



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101319301 B

(45) 授权公告日 2013.04.03

(21) 申请号 200810098274.3

CN 1669117 A, 2005.09.14, 说明书第1页第18-25行, 图1.

(22) 申请日 2008.05.28

审查员 李亚坤

(30) 优先权数据

2007-148760 2007.06.05 JP

(73) 专利权人 日本电波工业株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 龟卦川伸也 西利真 高田元生

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205

代理人 刘芳

(51) Int. Cl.

G23C 14/24 (2006.01)

G23C 14/54 (2006.01)

H01L 21/203 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1188516 A, 1998.07.22, 比较例1, 图4、6、13.

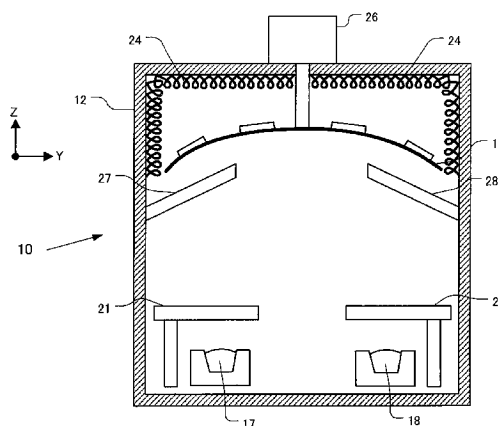
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 11 页

(54) 发明名称

光学薄膜的成膜方法、光学基板以及光学薄膜的成膜装置

(57) 摘要

本发明提供一种光学薄膜的成膜方法, 在光学基板 (OE) 上不仅使物理膜厚 (d) 均匀, 也使折射率 (n) 也均匀, 由此能够使光学膜厚 (nd) 在整体上均匀。根据本发明所述光学薄膜的成膜方法是在设置于真空室 (12) 内的基板上成膜光学薄膜的方法, 包括在具有基板保持部的多个保持框上保持基板的保持工序 (S11)、加热基板的加热工序 (S12)、从蒸镀源放出蒸镀材料的放出工序 (S15), 保持框使基板整体成为被均匀加热的状态。



1. 一种光学薄膜的成膜方法,在设置于真空室内的基板上成膜光学薄膜,其特征在于,具有:

在基板保持部所具有的多个保持框上保持所述基板的保持工序;

加热安装于所述真空室内被保持的所述基板的加热工序;以及

在加热所述基板之后,从蒸镀源放出蒸镀材料的放出工序,

所述保持工序是在所述蒸镀源的反对侧具有覆盖所述基板周围且与所述基板的中央区域对应地具有孔部的基板套的所述保持框上保持所述基板,所述保持框使所述基板整体成为被均匀加热的状态。

2. 一种光学基板,成膜有光学薄膜,其特征在于,由所述权利要求 1 所述的光学薄膜的成膜方法形成。

3. 一种光学薄膜的成膜装置,在真空室内具有与基板相对设置的蒸镀源,并在所述基板上成膜光学薄膜,其特征在于,具有:

具有多个保持所述基板的保持框的基板保持部;以及

将安装于所述真空室内且由所述保持框所保持的所述基板加热至所定温度的基板加热部,

所述保持框在所述蒸镀源的反对侧具有覆盖所述基板周围且与所述基板的中央区域对应地具有孔部的基板套,所述保持框使所述基板整体成为被均匀加热的状态。

光学薄膜的成膜方法、光学基板以及光学薄膜的成膜装置

技术领域

[0001] 本发明涉及在光学元件上成膜多层光学薄膜的光学薄膜的成膜方法以及光学薄膜的成膜装置。

背景技术

[0002] 为了制造具有薄膜的镜头、滤光片或者棱镜等的光学元件而使用光学薄膜的成膜装置。光学薄膜的成膜装置具有球面形状或者平面形状的蒸镀罩,由该蒸镀罩保持多个光学元件。光学薄膜的成膜装置加热真空室的内部且加热蒸镀罩,使蒸镀物质蒸镀在光学元件上。由于从蒸镀物质到蒸镀罩面的各光学元件的距离不同等原因,蒸镀物质在各光学元件中的分布不均匀。因此,随着光学元件的配置位置不同,形成在光学元件上的蒸镀物质的物理膜厚 d 也不同,物理膜厚 d 的偏差会导致光学元件的反射率和透过率的变化。为了减少该物理膜厚 d 的偏差,在专利文献 1 中,使蒸镀罩旋转来降低形成于光学元件上的物理膜厚的偏差。

[0003] 专利文献 1 :特开平 10-280130

[0004] 光学薄膜的成膜装置通过旋转蒸镀罩,能够降低成膜于光学元件上的蒸镀物质的物理膜厚的偏差,但是在各个光学元件内依然产生光学膜厚 nd 的偏差。在此,决定光学元件性能的光学膜厚 nd 由折射率 $n \times$ 物理膜厚 d 表示。即,即使专利文献 1 所示的光学薄膜的成膜装置能够使形成在光学元件上的物理膜厚 d 均匀,也无法使折射率 n 也均匀,所以光学膜厚 nd 无法变得均匀。

[0005] 例如,图 6 是显示了在石英基板上形成了薄膜的滤光片的波长的半值从目标值变化到什么程度的图表。在图 6 中显示了两种石英基板,即 $58\text{mm} \times 60\text{mm}$ 大小的石英基板和 $40.5\text{mm} \times 48\text{mm}$ 大小的石英基板。图 6 中,纵轴表示以目标波长的半值为 0 时半值的波长 (nm) 的蠕变,横轴表示从滤光片的中央部到周边的位置 (mm)。

[0006] 在滤光片中央部附近,能够得到半值取目标值的波长,但是在滤光片周边部,成为比所定波长低的波长,无法得到目标值。这是因为即使物理膜厚 d 相同,周边部的折射率 n 降低,所以波长也变低。即,以往的光学薄膜的成膜装置就算能够使多个光学元件的物理膜厚 d 均匀,也无法使每个光学元件的光学膜厚 nd 都均匀。换句话说以往的光学薄膜的成膜装置无法降低折射率 n 的偏差。

[0007] 近几年,随着光学机器的技术革新,强烈要求提高具有光学薄膜的光学元件的性能。为了满足这些要求,例如在要求 $40.5\text{mm} \times 48\text{mm}$ 大小的滤光片的情况,使用以往的光学薄膜的成膜装置,对 $58\text{mm} \times 60\text{mm}$ 的石英基板形成均匀的物理薄膜 d 。然后,通过切除 $58\text{mm} \times 60\text{mm}$ 的石英基板的周边部,即切除折射率 n 不同的部分,由此制造光学膜厚 nd 均匀的 $40.5\text{mm} \times 48\text{mm}$ 的滤光片。

[0008] 在这样的制造方法中,需要将比所要求的光学元件更大的光学元件安装于蒸镀罩中,所以具有能够安装于蒸镀罩中的光学元件的数量相对变少的问题。另外,还有浪费了光学元件的周边部的同时,增加了切除光学元件周边部的操作的问题。

发明内容

[0009] 于是,本发明目的在于提供无需切除周边部,就能够形成光学元件的周边部和中央部的光学膜厚 nd 均匀的高性能光学元件的光学薄膜的成膜方法以及光学薄膜的成膜装置。

[0010] 根据第一观点的光学薄膜的成膜方法是在设置于真空室内的基板上成膜光学薄膜的方法。而且,具有将基板保持于具有基板保持部的多个保持框中的保持工序、加热基板的加热工序、从蒸镀源放出蒸镀材料的放出工序,保持框使基板整体成为被均匀加热的状态。

[0011] 到目前为止仅使物理膜厚 d 均匀了,但是通过这样的构成,能够使基板的温度均匀,使折射率 n 也均匀。因此,能够使光学膜厚 nd 从基板的中央部到周边部都均匀。

[0012] 根据第二观点的光学薄膜的成膜方法,其中的保持工序是在由与基板相同的材料形成的保持框上保持基板。

[0013] 这样的构成,通过由与基板相同的材料形成保持框,热不会从基板的周边部向保持框流失。换句话说,成为了在基板周围安装了新的仅有周边部的基板的结构。因此,这样的结构能够成为基板整体被均匀加热的状态,能够使光学膜厚 nd 从基板的中央部到周边部都均匀。

