



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102906620 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 06

(21) 申请号 201180025347. 6

(22) 申请日 2011. 05. 25

(30) 优先权数据

2010-121752 2010. 05. 27 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 11. 22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/002921 2011. 05. 25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/148636 EN 2011. 12. 01

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 川上智朗

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 欧阳帆

(51) Int. Cl.

G02B 21/36(2006. 01)

H04N 5/225(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2010/072016 A, 2010. 04. 02, 说明书第 [0089] - [0096] 段及附图 11.

US 2010110271 A1, 2010. 05. 06, 说明书第 [0059] 段及附图 3.

EP 1865073 A1, 2007. 12. 12, 全文.

JP 昭 57-185005 A, 1982. 11. 15, 全文.

JP 2007042933 A, 2007. 02. 15, 全文.

审查员 张凯华

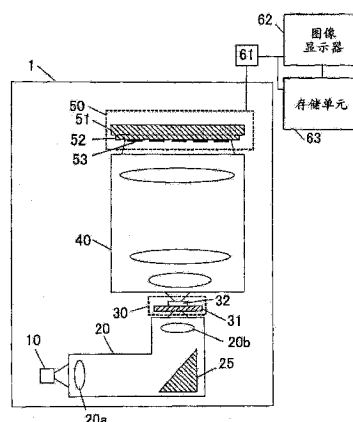
权利要求书1页 说明书7页 附图11页

(54) 发明名称

图像拾取设备

(57) 摘要

本发明的图像拾取设备包括:光源单元;照明光学系统,被配置为将来自光源单元的光引导到待照射面上;样本台,被配置为将对象放置在待照射面上;图像拾取光学系统,被配置为形成放置在待照射面上的对象的图像;图像拾取元件部,通过在图像拾取光学系统的像面上设置多个图像拾取元件来配置;以及遮光部件,被配置为减少光进入到没有设置图像拾取元件部的多个图像拾取元件的区域。



1. 一种图像拾取设备,包括:

光源单元;

照明光学系统,被配置为将来自光源单元的光引导到待照射面上;

样本台,被配置为将对象放置在待照射面上;

图像拾取光学系统,被配置为形成放置在待照射面上的对象的图像;

图像拾取元件部,通过在图像拾取光学系统的像面上设置多个图像拾取元件被配置;
以及

遮光部件,具有多个开口部,用于允许要进入所述多个图像拾取元件的有效光接收区域的光从其通过,并且遮挡要进入所述图像拾取元件部中除了有效光接收区域之外的区域的光。

2. 根据权利要求 1 所述的图像拾取设备,

其中遮光部件被设置在图像拾取元件部的光入射侧、待照射面以及有待照射面共轭的平面中的至少一个上。

3. 根据权利要求 1 所述的图像拾取设备,

其中,遮光部件具有通过包括遮光部而配置的板形状,所述遮光部是除所述多个开口部以外的区域。

4. 根据权利要求 1 所述的图像拾取设备,还包括:

图像处理器,被配置为改变图像拾取元件部、遮光部件以及待照射面中的至少一个的相对位置,以便合成通过拍摄待照射面上的对象的多个图像获得的多个图像;以及

图像显示器,被配置为显示通过图像处理器处理的图像。

5. 根据权利要求 4 所述的图像拾取设备,还包括存储单元,所述存储单元被配置为存储通过图像处理器处理的图像信息。

图像拾取设备

技术领域

[0001] 本发明涉及如下的图像拾取设备,该图像拾取设备拍摄对象(诸如待测对象)的图像以便将其显示在显示器上,并且适合用作例如用于拍摄样本的图像以便将其显示在显示器上以便被观察的显微镜。

背景技术

[0002] 近来,已经提出了能够作为电子图像显示(包括在监视器上缩放)从待测对象整体到细胞组织的形状信息的数字显微镜。

[0003] 专利文献1公开了连接(attach)利用高倍率和高分辨率获得的多个拍摄的图像以便形成待测对象的整体图像的虚拟显微镜。通常,针对待测对象的整体逐一地获得具有高倍率的图像的图像拾取方法花费很多时间。在专利文献2和专利文献3中公开的显微镜系统中,虽然观察的视场较大,但是制备高分辨率的物镜。它们公开了制定图像拾取单元的配置以便以高速利用高倍率拍摄图像的方法(设备)。

[0004] 通常,很难制备具有能够针对广视场来同时拍摄图像的尺寸的图像拾取元件。因此,在专利文献2和专利文献3中公开的显微镜系统中,多个图像拾取元件被设置在图像拾取单元中以便拍摄具有广视场的图像。在这些显微镜系统中,在拍摄图像时样本或者图像拾取单元在一个平面中被驱动多于一次,以便通过合成拍摄的图像来形成整体图像。因此,公开了作为图像获得从待测对象的整体到细胞组织的形状信息的显微镜系统。

[0005] 引文列表

[0006] 专利文献

[0007] [PTL1] 日本专利公开 No. 2008-510201

[0008] [PTL2] 日本专利公开 No. 2009-003016

[0009] [PTL3] 日本专利公开 No. 2009-063655

发明内容

[0010] 技术问题

[0011] 当多个图像拾取元件被排列在图像拾取表面上作为这些显微镜时,样本(待测对象)的图像也被形成在多个图像拾取元件之间。通常,电气基底或者机械单元被形成在图像拾取元件之间。因此,当与样本有关的成像的光进入电气基底或者机械单元时,从电气基底或者机械单元产生反射光或者散射光。这时的反射光或者散射光可以照射其它电气基底、机械单元、图像拾取光学系统的透镜等,最后进入图像拾取元件。这时的反射光或者散射光对于拍摄样本的图像而言是不必要的光(有害光),并且使得图像质量劣化。

