收容部 55b 内。

[0064] 另外,套管 55 和照明窗 52 由金属制的套筒 60 保持,在该金属制的套筒 60 中,在套管 55 和照明窗 52 之间设置有发散角扩大部 51。在发散角扩大部 51 中,由于第 1 蓝色激光和荧光被填充剂 51a 散射而产生热量,但由于发散角扩大部 51 与金属制的套筒 60 直接地接触,因此可以使该热量向套筒 60 散出。由此,可以提高散热效果。

[0065] 此外,优选第 1 投光单元 38 利用下述方法制造。首先,如图 7 所示,在将照明窗 52 相对于套筒 60 的照明窗设置部 60a 进行安装之后,在由照明窗设置部 60a 的一部分形成的空间内,填充在基材 51b 中混入填充剂 51a 的有机材料,形成发散角扩大部 51。然后,将使荧光体 50 固定在前端收容部 55b 中的套管 55 插入套筒 60 的套筒插入孔 60b 中。在插入至由套管 55 固定的荧光体 50 与发散角扩大部 51 抵接的位置上之后,进行使有机材料和填充剂硬化的处理。通过完成该处理,从而完成在照明窗 52 和荧光体 50 之间形成发散角扩大部 51 的第 1 投光单元 38。在该制造后的第 1 投光单元 38 中,照明窗 52 和发散角扩大部 51 之间,以及发散角扩大部 51 和荧光体 50 之间,分别成为无间隙地接触的贴合状态。

[0066] 第 2 投光单元 39 具有与第 1 投光单元 38 相同的荧光体 50、发散角扩大部 51、照明窗 52、套管 55 及套筒 60。另外,第 2 投光单元 39 的各部件的配置及制造方法与第 1 投光单元 38 相同。因此省略详细的说明。

[0067] 如图 8 所示,第 2 实施方式的第 1 及第 2 投光单元 100、101,是对照明窗 52 设置发

散角扩大功能,使照明窗 52 和发散角扩大部成为一体的例子。照明窗 52,通过将用于形成照明窗 52 的透明材料作为基材,在该基材中混入填充剂 52a 而形成。照明窗 52 和荧光体 50 之间紧密贴合。除此之外,与第 1 实施方式相同地进行实施。在这里,所谓紧密贴合,是指荧光体 50 和照明窗 52 之间无间隙地接触。此外,在第 2 实施方式的第 1 及第 2 投光单元 100、101 中,从散热效果等观点出发,也优选大致圆柱形状的照明窗 52 的外径 D3 比荧光体 50 的外径 D1 大。

[0068] 如第 1 及第 2 投光单元 100、101 所示,在将填充剂 52a 混入照明窗 52 中的情况下,由于来自荧光体 50 的第 1 蓝色激光及荧光被填充剂 52a 散射,因此也可以可靠地扩大这两种光的发散角。另外,在第 1 及第 2 投光单元 100、101 中,也与上述第 1 实施方式相同地,通过使填充剂 51a 不混入荧光体 50 中,而混入与荧光体 50 分体的照明窗 52 中,从而可以使激励光扩散功能和荧光放射功能分离。在该情况下,与使激励光扩散功能和荧光放射功能一体化的情况相比,可以可靠地得到色斑防止效果、发光效率下降的抑制效果、发热抑制效果等与上述第 1 实施方式相同的效果。

[0069] 另外,由于照明窗 52 与金属制的套筒 60 直接接触,因此即使由于填充剂 52a 使第 1 蓝色激光及荧光散射而产生热量,也可以使该热量向套筒 60 散出。

[0070] 另外,在第 2 实施方式的第 1 及第 2 投光单元 100、101 中,由于荧光体 50 和照明窗 52 紧密贴合,因此在它们之间几乎不存在空气层。由此,防止第 1 蓝色激光及荧光在荧光体 50 的射出面反射,或在照明窗 52 的入射面反射。因此,第 1 蓝色激光及荧光不会在荧光体 50 及照明窗 52 中衰减,大致全部照射至被检体。

[0071] 此外,第 2 实施方式的第 1 及第 2 投光单元 100、101,由于使荧光体 50 和照明窗 52 紧密贴合,因此利用与第 1 实施方式不同的方法制造。首先,如图 9 所示,将混入填充剂 52a 的照明窗 52 安装在套筒 60 的照明窗设置部 60a 中。然后,将使荧光体固定在前端收容部 55b 中的套管 55 插入套筒 60 的套筒插入孔 60b 中,直至荧光体 50 和照明窗 52 完全接触。在这里,所谓接触,是指荧光体 50 和照明窗 52 之间无间隙地接触,即紧密贴合。然后,将套筒 60 放入退火装置 110 中进行退火处理。通过完成该退火处理,从而完成荧光体 50 和照明窗 52 紧密贴合的第 1 及第 2 投光单元 100、101。此外,优选退火处理在 70 ~ 90℃、10 ~ 30H 的范围内的规定条件下,例如 80℃、20H 的条件下进行。