[0014] 根据第三观点的光学薄膜的成膜方法,其中的保持工序是在由热传导率比基板保持部低的材料形成的保持框上保持基板。

[0015] 这样的构成是由热传导率更低的材料形成保持框。基板周边部的热降低、周边部的折射率 n 降低的原因是通过保持框,热向基板保持部流失。通过用热传导率低的材料形成保持框,能够使基板成为整体被均匀加热的状态,能够使光学膜厚 nd 从基板的中央部到周边部都均匀。

[0016] 根据第四观点的光学薄膜的成膜方法,其中的保持工序是在具有个别加热器的保持框上保持基板。

[0017] 该光学薄膜的成膜方法,由于保持框具有个别加热器,所以可以通过保持框加热基板。保持框保持基板的周边,所以可以加热基板的周边部。因此能够成为基板整体被均匀加热的状态,能够使光学膜厚 nd 从基板中央部到周边部都均匀。另外,基板的周边部加热成高于中央部,能够制造周边部的折射率 n 高的基板。

[0018] 根据第五观点的光学薄膜的成膜方法,其中的保持工序是用于蒸镀源的反对侧具有基板套的保持框保持基板,该基板套覆盖基板的周边。

[0019] 该光学膜厚的成膜方法通过由基板套保持基板周边的热,能够使基板中央部和周边部成为均匀的温度。另外,通过加热基板的周边部使周边部的温度高于中央部,能够制造周边部高折射率 n 的基板。

[0020] 根据其他观点,由上述方法成膜的光学基板,中央部和周边部均具有相同的光学膜厚 nd 。另外,还能够提供成膜了光学薄膜的光学基板,而该光学薄膜的蒸镀材料的折射率从光学基板的中央附近到外周部变高。若周边部的折射率比中央部高,则不论是倾斜入射于镜头的光束,还是垂直入射于中央部的光束,均能够以相同的波长进行滤光处理。

[0021] 根据本发明,能够形成光学元件的周边部和中央部的光学膜厚 nd 均匀的高性能

光学元件。

附图说明

- [0022] 图 1 是显示光学薄膜的成膜装置 10 的概略剖面图。
 [0023] 图 2 是在光学薄膜的成膜装置 10 内从下往上观察蒸镀罩 19 的主视图。
 [0024] 图 3a 是在一个保持框上安装两个光学元件 OE 的第一保持框 33A 的主视图。
 [0025] 图 3b 是在一个保持框上安装四个光学元件 OE 的第二保持框 33B 的主视图。
 [0026] 图 4 是滤光片成膜方法的流程图。
 [0027] 图 5 是显示在做实验的 1mm 厚的石英基板上形成 40 层光学薄膜的红外线消除滤光镜的光谱特征的图。
 [0028] 图 6 是显示滤光片的波长的半值从目标值变化到多少的图。
 [0029] 图 7 是调查了在石英基板上分散的 TiO_2 的加热温度依赖性的图。
 [0030] 图 8a 是设置了电加热器 37 的保持框 33A 的主视图。
 [0031] 图 8b 是图 8a 的 B-B 剖面图。
 [0032] 图 9a 是设置了热保持外套 39 的保持框的主视图。
 [0033] 图 9b 是图 9a 的 B-B 剖面图。
 [0034] 图 10a、图 10b 是显示在 40.5mm×48mm 大小的石英基板中的半值变化的图。
 [0035] 图 11 是从凸透镜 41 隔着滤光片 43 向使用了 CCD 或者 CMOS 的光电转换部 45 入射光束的概念图。

附图标记说明

- | | |
|----------------------|------------|
| [0037] 10 :光学薄膜的成膜装置 | 12 :蒸镀室 |
| [0038] 17 :第一蒸镀源 | 18 :第二蒸镀源 |
| [0039] 19 :蒸镀罩 | 21 :第一快门 |
| [0040] 22 :第二快门 | 24 :加热器 |
| [0041] 26 :驱动马达 | 27 :第一扩散板 |
| [0042] 28 :第二扩散板 | 31 :矩形开口部 |
| [0043] 33A :第一保持框 | 33B :第二保持框 |
| [0044] 35 :第一孔 | 36 :第二孔 |
| [0045] 37 :电加热器 | 37A :软线 |
| [0046] 39 :热保持外套 | 39A :孔部 |
| [0047] 41 :凸透镜 | 45 :光电转换部 |
| [0048] 43 :滤光片 | OE :光学元件 |
| [0049] nd :光学膜厚 | n :折射率 |
| [0050] d :物理膜厚 | |

具体实施方式

- [0051] < 光学薄膜的成膜装置的概要 >
 [0052] 图 1 是显示光学薄膜的成膜装置 10 的概略剖面图。
 [0053] 如图 1 所示,本实施例所述光学薄膜的成膜装置 10 具有两个第一蒸镀源 17 以及

第二蒸镀源 18 和蒸镀罩 19, 其中所述第一蒸镀源 17 以及第二蒸镀源 18 设置在蒸镀室 12 内的从中心位置偏离的底部侧, 所述蒸镀罩 19 为基板保持部, 用于保持玻璃或者石英等光学元件 OE。蒸镀室 12 可以真空至 10^{-4} Pa 左右。例如第一蒸镀源 17 含有 TiO_2 , 通过照射电子束蒸发 TiO_2 。另外, 例如第二蒸镀源 18 含有 SiO_2 , 通过照射电子束, 蒸发 SiO_2 。

[0054] 在第一蒸镀源 17 和蒸镀罩 19 之间设置有可遮蔽的第一快门 21, 在第二蒸镀源 18 和蒸镀罩 19 之间设置有可遮蔽的第二快门 22。光学薄膜的成膜装置 10 具有未图示的控制装置, 该控制装置根据光学薄膜的设计膜厚, 交替进行第一快门 21 以及第二快门 22 的移动动作, 控制装置适当交替开关第一快门 21 以及第二快门 22。第一快门 21 以及第二快门 22 分别在第一蒸发源 17 和第二蒸镀源 18 的正上方以及由此偏离的位置之间, 进行旋转移动, 由此控制各薄膜层的成膜的开始和结束, 来调整物理膜厚 d。

[0055] 另外, 在接近蒸镀罩 19 边缘部的位置, 分别在第一快门 21 以及第二快门 22 的上方, 设置使光学元件 OE 的物理膜厚 d 均匀的第一扩散板 27 以及第二扩散板 28。

[0056] 蒸镀罩 19 通过配置在蒸镀室 12 上部的驱动马达 26, 在蒸镀室 12 的大致中央位置可旋转地被支撑。另外, 蒸镀罩 19 的上部设置有加热器 24。加热器 24 通过放射热将蒸镀罩 19 以及光学元件 OE 加热至例如 $200^{\circ}C$ 到 $270^{\circ}C$ 的所定温度。电子束照射第一蒸镀源 17 以及第二蒸镀源 18, 由此蒸镀室 12 的内部温度达到 $280^{\circ}C$ 以上。另外, 蒸镀罩 19 不仅局限于球面形状, 也可以是平面罩或者肩状罩等。

[0057] 图 2 是在光学薄膜的成膜装置 10 内从下向上看蒸镀罩 19 的主视图。如图 2 所示, 蒸镀罩 19 具有同心圆状排列的相互联通的多个矩形开口部 31。该矩形开口部 31 例如是单个为 100mm 的正方形的开口。在矩形开口部 31 上安装有用于保持光学元件 OE 的保持框。蒸镀罩 19 由不锈钢或者铁等的金属材料形成。

[0058] 图 3a、图 3b 分别表示第一保持框的 33A 和第二保持框 33B 的主视图。图 3a 是在一个保持框上安装了两个光学元件 OE 的第一保持框 33A, 第一保持框 33A 具有两个用于在玻璃或者石英等光学元件上蒸镀第一蒸镀源 17 或者第二蒸镀源 18 的第一孔 35。图 3b 是在一个保持框上安装了四个光学元件 OE 的第二保持框 33B, 第二保持框 33B 具有四个用于在光学元件上蒸镀第一蒸镀源 17 或者第二蒸镀源 18 的第二孔 36。尽管没有图示, 但保持框也可以设计成在一个保持框上设置一个光学元件 OE。

[0059] 另外, 不仅是矩形的光学元件 OE, 还可以设计成保持圆形光学元件的保持框。在本实施例中, 分别独立地分离设置了蒸镀罩 19 和保持框, 但是也可以由蒸镀罩 19 的矩形开口部 31 构成保持各自的光学元件 OE 的保持框。