[0012] 在显微镜系统中,强烈地期望利用高精度检测待测对象的异常的部分,并且由有害光所引起的图像质量的劣化是要解决的主要问题。

[0013] 本发明提供如下的图像拾取设备,该图像拾取设备能够减少在布置多个图像拾取元件以获得和观察图像中由通过图像拾取元件之间的非图像拾取区域中的反射或者散射

产生的有害光所引起的图像质量的劣化。

[0014] 问题的解决方案

[0015] 本发明的图像拾取设备包括：光源单元；照明光学系统，被配置为将来自光源单元的光引导到待照射面上；样本台，被配置为将对象放置在待照射面上；图像拾取光学系统，被配置为形成放置在待照射面上的对象的图像；图像拾取元件部，通过在图像拾取光学系统的像面上设置多个图像拾取元件来配置；以及遮光部件，被配置为减少光进入到没有设置图像拾取元件部的多个图像拾取元件的区域。

[0016] 本发明的有利效果

[0017] 根据本发明，可以获得如下的图像拾取设备，该图像拾取设备能够减少在布置多个图像拾取元件以获得和观察图像中由通过图像拾取元件之间的非图像拾取区域中的反射或者散射产生的有害光所引起的图像质量的劣化。

附图说明

[0018] [图 1] 图 1 是描述本发明的图像拾取设备的整体结构的图。

[0019] [图 2A] 图 2A 是描述图 1 中示出的电气基底和图像拾取元件的布置的图。

[0020] [图 2B] 图 2B 是描述图 1 中示出的电气基底和图像拾取元件的布置的图。

[0021] [图 3] 图 3 是描述图 1 中示出的样本单元中的待测对象的图。

[0022] [图 4] 图 4 是描述图 1 中示出的图像拾取单元中的待测对象的图像的图。

[0023] [图 5A] 图 5A 是描述图 1 中的通过拍摄多个图像获取整体图像的图。

[0024] [图 5B] 图 5B 是描述图 1 中的通过拍摄多个图像获取整体图像的图。

[0025] [图 5C] 图 5C 是描述图 1 中的通过拍摄多个图像获取整体图像的图。

[0026] [图 5D] 图 5D 是描述图 1 中的通过拍摄多个图像获取整体图像的图。

[0027] [图 5E] 图 5E 是描述图 1 中的通过拍摄多个图像获取整体图像的图。

[0028] [图 5F] 图 5F 是描述图 1 中的通过拍摄多个图像获取整体图像的图。

[0029] [图 6A] 图 6A 是描述图 1 中的通过拍摄多个图像获取整体图像的图。

[0030] [图 6B] 图 6B 是描述图 1 中的通过拍摄多个图像获取整体图像的图。

[0031] [图 6C] 图 6C 是描述图 1 中的通过拍摄多个图像获取整体图像的图。

[0032] [图 6D] 图 6D 是描述图 1 中的通过拍摄多个图像获取整体图像的图。

[0033] [图 6E] 图 6E 是描述图 1 中的通过拍摄多个图像获取整体图像的图。

[0034] [图 6F] 图 6F 是描述图 1 中的通过拍摄多个图像获取整体图像的图。

[0035] [图 7A] 图 7A 是描述图 1 中的图像拾取元件和遮光部件的布置的图。

[0036] [图 7B] 图 7B 是描述图 1 中的图像拾取元件和遮光部件的布置的图。

[0037] [图 8] 图 8 是描述设置有遮光部件的图像拾取设备的整体结构的图。

[0038] [图 9] 图 9 是描述根据图像拾取元件的布置执行照明的照明光学系统的图。

[0039] [图 10] 图 10 是描述在本发明中的具有根据图像拾取元件的布置执行照明的照明光学系统和遮光部件的图像拾取设备的整体结构的图。

[0040] [图 11] 图 11 是描述在图像拾取单元中产生模糊时的样本表面照度分布的图。

[0041] [图 12] 图 12 是描述图 1 中的图像拾取单元的图。

具体实施方式

[0042] 本发明的图像拾取设备包括光源单元 10、照明光学系统 20 以及样本台,所述照明光学系统 20 将来自光源单元 10 的光引导到其上设置观察对象 32 的待照射面上,所述样本台可在设置有观察对象的该待照射面的平面中移动。此外,图像拾取设备包括对待照射面上的对象成像的图像拾取光学系统 40。另外,图像拾取设备包括图像拾取元件部(图像拾取单元)50,在该图像拾取元件部 50 中在图像拾取光学系统 40 的像面上设置多个图像拾取元件 53。

[0043] 然后,防止光进入其中没有设置图像拾取元件部 50 的多个图像拾取元件 53 的区域,遮光部件被设置在图像拾取元件部 50 的光入射侧处的区域、待照射面或者相对于待照射面共轭的平面中的至少一个上。