[0072] 此外,在上述第 1 及第 2 实施方式中,仅利用中心波长为 445nm 的第 1 蓝色激光激励荧光体,但在该第 1 蓝色激光的基础上,也可以利用中心波长为 405nm 的第 2 蓝色激光激励荧光体。此时,第 2 蓝色激光与第 1 蓝色激光一起射入荧光体 50 内。

[0073] 在如上所述利用第 1 及第 2 蓝色激光两个波长的光激励荧光体的情况下,如图 10 所示,在射入荧光体 50 时,第 1 及第 2 蓝色激光的发散角及利用它们从荧光体 50 激励出的荧光的发散角也变窄,但在从荧光体 50 射出后,由于各个光的发散角由发散角扩大部 51 扩大,因此不会产生色斑。另外,通过增加一种激励荧光体 50 的光,利用发散角扩大部 51 散射的光的量也变多,发热量增加,但由于该热量可以向金属制的套筒 60 充分地散出,因此散热效果不会降低。

[0074] 另外,在图 10 的情况下,也与上述第 1 实施方式相同地,通过使填充剂 51a 不混入荧光体 50 中,而混入与荧光体 50 分体的发散角扩大部 51 中,可以使激励光扩散功能和荧光放射功能分离。由此,与使激励光扩散功能和荧光放射功能一体化的情况相比,可以可靠