[0060] < 光学薄膜的成膜装置的操作 >

[0061] 接着说明通过本实施例所述光学薄膜的成膜装置 10 成膜具有 40 层光学薄膜的滤光片的成膜方法。图 4 是成膜滤光片的流程图。

[0062] 光学薄膜的成膜方法如图 4 所示, 在步骤 S11 中, 将光学元件 OE 安装在保持框上, 进一步将保持了该光学元件 OE 的保持框安装在蒸镀罩 19 上。

[0063] 在步骤 S12 中, 使蒸镀室 12 真空的同时, 通过加热器 24 加热蒸镀室 12 的内部, 尤其将蒸镀罩 19 以及光学元件 OE 加热到所定温度。

[0064] 在步骤 S13 中, 通过驱动马达 26 以所定的速度旋转蒸镀罩 19。

[0065] 在步骤 S14 中, 使第一快门 21 以及第二快门 22 处于关闭的状态, 在步骤 S15 中,

用电子束加热第一蒸镀源 17 以及第二蒸镀源 18。

[0066] 在步骤 S16 中,在光学元件 OE 上蒸镀第一层第一蒸镀源 17 之际,将第一快门 21 从关闭状态转换为开启状态,经所定时间以后,再度将其关闭。由此,形成了第一层蒸镀层。然后进入步骤 S17。

[0067] 在步骤 S17 中,判断是否形成了所定数量的蒸镀层。因为才形成了第一层,所以返回步骤 S15,进入步骤 S18。

[0068] 在步骤 S18 中,在光学元件 OE 的第二层上蒸镀第二蒸镀源 18,所以将第二快门 22 从关闭状态转换为开启装置,经所定时间以后,再度将其关闭。由此,形成了第二层的蒸镀层。然后进入步骤 S17。通过相互重复步骤 S16 和步骤 S18,形成了具有 40 层光学薄膜的滤光片。

[0069] < 光学膜厚 nd 的均匀化 >

[0070] 决定光学元件 OE 的性能的光学膜厚 nd 由折射率 $n \times$ 物理膜厚 d 来表示。就算物理膜厚 d 保持一定不变,一旦折射率 n 下降,光学膜厚 nd 也会下降。例如,若红外线消除滤镜的光学膜厚 nd 下降,则消除红外线的波长区域就会下降。

[0071] 图 5 是表示在做实验的 1mm 厚的石英基板上形成了 40 层光学薄膜的红外线消除滤镜的光谱特征的图,纵轴表示透过率,横轴表示波长 (350nm ~ 1200nm)。该红外线消除滤镜是按照图 4 所示流程图制造的。图 5 中的实线表示红外线消除滤镜的中央部的透过率,图 5 中的虚线表示红外线消除滤镜的周边部的透过率。红外线消除滤镜的周边部的透过率相比于中央部,向波长减少的方向移动。

[0072] 图 6 是表示在大小不同的两种石英基板上形成了薄膜的滤光片的波长半值从目标值变化到多少的图。图 6 中,纵轴表示以目标波长的半值为 0 时的半值 (在图 5 中透过率为 50% 的波长值) 波长的蠕变,横轴表示从滤光片的中央部到周边部的位置 (mm)。不论是 58mm \times 60mm 大小的石英基板,还是 40.5mm \times 48mm 大小的石英基板,周边部的半值下降,周边成为在横线表示 -2nm 的线以下的状态。

[0073] 图 7 是调查了在石英基板上分散的 TiO_2 的加热温度依赖性的图,纵轴表示折射率,横轴表示波长。

[0074] 由图中可知,若温度上升,则在相同波长下 TiO_2 的折射率 n 变高。由此,本发明人发现了若使光学元件 OE 的周边部的温度相同于中央部温度,则光学膜厚 nd 就会成为一致。如果仅在光学薄膜的成膜装置 10 内提高加热器 24 的温度,则光学元件 OE 的中央部的温度也会变高,所以在以下所示实施例中,使光学元件 OE 周边部的温度与中央部的温度相同,或者使周边部的温度高于中央部的温度。

[0075] 实施例 1

[0076] 在实施例 1 中,用与光学元件 OE 相同的材料形成了图 3a、图 3b 所示的保持框。至今为止,保持框为与蒸镀罩 19 相同的不锈钢或者铁等金属,但是采用与光学元件 OE 相同热传导率的材料的同时,也可以采用比不锈钢或者铁等的金属热传导率更低材料,使得光学元件 OE 周边部的热不会通过保持框向蒸镀罩 19 流失。例如,热传导率低的不锈钢的热传导率是 15W/mK,相对于此,玻璃的热传导率是 1W/mK,石英的热传导率是 8W/mK。

[0077] 使用与光学元件 OE 相同材料的保持框,按照图 4 所示流程图制造红外线消除滤镜。图 10a 是显示了在 40.5mm \times 48mm 大小的石英基板上的半值变化的图。与图 6 所示

40.5mm×48mm 大小的石英基板不同,在中央部以及周边部大致一致,在最周边部下降了约 -1nm。

[0078] 实施例 2

[0079] 在实施例 2 中,由氧化锆陶瓷材料形成图 3a、图 3b 所示保持框。由该氧化锆陶瓷材料形成的保持框具有细微的微孔结构,绝热性优良。因此,光学元件 OE 周边部的热不会通过保持框向蒸镀罩 19 流失。具有细微的微孔结构的氧化锆陶瓷材料的热传导率为 0.2W/mK。这样用比不锈钢等的金属构成的蒸镀罩 19 的热传导率更低的材料形成保持框。优选热传导率为 10W/mK 以下。

[0080] 使用氧化锆陶瓷材料的保持框,按照图 4 所示流程图制造红外线消除滤镜。该红外线消除滤镜显示与上述图 10a 相同的半值变化。即,在周边部,红外线消除滤镜的波长降低。保持框除了氧化锆陶瓷材料以外,还可以使用钠钙玻璃、石灰玻璃等。

[0081] 实施例 3

[0082] 在实施例 3 中,如图 8a、图 8b 所示,在保持框 33A 的第一孔 35 周围设置了电加热器 37。图 8a 是设置了电加热器 37 的保持框 33A 的主视图,图 8b 是图 8a 的 B-B 剖面图。实施例 3 的保持框由不锈钢或者铁等的金属形成,由电加热器 37 加热保持框。通过加热器 24,蒸镀罩 19 从 200℃加热至 270℃,另外,通过由电子束加热第一蒸镀源 17 以及第二蒸镀源 18 的热,蒸镀室 12 的内部温度变得比加热器 24 的设定温度高。于是,电加热器 37 将保持框从 270℃加热到 310℃左右。通过这样加热保持框,提高了光学元件 OE 的周边部的温度。另外,加热器 37 的软线 37A 与相邻的加热器(未图示)相连接,最终与电源相连接。

[0083] 使用带有电加热器 37 的保持框 33A,按照图 4 所示流程图制造红外线消除滤镜。该红外线消除滤镜通过调整电加热器 37 的温度,显示与上述图 10a 相同的半值变化。另外,调整电加热器 37 的温度,在光学元件 OE 的周边部温度高于中央部温度的状态下,制造红外线消除滤镜,则显示图 10b 所示的半值变化。

[0084] 即,如图 10b 所示,能够制造红外线消除滤镜的周边部比中央部的红外线消除滤镜的波长高的滤镜。由于物理膜厚 d 被均匀蒸镀,所以意味着蒸镀材料的折射率 n 从光学基板 OE 的中央附近到外周部,折射率 n 变大。

[0085] 实施例 4

[0086] 在实施例 4 中,如图 9a、图 9b 所示,在保持框 33A 的第一孔 35 周围设置了热保持外套 39。图 9a 是设置了热保持外套 39 的保持框的主视图,图 9b 是图 9a 的 B-B 剖面图。实施例 4 的保持框 33A 也由不锈钢或者铁等的金属形成,热保持外套 39 也由不锈钢或者铁等的金属形成。热保持外套 39 设置在第一蒸镀源 17 或者第二蒸镀源 18 的反对侧,即设置在加热器 24 侧。在热保持外套 39 上形成有孔部 39A,孔部 39A 区域的光学元件 OE 不进行热保持。即,在光学元件 OE 的中央区域不进行热保持。若有热保持外套 39,则光学元件 OE 的热难以流失,由此光学元件 OE 周边部的温度变得均匀。