[0044] 在本发明的图像拾取设备中,在与光轴正交的平面中的图像拾取元件部 50、光接收部件 60 以及待照射面中的至少一个的相对位置被改变,以便拍摄待照射面上的对象的多个图像。图像拾取设备包括合成多个拍摄的图像的图像处理器 61 以及显示通过图像处理器 61 处理的图像的图像显示器 62。图像拾取设备还包括存储通过图像处理器 61 处理的图像信息的存储单元 63。

[0045] (第一实施例)

[0046] 图 1 是在本发明的第一实施例中的使用透射式显微镜的图像拾取设备的示意图。在图 1 中,图像拾取设备 1 包括光源(光源单元)10、照明光学系统 20、样本单元 30、图像拾取光学系统 40、以及图像拾取单元 50。图像拾取设备 1 利用图像拾取元件 53 拍摄样本 32 的图像。

[0047] 光源 10 发射光以便照射样本单元 30 的样本 32,并且通过卤素灯、氙气灯、LED 等被配置。照明光学系统 20 包括光学部件 20a 和 20b 以及反射镜 25,所述光学部件 20a 和 20b 适当地使来自光源 10 的光的直径成形以便将其引导到样本单元 30,所述反射镜 25 将在水平方向上行进的光学路径弯曲到垂直方向。样本单元 30 包括样本台 31 以及样本 32,该样本台 31 可在与光轴正交的平面中移动。

[0048] 在图 1 中,样本 32 被示出为仅仅包括载玻片,但是实际上它通过载玻片、待测对象、盖玻片等被一体化地配置。通过具有 β 倍的光学倍率的成像光学系统来配置图像拾取光学系统 40,该成像光学系统被用于通过图像拾取单元 50 拍摄样本 32 的图像。样本单元 30 和图像拾取单元 50 (更详细地,样本 32 和图像拾取元件 53) 相对于图像拾取光学系统 40 被设置为具有物面和像面的共轭关系。

[0049] 通过图像拾取单元 50 获得的图像由图像处理器 61 处理以便被显示在图像显示器 62 上。存储单元 63 存储由图像处理器 61 处理的图像信息、显示在图像显示器 62 上的图像信息等。

[0050] 图像拾取单元 50 包括图像拾取台 51、电气基底 52 和多个图像拾取元件 53。多个图像拾取元件 53 如图 2A 和图 2B 中所示出地被布置在电气基底 52 上。

[0051] 图 3 是描述作为观察对象的待测对象 33 的图。在样本 32 中,作为观察对象的待测对象 33 的图像 33a 由图像拾取光学系统 40 成像在图像拾取单元 50 上,如图 4 的虚线所指示的。多个图像拾取元件 53 以相对于相应的相邻图像拾取元件的间隔被设置在电气基底 52 上。在拍摄图像时,在样本 32 或者图像拾取单元 50 在与图像拾取光学系统 40 的光

轴垂直的平面中被相对地驱动时拍摄多个图像,并且基于交迭的部分来连接图像以便形成样本 32 的整体的所拍摄的图像。

[0052] 例如,在图 5A 到 5F 中,以矩阵的形式设置多个图像拾取元件 53,并且每当样本 32 在附图中的倾斜的方向上被移位时拍摄图像,以便连接拍摄的图像。图 5A 到 5C 示出在样本 32 在与光轴垂直的 X 和 Y 方向上被移位了图像拾取元件 53 的有效尺寸的一半时图像拾取单元 50 中的图像拾取元件 53 和待测对象 33 的图像 33a 之间的关系。当在图 5A 的位置处拍摄第一图像时,仅仅对待测对象 33 的图像 33a 中的存在图像拾取元件 53 的区域离散地成像,如图 5D 中所示出的。随后,当样本 32 被移位以便在图 5B 的位置处拍摄第二图像时,与先前获得的图像结合地对图 5E 中示出的部分成像。最后,当样本 32 被进一步移位以便将样本 32 移动到图 5C 的位置来拍摄图像并且该图像与通过拍摄先前两个图像获得的图像交迭时,可以产生图 5F 中示出的图像拾取区域的整体图像。

[0053] 在本实施例中,也可以应用如下的方法,在该方法中,如图 6A 到 6C 中所示出的,以之字形布置方式设置多个图像拾取元件 53,并且如图 6D 到 6F 中所示出的,每当样本 32 在图像拾取元件 53 的 X 方向上被移位了有效尺寸时拍摄图像以便连接拍摄的图像。在 X 方向上移动样本 32 时重复拍摄图像中,图像拾取元件 53 被设置为沿 X 方向观看时被交迭以便连接图像。

[0054] 描述如在图 6A 到 6F 中示出的其中排列多个图像拾取元件 53 的示例。在实施例中,待观察的样本 32 的视场是 $20\text{mm} \times 20\text{mm}$,并且光学倍率是 10 倍大。在该情况下,需要在图像拾取单元 50 中拍摄 $200\text{mm} \times 200\text{mm}$ 的区域的图像。为了拍摄该区域的图像,考虑其中使用具有有效面积 $24 \times 36\text{mm}$ 的图像拾取元件的情况。考虑交迭部分具有作为图像拾取元件 53 的尺寸的 20% 的尺寸以便连接图像,图像拾取元件 53 可以被交替地布置,使得在 X 方向上存在八个图像拾取元件,并且相对于 X 方向在 Y 方向上存在三个或者四个图像拾取元件,如图 7A 中所示出的。在该情况下,真实的有效面积是在 X 方向上 206.4mm 以及在 Y 方向上 208.8mm 。在交迭部分被细微地调节从而在 X 方向上为 22.7% 并且在 Y 方向上为 24% 时,可以形成期望的图像拾取区域。