地得到色斑防止效果、发光效率下降的抑制效果、发热抑制效果等与上述第 1 实施方式相同的效果。

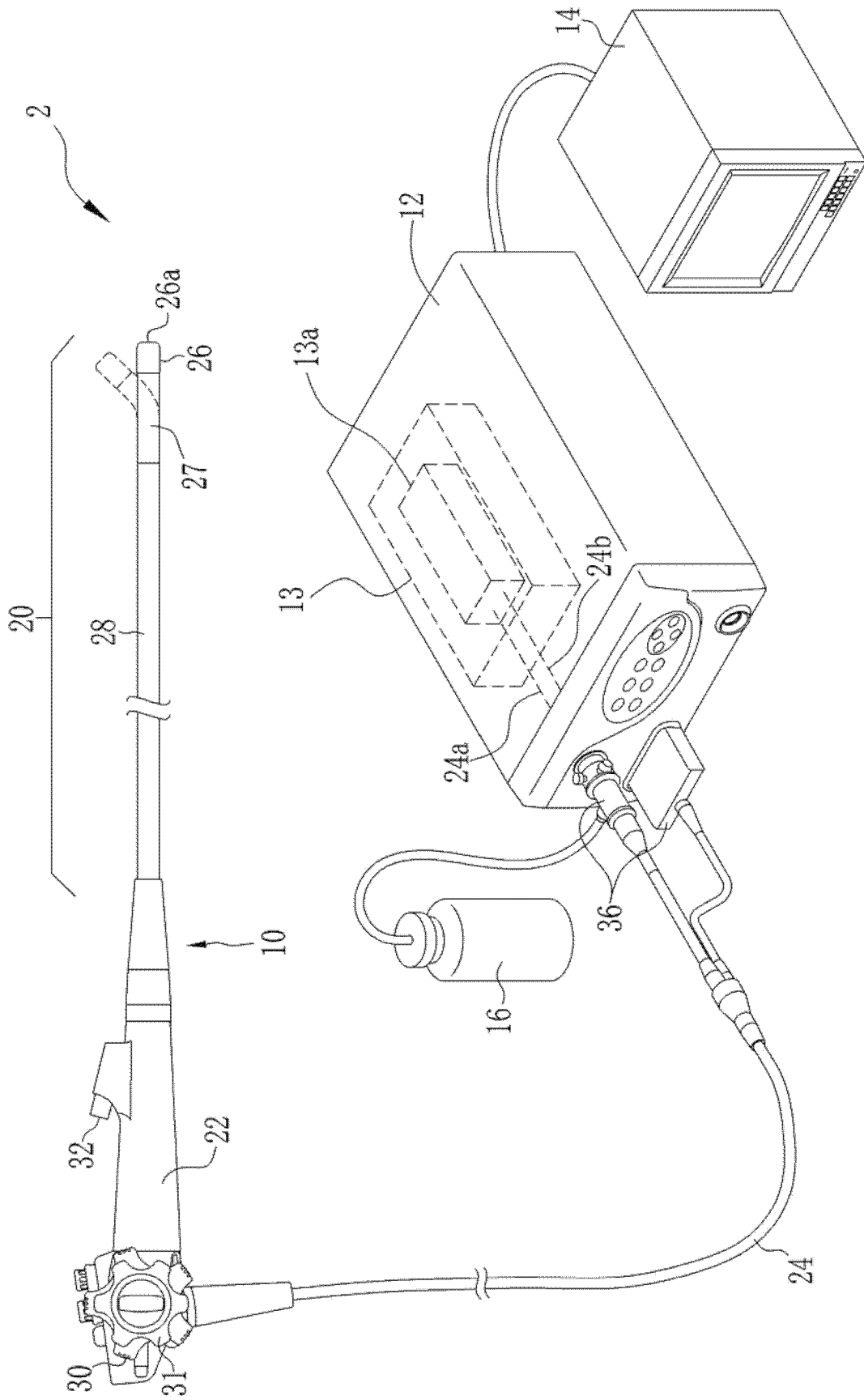


图 1