[0087] 使用带有热保持外套 39 的保持框 33A,按照图 4 所示流程图制造红外线消除滤镜。该红外线消除滤镜通过调整孔部 39A 的大小以及热保持外套 39 的厚度,显示与上述图 10a 相同的半值变化。另外,在安装了孔部 39A 的大小变小且热保持外套 39 变厚的热保持外套 39 的状态下,制造红外线消除滤镜,则能够制造如图 10b 所示的红外线消除滤镜的波长在红外线消除滤镜的周边部比中央部高的滤镜。

[0088] < 周边部的光学膜厚 nd 厚的滤光片 >

[0089] 根据实施例 3 以及实施例 4, 能够制造红外线消除滤镜的波长在红外线消除滤镜的周边部比中央部更高的滤镜。这样的红外线消除滤镜在受光通过镜头等入射的光束之际, 可以作为有效的红外线消除滤镜使用。

[0090] 图 11 是从凸透镜 41 隔着滤光片 43 向使用了 CCD 或者 CMOS 的光电转换部 45 入射光束的概念图。

[0091] 通过了凸透镜 41 的光束在周边部折射得很大, 而在中央部折射得很小。滤光片 43 在所入射的光束不是垂直入射的情况, 与光束的入射角成比例地向短波长侧移动。由此, 如图 11 右侧所示, 若滤光片 43 形成为周边部的波长比中央部高的滤镜, 则入射到光电转换部 45 的光束成为从中央部到周边部为相同的波长。即, 在光电转换部 45 的中央部和周边部能够实现相同的彩色再现性。

[0092] 产业上的可利用性

[0093] 另外, 本发明技术范围并不限定于上述实施例, 在不脱离本发明宗旨的范围内, 可以进行各种变更。例如, 在上述实施例中, 通过真空蒸镀法进行了成膜, 但并不限定于此, 也可以通过高频离子源法, 复合无机材料和有机材料。所谓高频离子源法是指通过真空加热蒸发无机材料, 进一步通过放电的等离子能产生有机材料和无机材料的化学活性离子或分子, 将两种材料复合的技术。有机材料从蒸镀室的外部与单体气体或者氩气或者氦气等的载气一同导入, 通过等离子能生成无机 / 有机复合膜。