[0055] 在图 7A 中,相对于图像拾取元件 53 的 X 方向上的长度 DX 以 $1.2DX$ 的间距在 X 方向上设置多个图像拾取元件 53。相对于 Y 方向上的长度 DY 以 $1.6DY$ 的间距在 Y 方向上设置多个图像拾取元件 53。在 X 方向上排列的图像拾取元件中的相邻图像拾取元件在 Y 方向上移位了 $0.8DY$ 的间距。

[0056] 图 12 是描述在该情况下的图像拾取元件 53 的布置的图。图像拾取元件 53 在 X 方向上具有 24mm 的长度并且在 Y 方向上具有 36mm 的长度。图像拾取元件 53 的 X 和 Y 方向上的长度分别被表示为 X 和 Y。在该情况下,以 X 方向上的 $1.2X$ 的间距和 Y 方向上的 $1.6Y$ 的间距来设置图像拾取元件 53。当聚焦于 X 方向时, M 行之后的图像拾取元件被设置为位于 L 行的图像拾取元件的中间处,并且还被设置为与图像拾取元件之一在 Y 方向上交迭 20%。当聚焦于 Y 方向时, M 行之后的图像拾取元件与图像拾取元件之一交迭 20%。

[0057] 在图 12 中,通过使用 X 和 Y 来指示每个图像拾取元件的 X 和 Y 方向的位置关系。由虚线包围的区域是通过使用多个图像拾取元件获得的合成图像拾取区域。在图 12 中,合成图像拾取区域的尺寸如下。

[0058] X 方向 : $8.6X = 8.6 \times 24 = 206.4 (\text{mm})$

[0059] Y 方向 : $5.8Y = 5.8 \times 36 = 208.8$ (mm)

[0060] 在使用第一实施例的显微镜的图像拾取设备中,如图 7B 中所示出的遮光部件 60 被设置在光学路径中使得来自样本 32 的光仅仅进入图像拾取元件 53。

[0061] 在本实施例中,当遮光部件被设置在光学路径中时,该遮光部件具有通过开口部和遮光部配置的板(plate)形状,该开口部是与多个图像拾取元件接收光的有效光接收区域对应的区域,该遮光部是除开口区域以外的区域。具体地,光接收部件 60 包括光通过其的开口部 60a 和其中遮蔽光的光接收部 60b。然而,由于存在根据成像次数 X 和 Y 方向反转的情况,因此可以根据图像拾取光学系统 40 适当地设置它。优选的是,设置遮光部件 60 的位置是像面(其上设置图像拾取元件 53 的平面)和与图像拾取光学系统 40 或者照明光学系统 20 的像面共轭的平面中的至少一个的位置。作为与像面共轭的平面,存在除图像拾取光学系统的成像面以外的成像面或者物面(其上设置样本 32 的平面)。如果遮光部件 60 的遮光部 60b 完全地吸收光,则该遮光部件可以被设置在像面上。当遮光部件 60 被设置在除像面以外的位置处时,其尺寸需要通过考虑对于图像拾取单元 50 的光学倍率来被确定。

[0062] 例如,当遮光部件 60 被设置在样本单元 30 中时,图像拾取光学系统 40 的成像倍率被设定为 β 。在该情况下,可以设置遮光部件 60 的整体的尺寸、开口部 60a 和遮光部 60b 的尺寸以及开口部 60a 的间隔全部被放大 $1/\beta$ 倍的遮光部件 60。

[0063] 通过遮光部件 60 减少进入图像拾取元件 53 的外围的光。因此,进入在图像拾取元件 53 的外围处提供的电气基底 52 的光被反射,并且被其它部件进一步反射以便减少进入图像拾取元件 53 的光斑(flare),并且结果图像质量的劣化被减少。

[0064] 到样本 32 的照明光可以被设定为与图像拾取元件 53 对应,而不是遮蔽成像光。为了被离散地照射,遮光部件可以被设置在照明光学系统 20 中的与待照射面 32 共轭的平面上。

[0065] 图 8 是遮光部件被提供在照明光学系统 20 的光学路径中时的主要部分的示意图。相对于成像光学系统 24 和 26,样本 32 和平面 27 具有共轭关系。当共轭面 27 和待照射面(其上设置样本 32 的平面)的光学倍率是 β' 时,可以在共轭面 27 上设置具有其中遮光部件 60 的整体的尺寸、开口的尺寸以及开口部 60a 的间隔等全部被放大 $1/(\beta \times \beta')$ 倍的形状的遮光部件 60。

[0066] 在该情况下,在样本单元 30 和遮光部件 60 中的至少一个在与光轴垂直的平面中移动时拍摄图像。可替代地,在遮光部件 60 和图像拾取单元 50 在与光轴垂直的平面中移动时也可以拍摄图像。然而,在该情况下,遮光部件 60 的移动量相对于图像拾取单元 50 的移动量是 $1/(\beta \times \beta')$ 。

[0067] 在本实施例中,还可以在光学路径中设置两个或更多个遮光部件。根据该配置,可以有效地减少有害光。

[0068] (第二实施例)