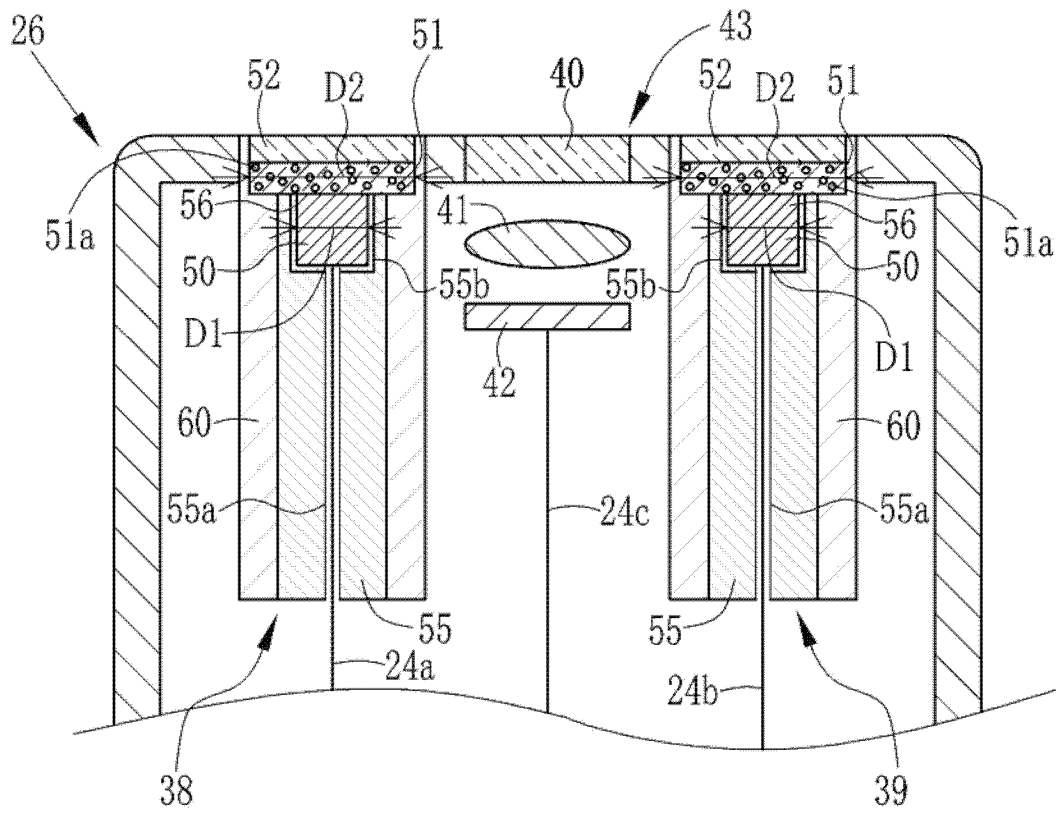


图 2

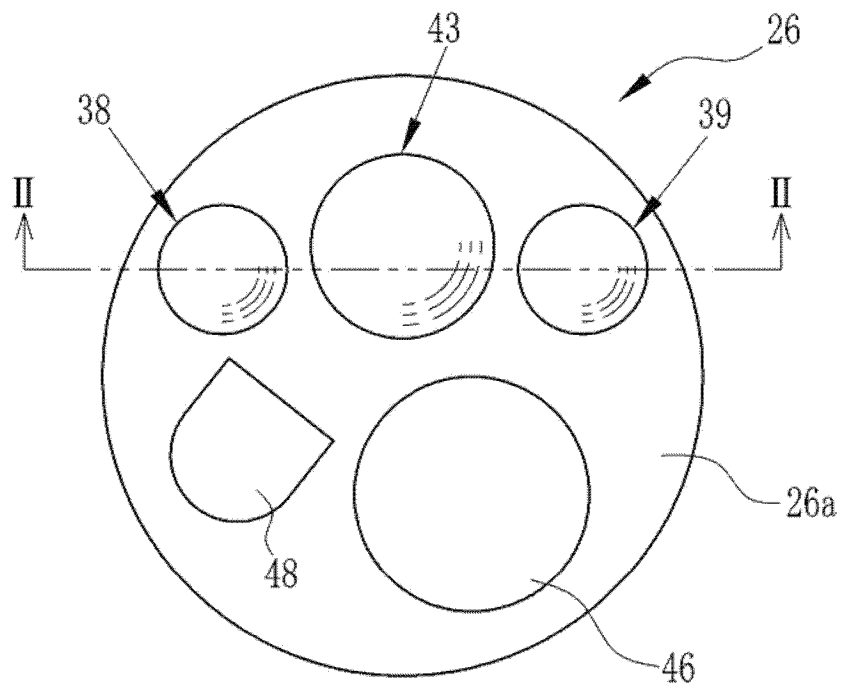


图 3