[0094] 另外, 在实施例中, 主要说明了红外线消除滤镜, 但也可以是其他滤光片, 本发明也能够适用于玻璃或者石英基板上成膜光学薄膜的镜头以及棱镜等中。

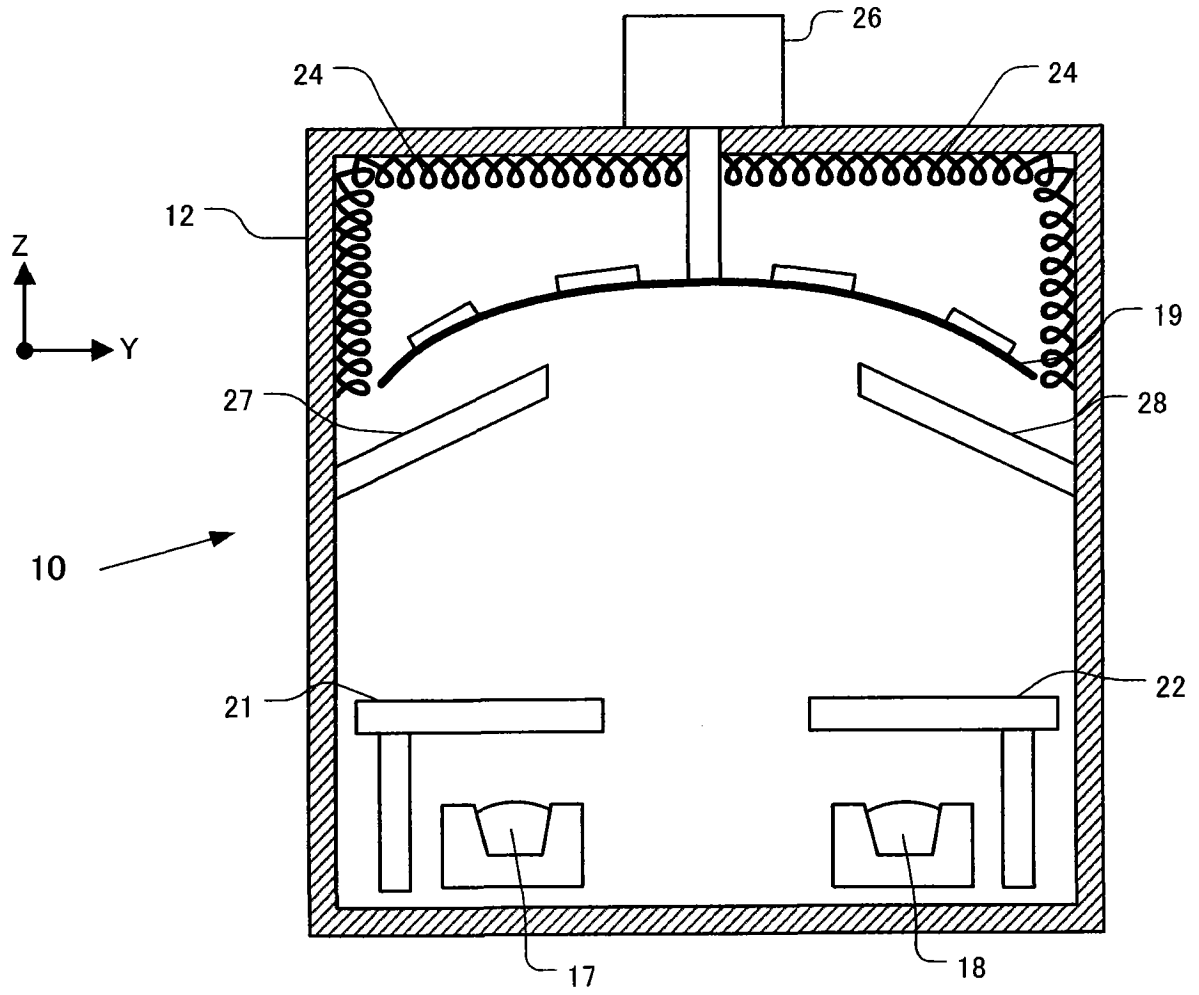


图 1

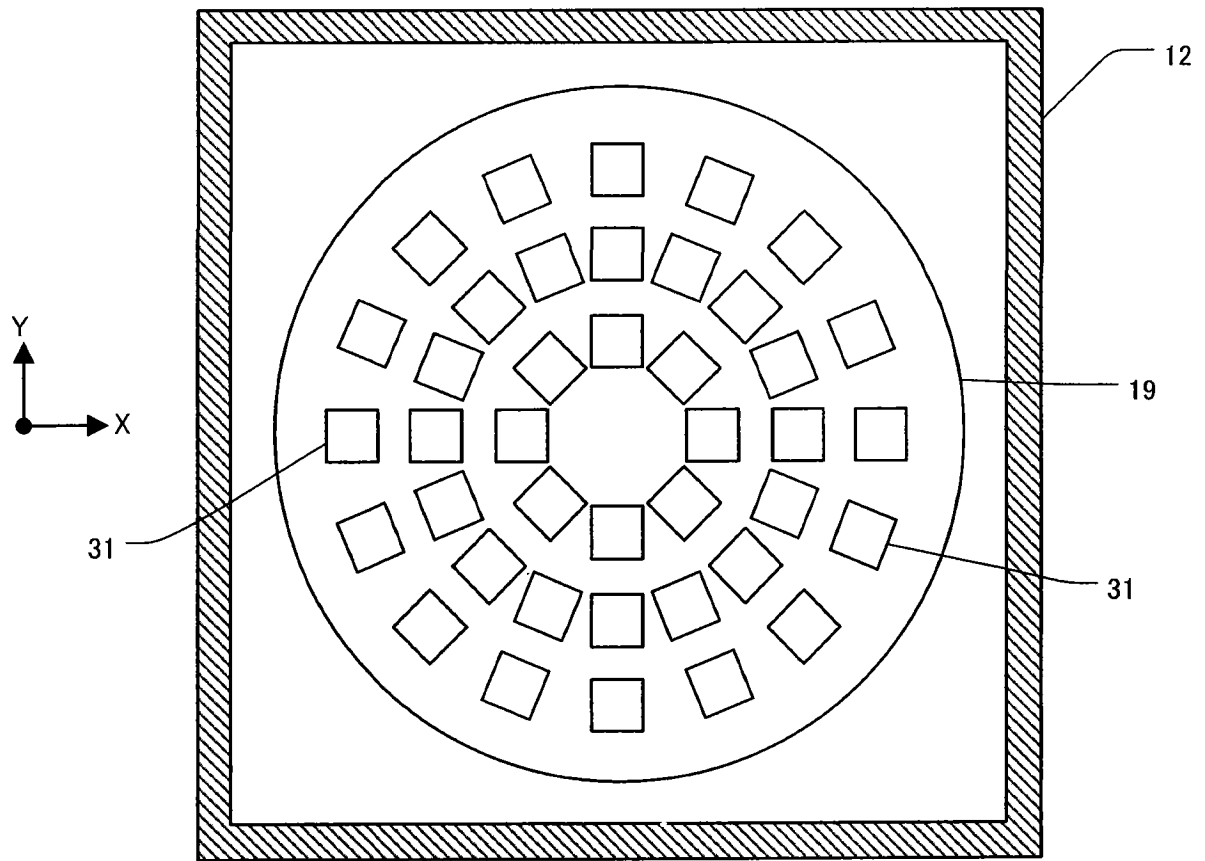


图 2

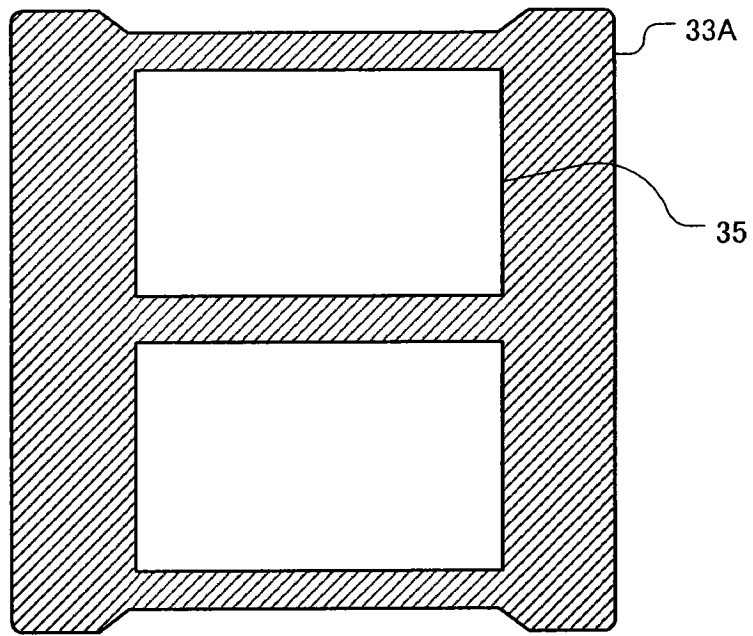