[0069] 在使用本发明的显微镜的图像拾取设备中,照明光学系统 20 还可以被配置为使得在没有使用遮光部件的情况下光仅仅进入多个图像拾取元件。根据图像拾取元件的布置的照明还可以通过照明光学系统 20 被执行。

[0070] 在图 9 中示出的照明光学系统中,来自光源单元 10 的光被准直仪 21 成形为平行光以便进入衍射光学元件 22。通过傅里叶变换透镜 23 在中间像面 27 上对于来自衍射光学

元件 22 的衍射光执行傅里叶变换,以便形成图像。在中间像面 27 上,获得可以照射根据图像拾取元件 53 的布置的多个矩形区域的光分布。这与遮光部件 60 被设置在图 8 的平面 27 上时的平面 27 上的光分布相同。通过将平面 27 的中间像面上的光学倍率设定为 β' 倍来照射样本单元 30 的样本 32。该照明被设计为使得通过图像拾取光学系统 40 光仅仅出现到图像拾取元件 53 上。因此,对于拍摄图像不必要的光不进入图像拾取元件 53。

[0071] 在本实施例中,由于光仅仅被衍射光学元件 22 成形为被照射到用于拍摄图像的有效部分上,因此与使用遮光部件的情况相比,可以抑制光功率(功率消耗)。可以通过使用 CG (计算机图形学) 等的已知方法制作衍射光学元件 22。

[0072] (第三实施例)

[0073] 存在其中进入样本单元 30 的光由于衍射光学元件 22 的衍射效率、成像光学系统 24 和 26 的像差等而稍微模糊的情况。在该情况下,还可以结合第一实施例中描述的遮光部件 60。在图 10 中示出的显微镜中,来自发光单元 10 的光被准直仪 21 变为平行光从而进入衍射光学元件 22。衍射光学元件 22 形成照射中间像面 27 上的多个矩形形状的平面。成像光学系统 24 和 26 利用中间像面 27 的光分布照射样本 32。在该情况下,如图 11 中所示出的,例如在样本 32 的照明分布中可以产生模糊。在该情况下,遮光部件 60 可以被设置在样本 32 处以便遮蔽由于模糊产生的不必要的光。然后,从样本 32 经过图像拾取光学系统 40 的光进入图像拾取单元 50 中的图像拾取元件 53。结果,可以进一步减少对于拍摄图像不必要的光。

[0074] 如上所述,在其中布置各个实施例的多个图像拾取元件的图像拾取设备中,在不设置图像拾取元件的区域上成像的光被遮蔽。可替代地,图像拾取设备被配置为不照射没有设置图像拾取元件的区域。因此,基本上不必要的光没有进入图像拾取单元。结果,由于可以抑制通过光进入额外区域上产生的反射或者散射,因此可以提高拍摄的图像的质量。此外,由于可以减少由图像拾取单元中的电气基底等上的反射所引起的影响,因此可以提高布置电线或者机械单元的自由度。

[0075] 如上所述,本发明被应用于显微镜的情况被描述作为本发明的光学系统的一个实施例。在每个实施例中描述了在像面上形成照射在样本上的光的透射光的图像的透射式光学系统,但是还可以采用反射式光学系统。实施例被类似地应用于除显微镜以外的图像拾取设备。