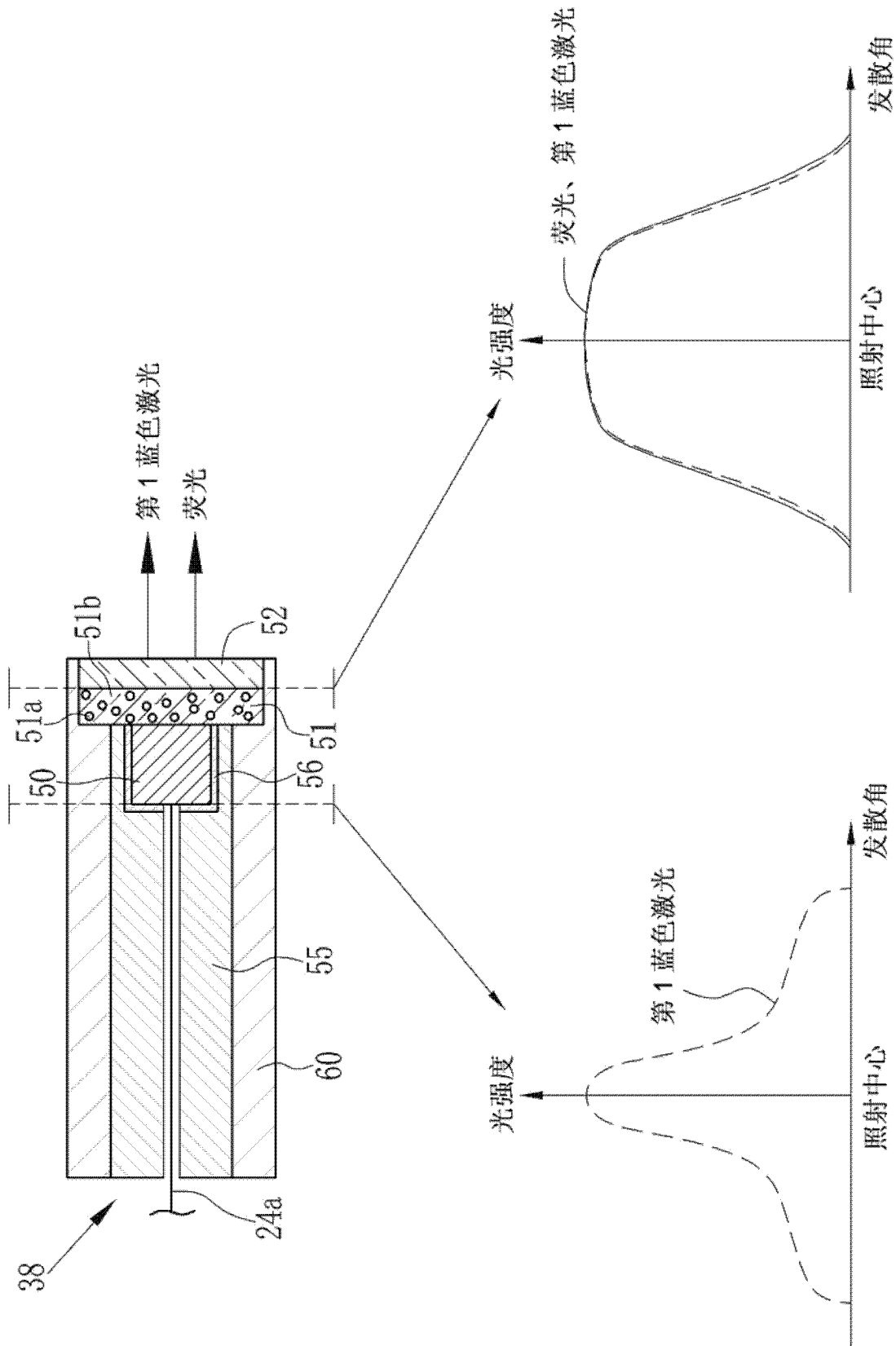


图 4

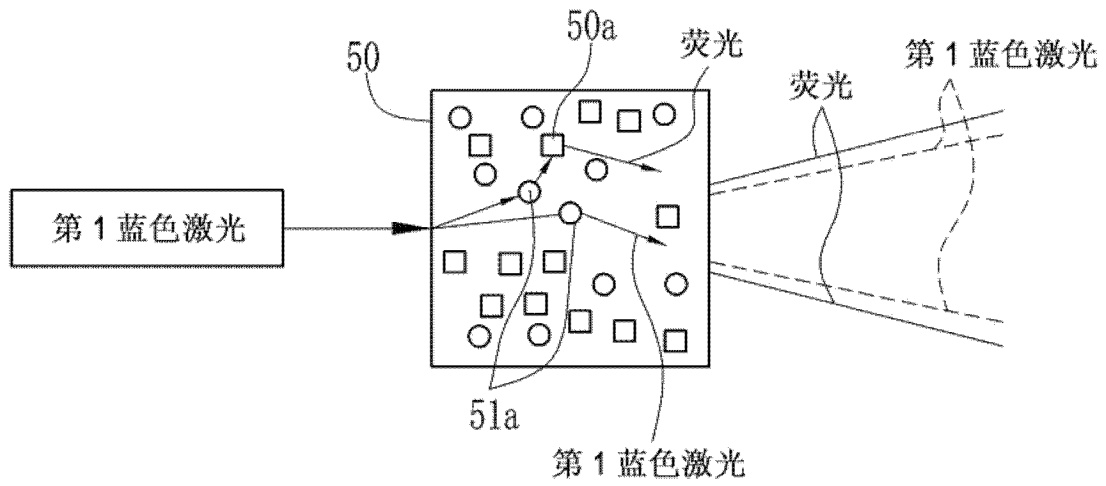


图 5A