图 3a

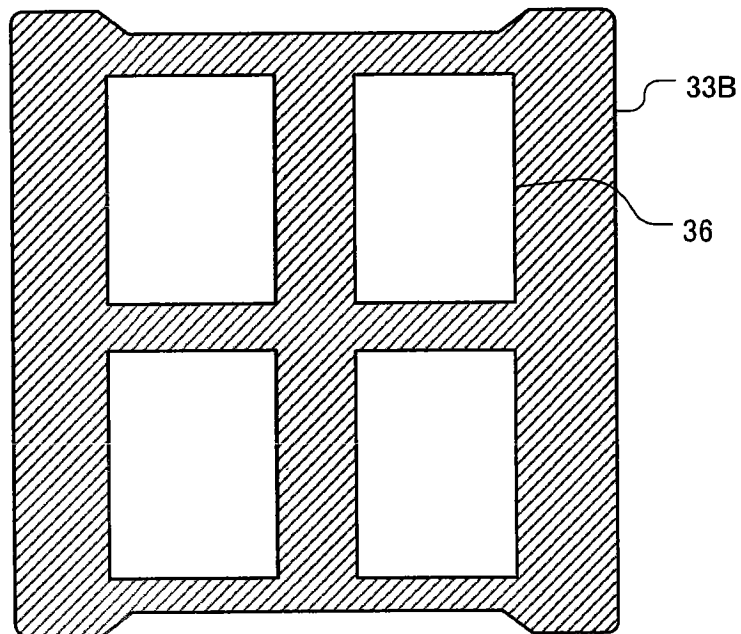


图 3b

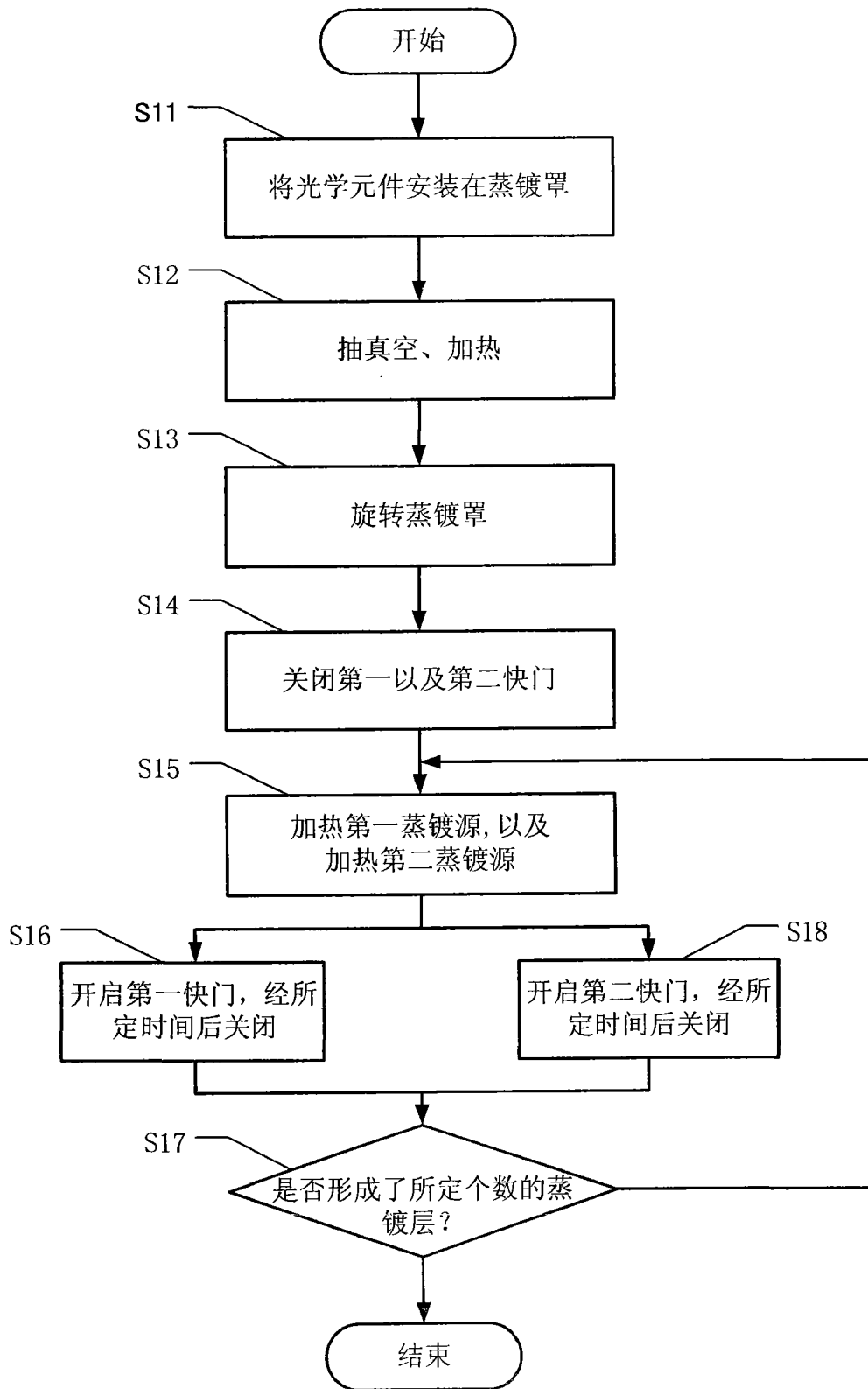


图 4

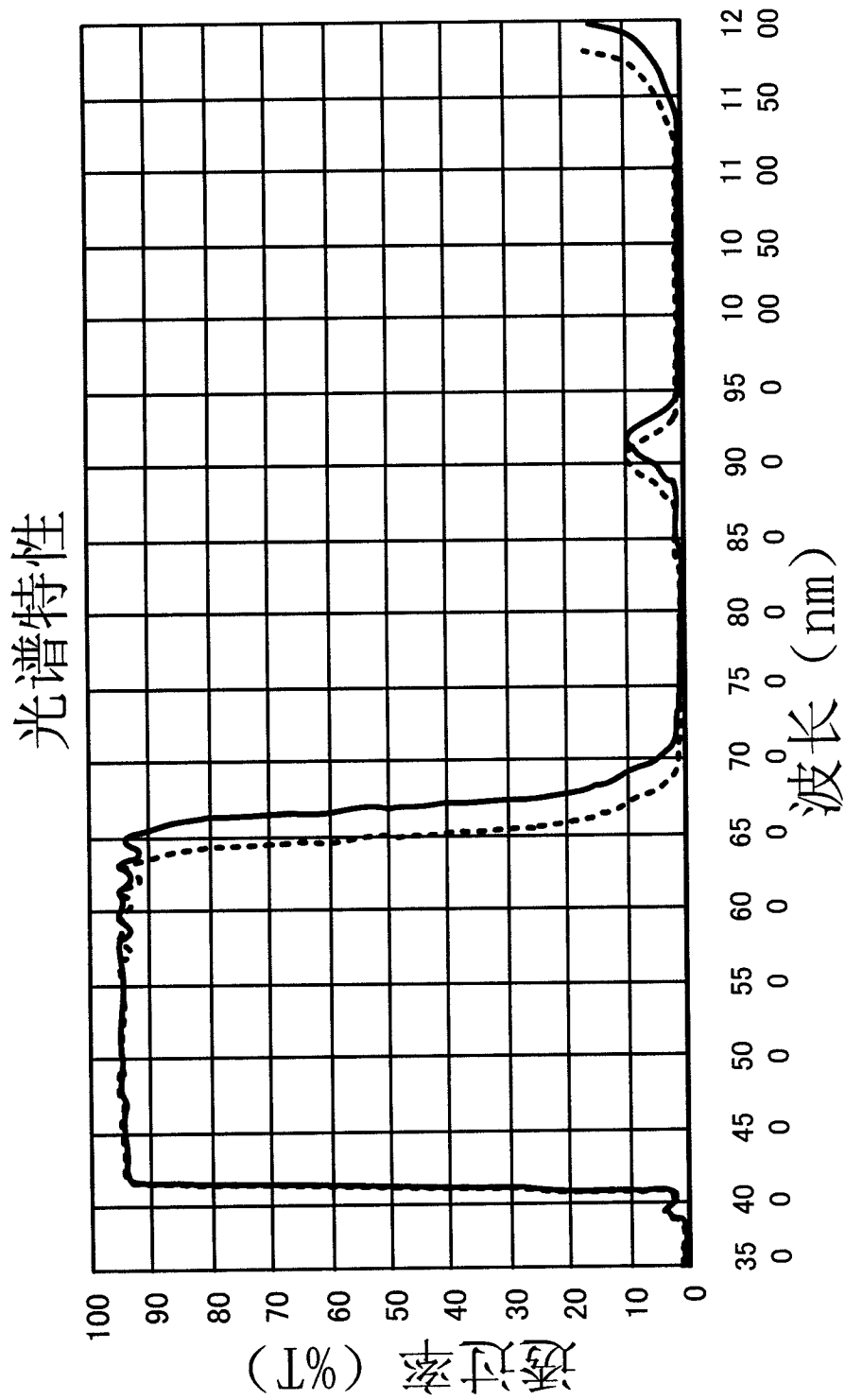


图5

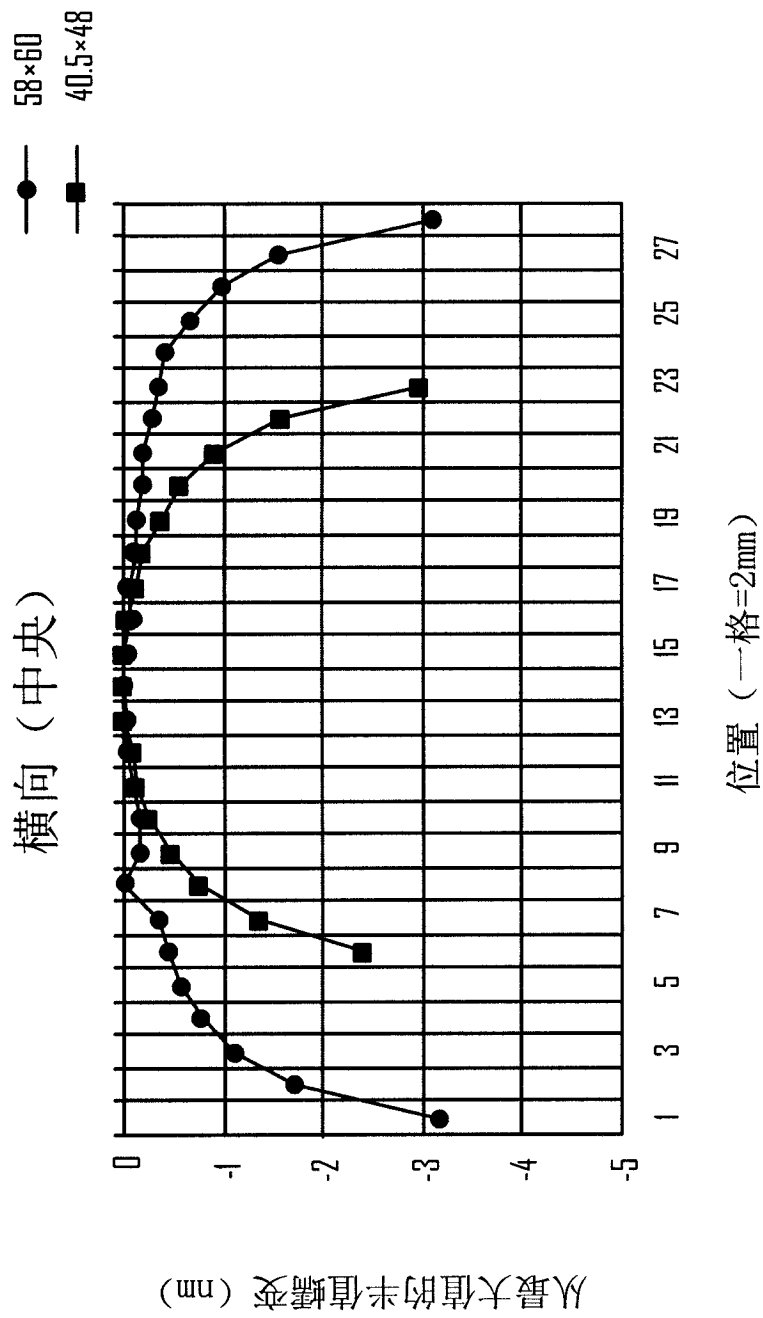


图6