[0076] 附图标记列表

[0077] 1 图像拾取设备的示意图

[0078] 10 光源

[0079] 20 照明光学系统

[0080] 30 样本单元

[0081] 31 样本台

[0082] 32 样本

[0083] 33 待测对象

[0084] 40 图像拾取光学系统

[0085] 50 图像拾取单元

[0086] 52 电气基底

[0087] 53 图像拾取元件

[0088] 60 遮光部件

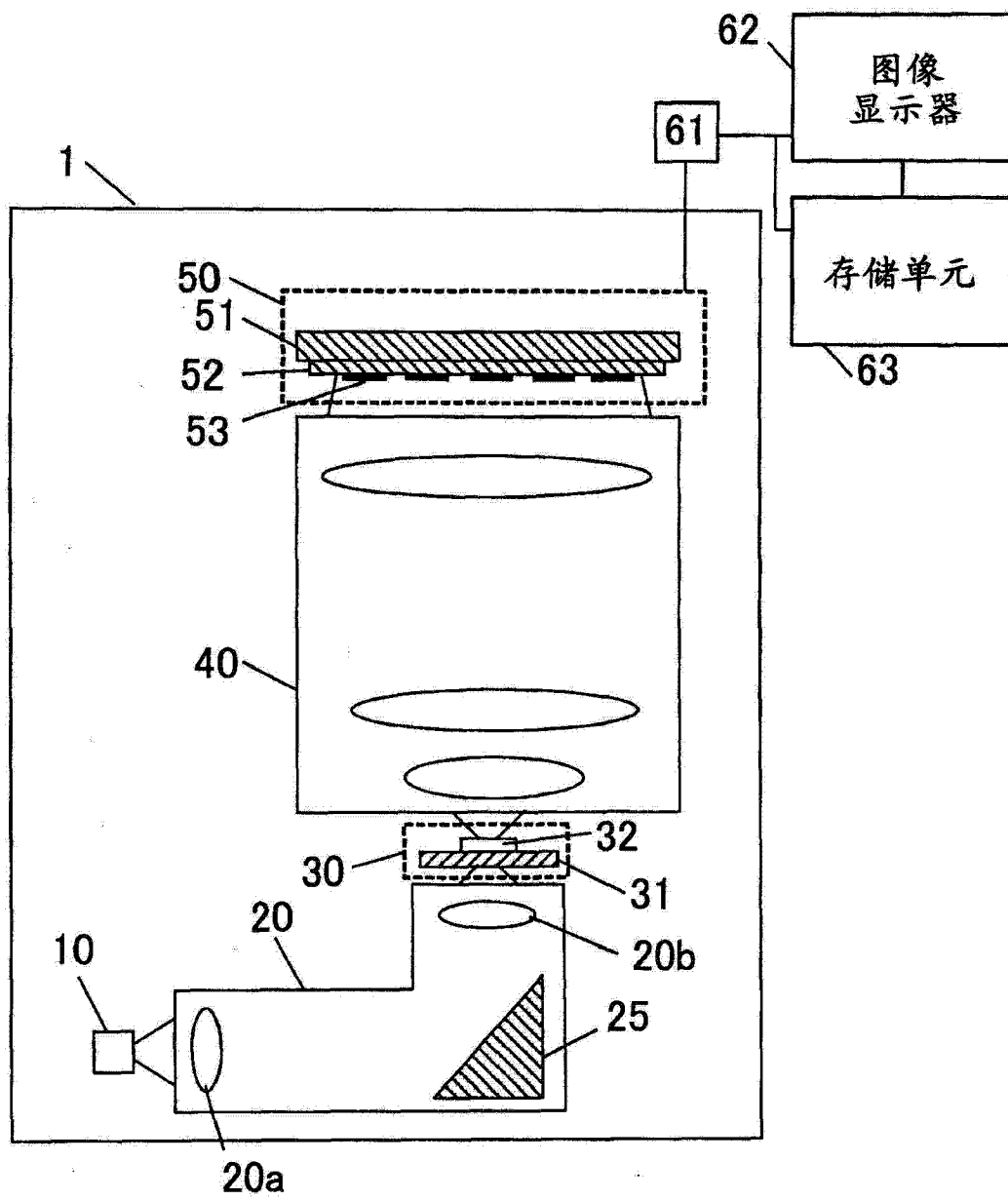


图 1

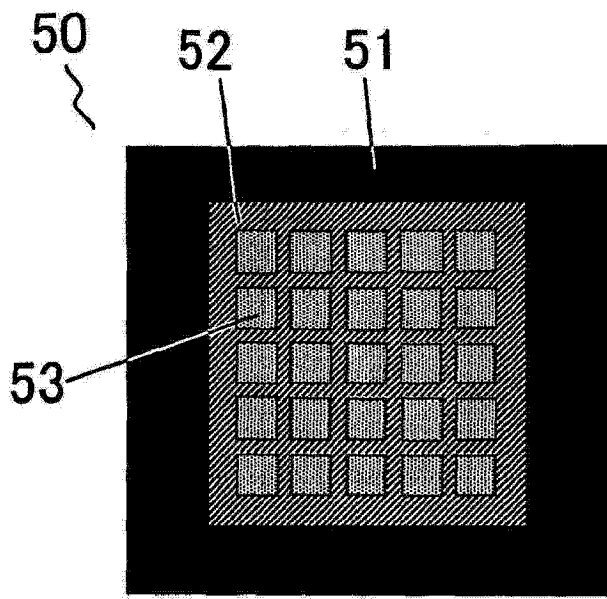


图 2A