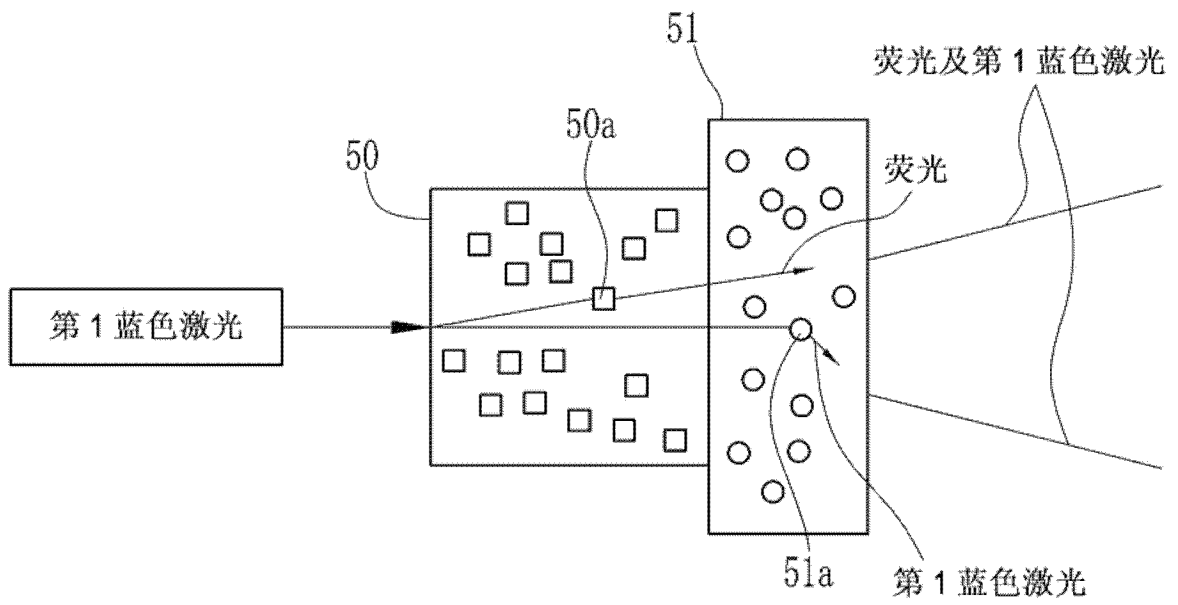


图 5B

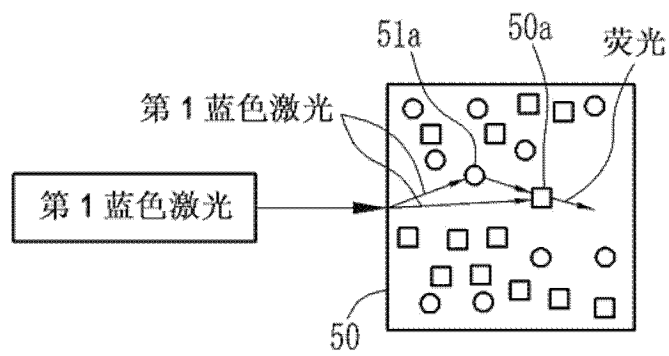


图 6A