基板上分散的 TiO₂ 的加热温度依赖性

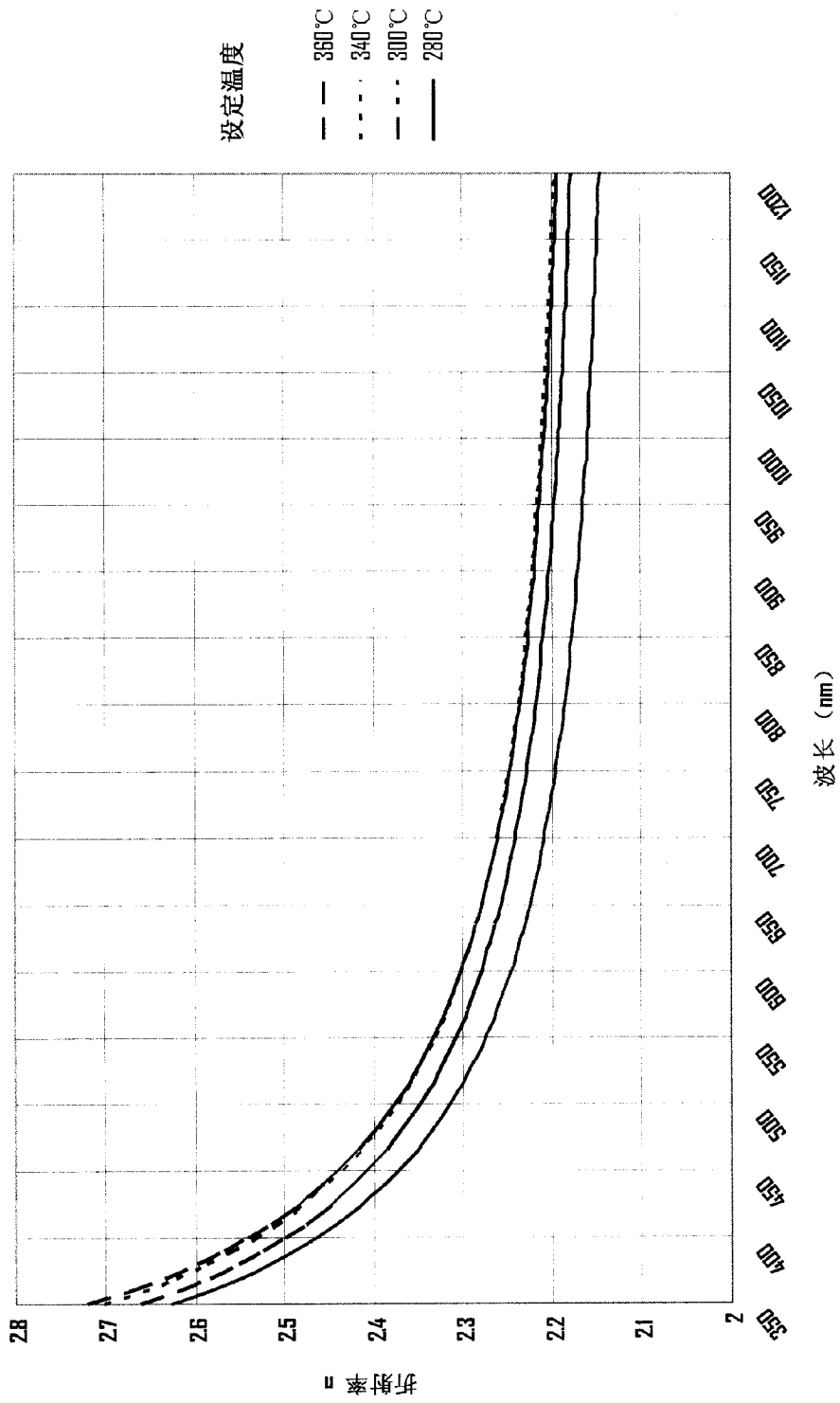


图17

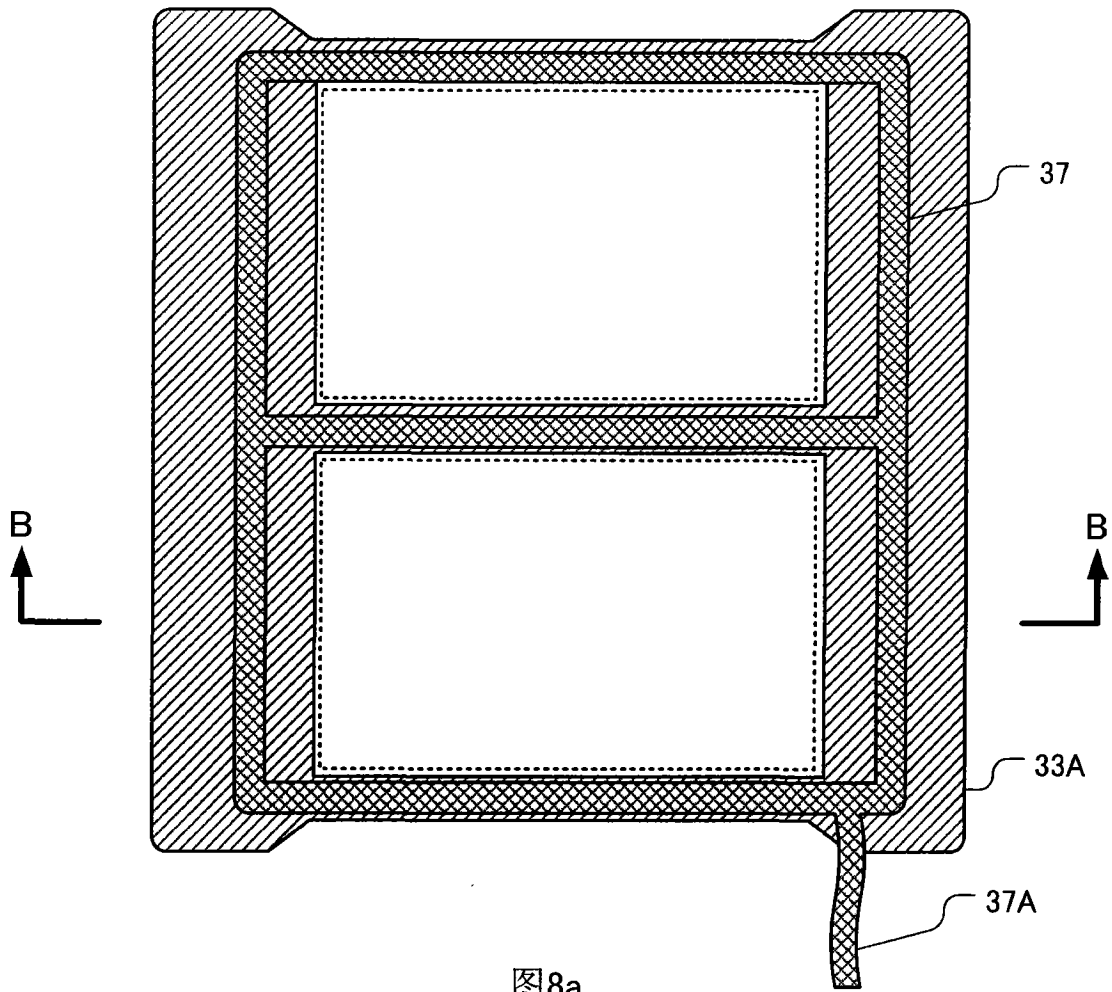


图8a

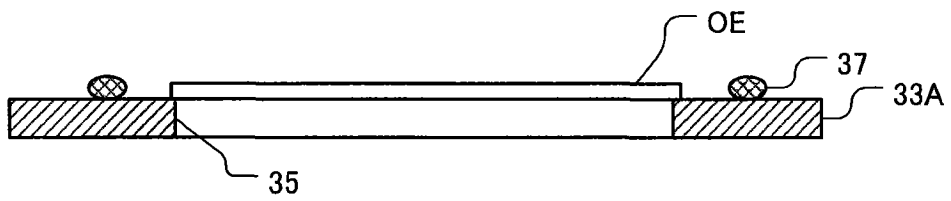


图8b

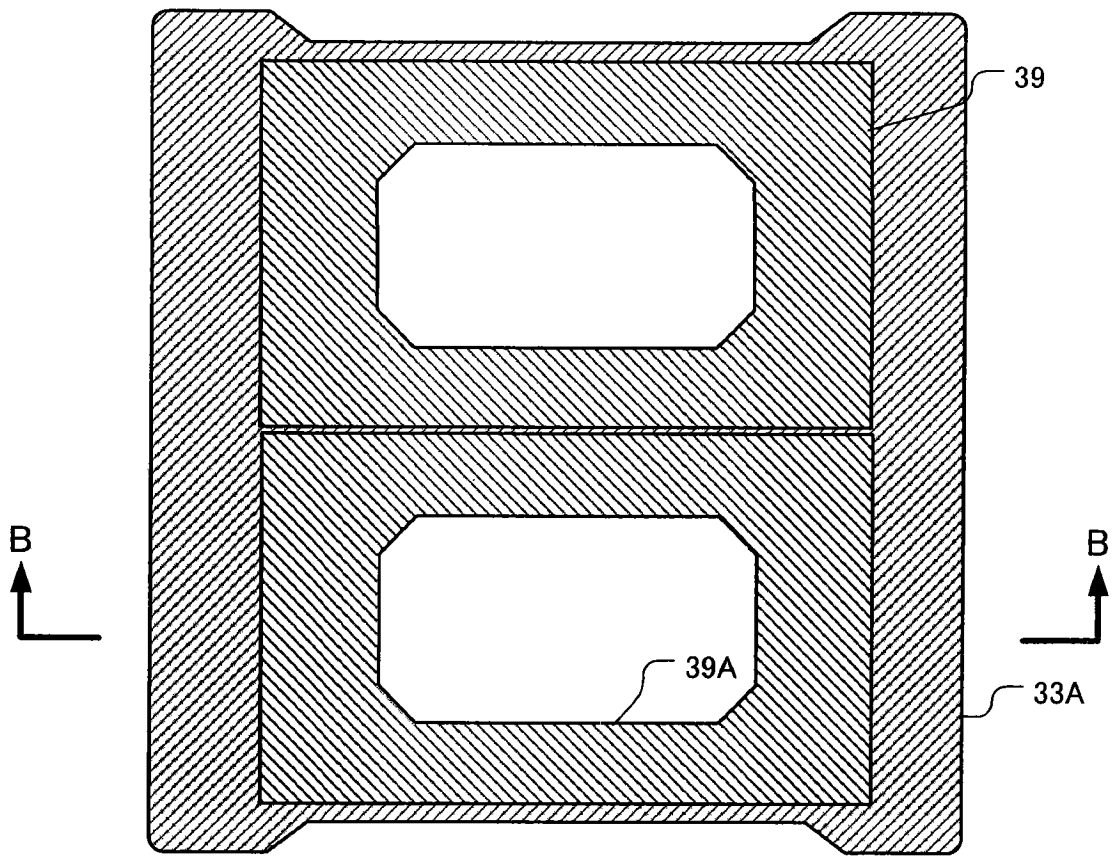


图 9a