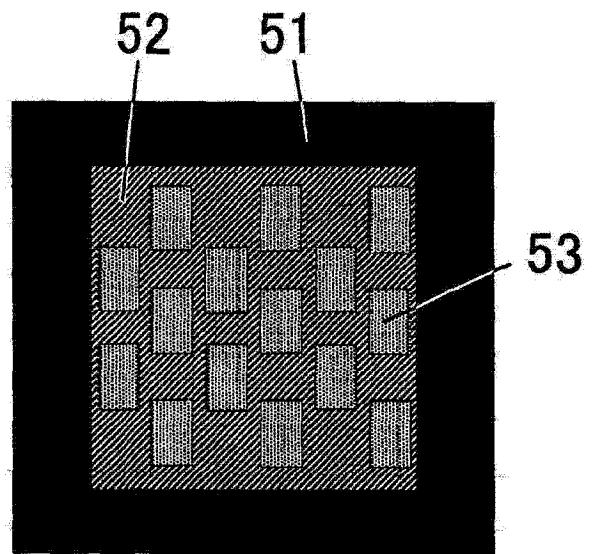


图 2B

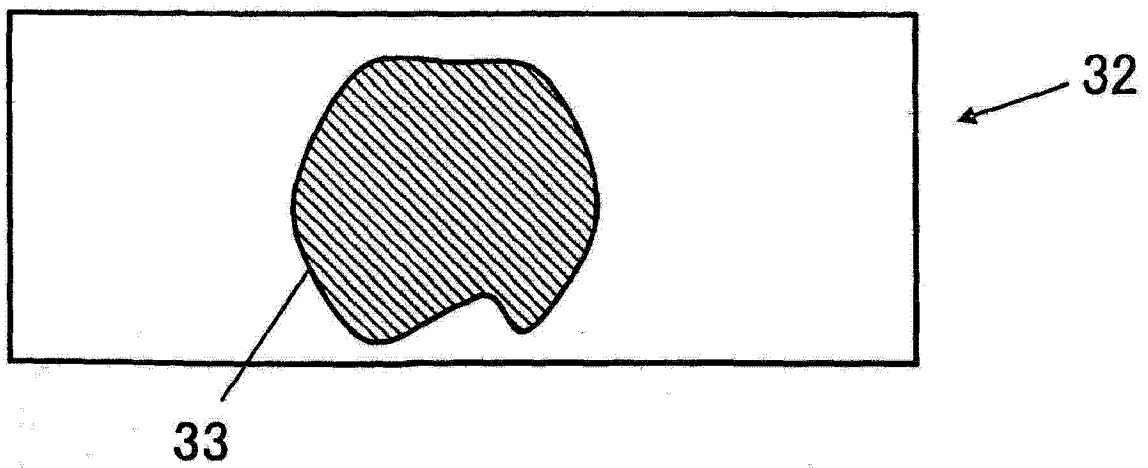


图 3

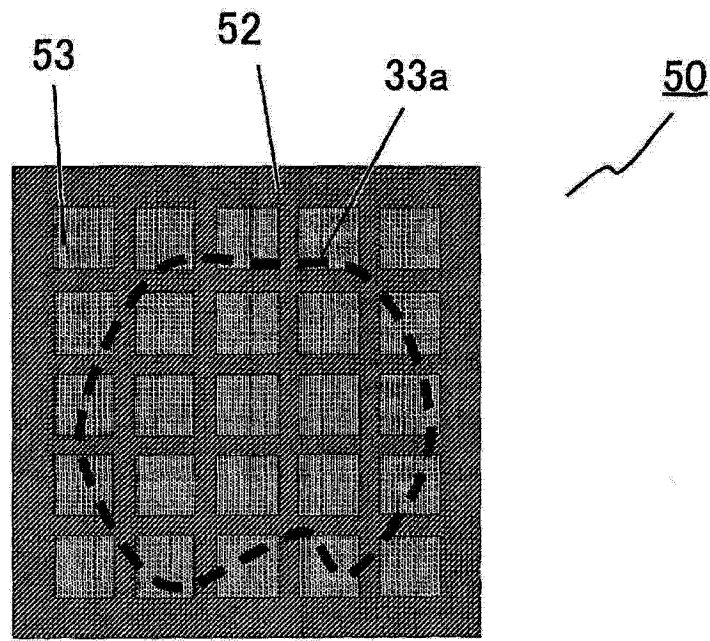


图 4

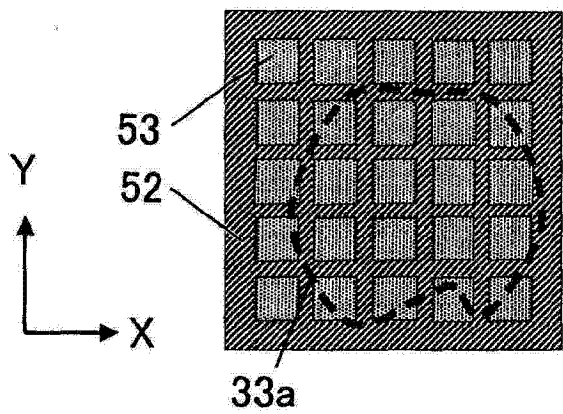


图 5A

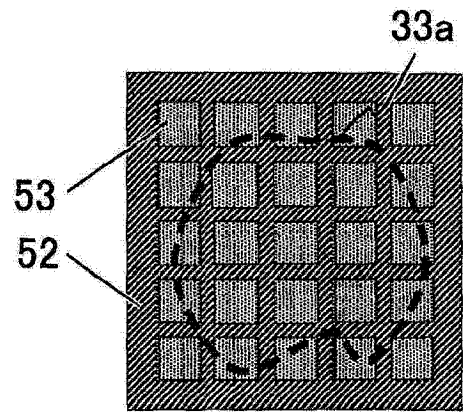


图 5B

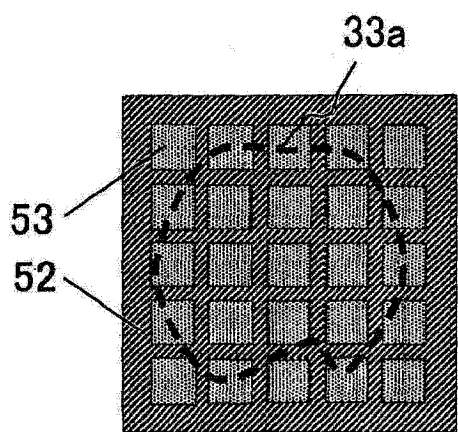


图 5C

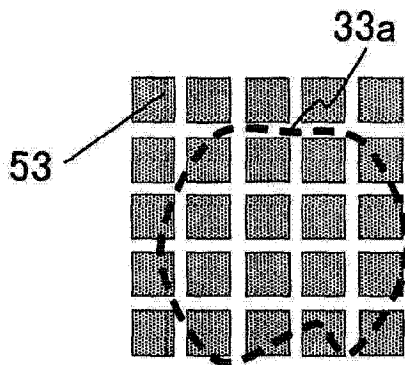


图 5D