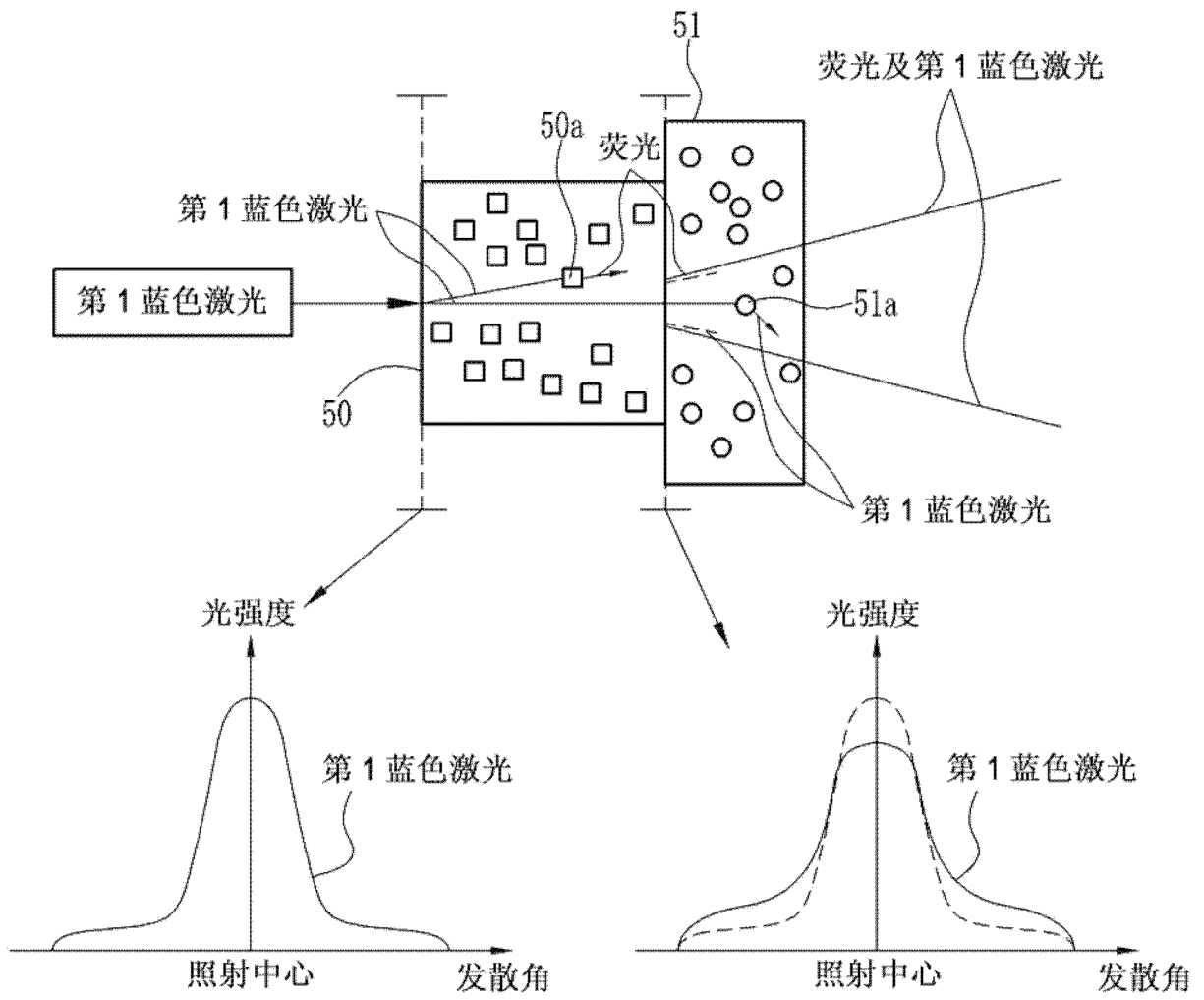


图 6B



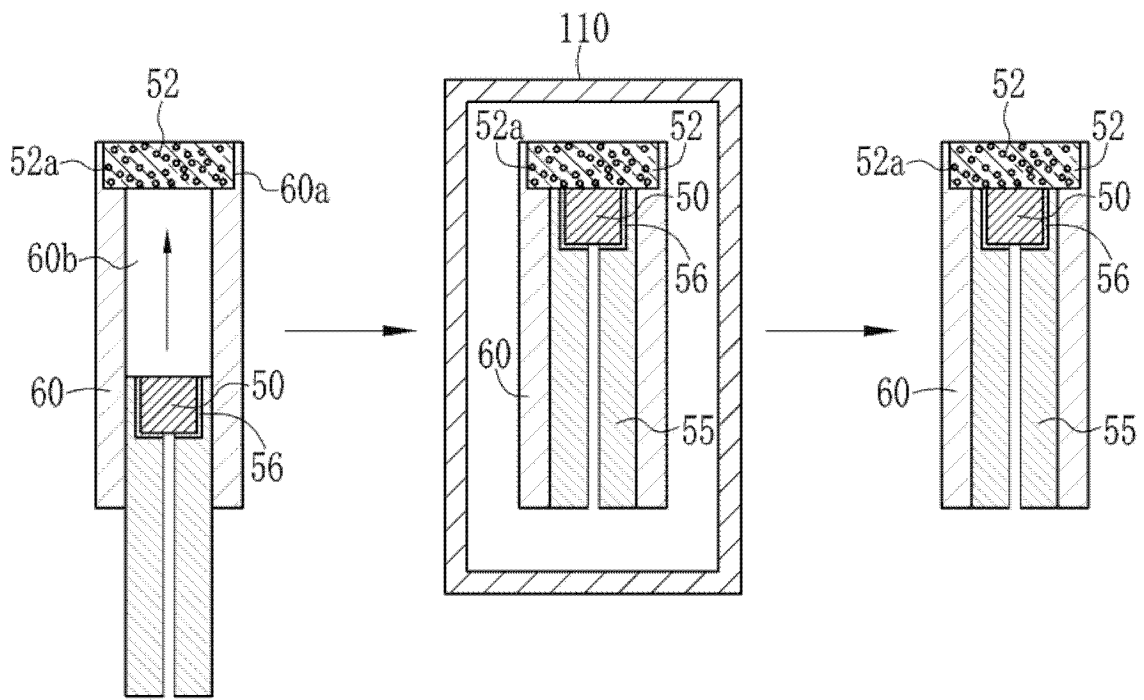


图 9