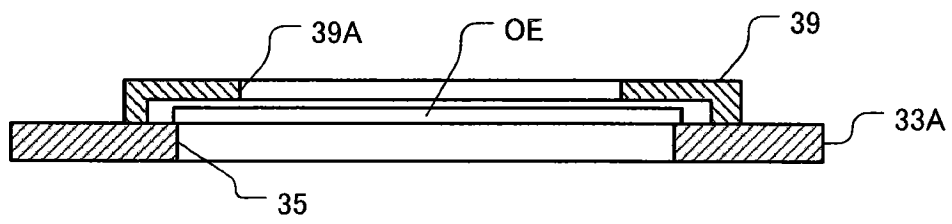


图 9b

横向（中央）

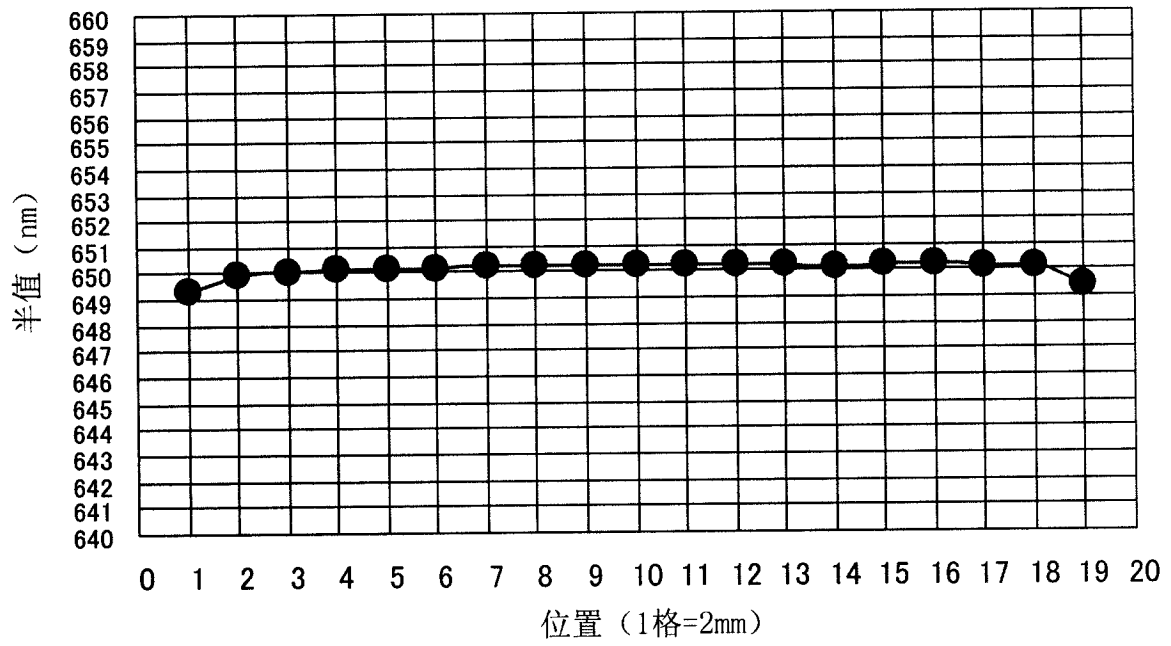


图 10a

横向（中央）

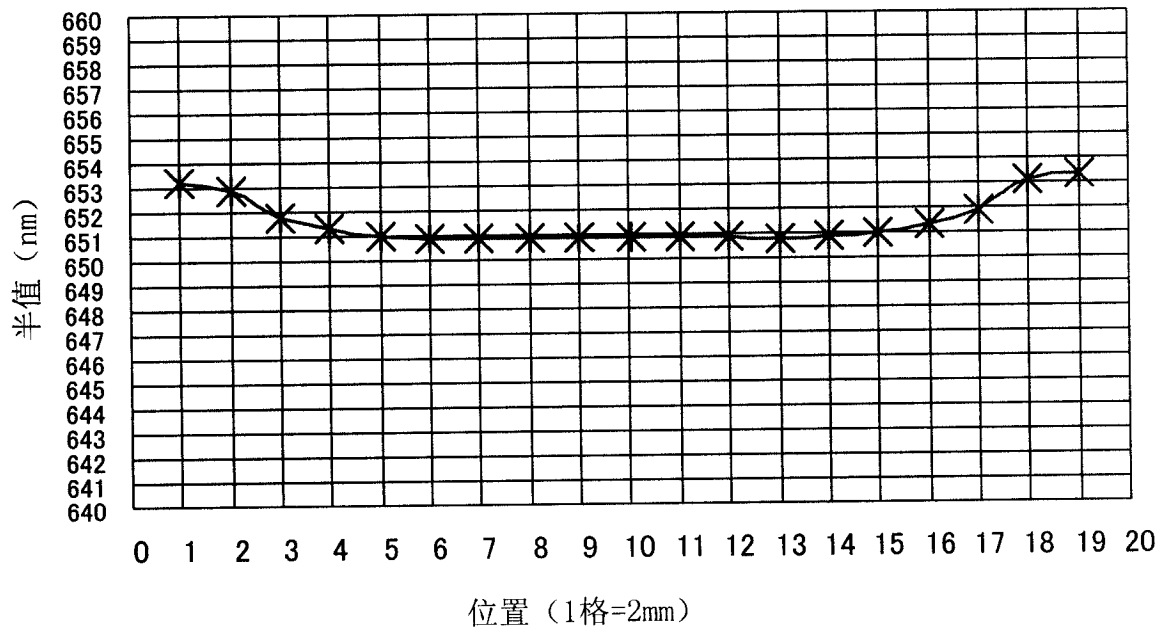


图 10b

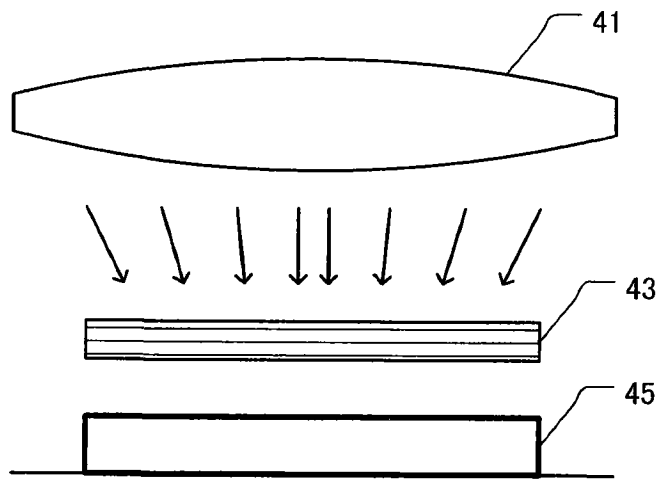


图 11