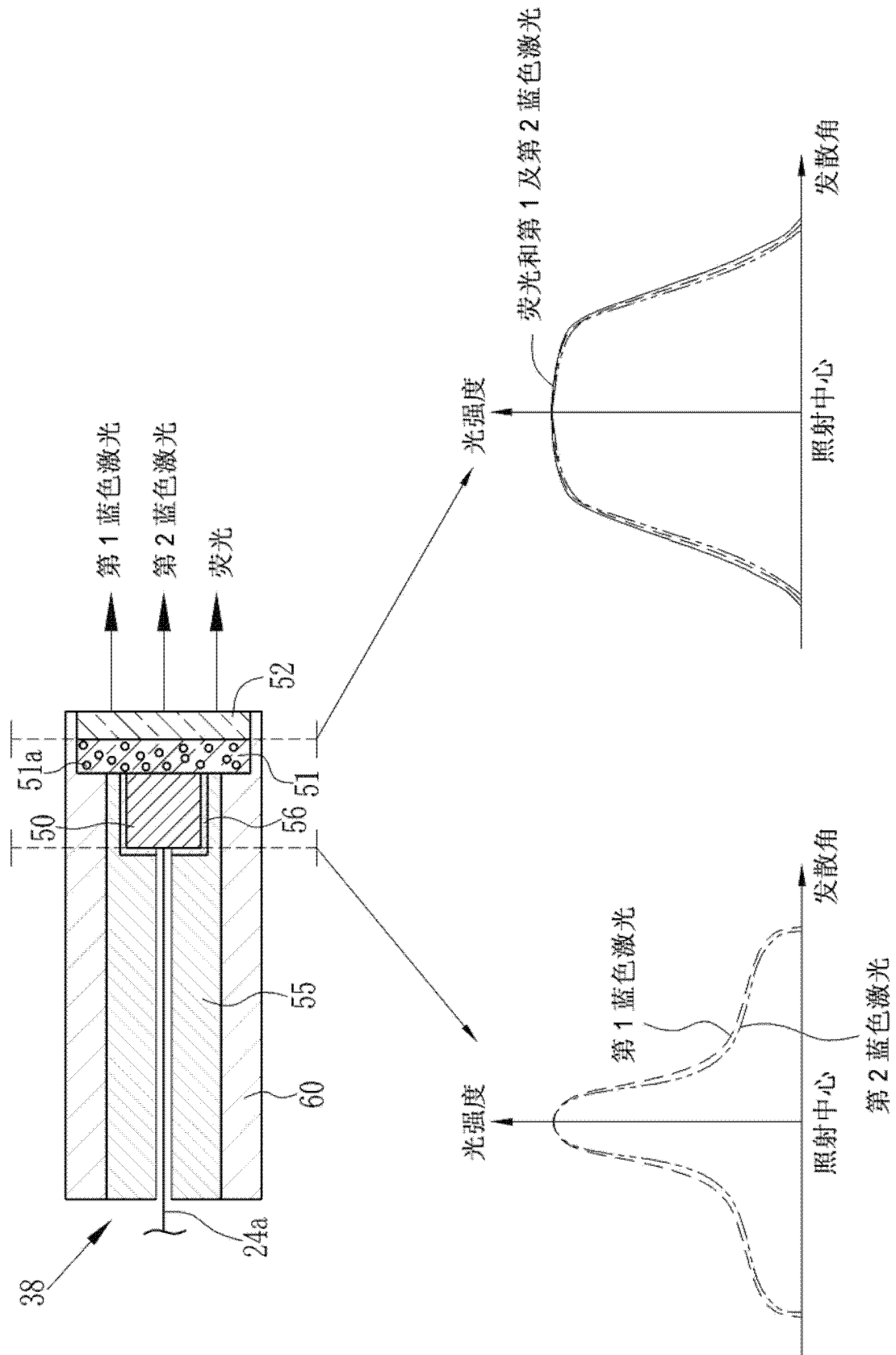


图 10

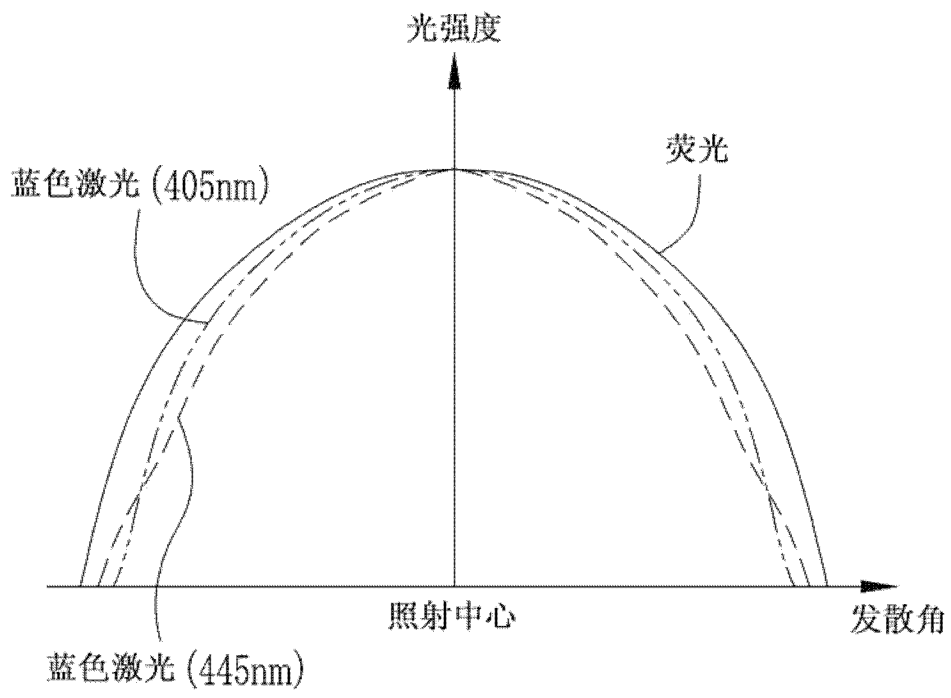


图 11