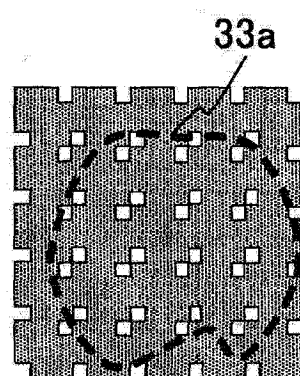


图 5E

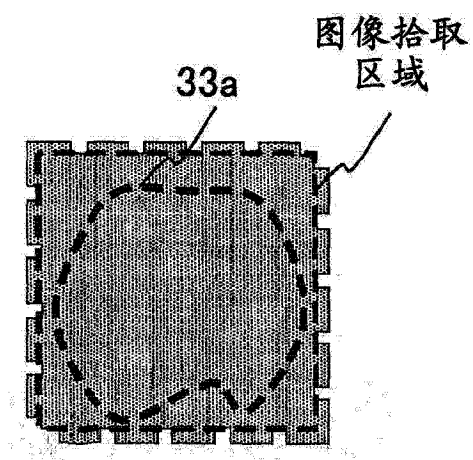


图 5F

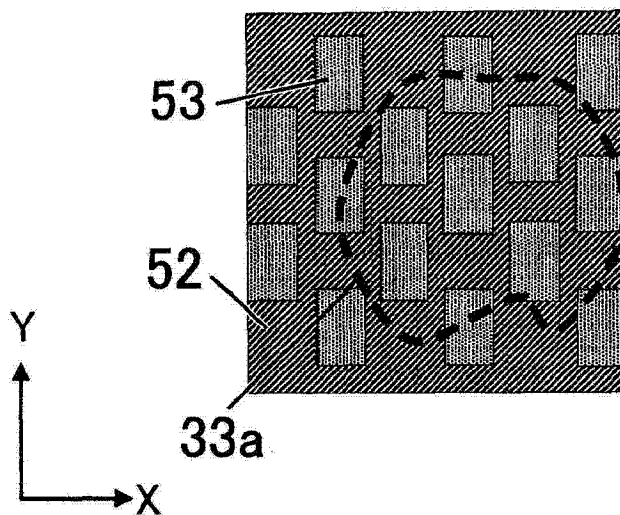


图 6A

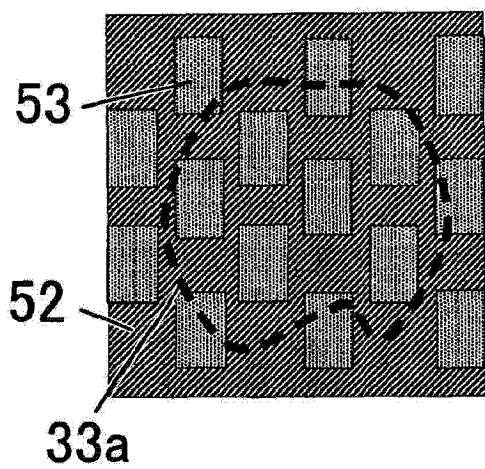


图 6B

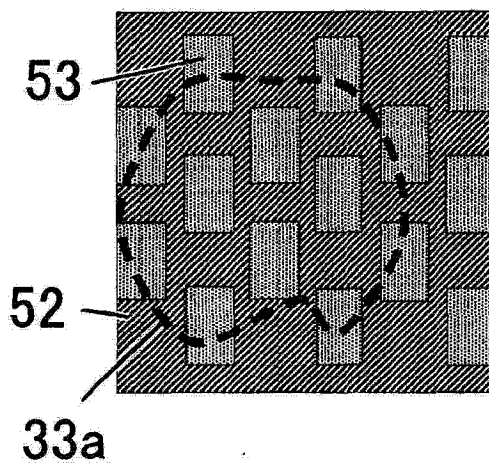


图 6C

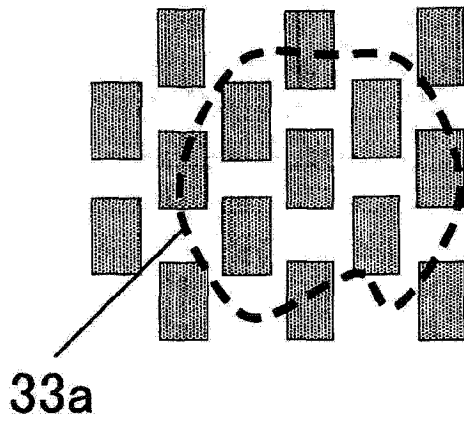


图 6D

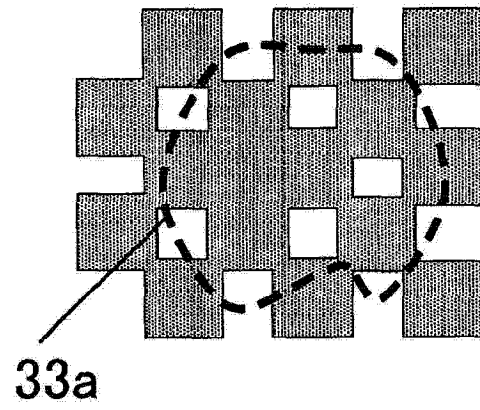


图 6E

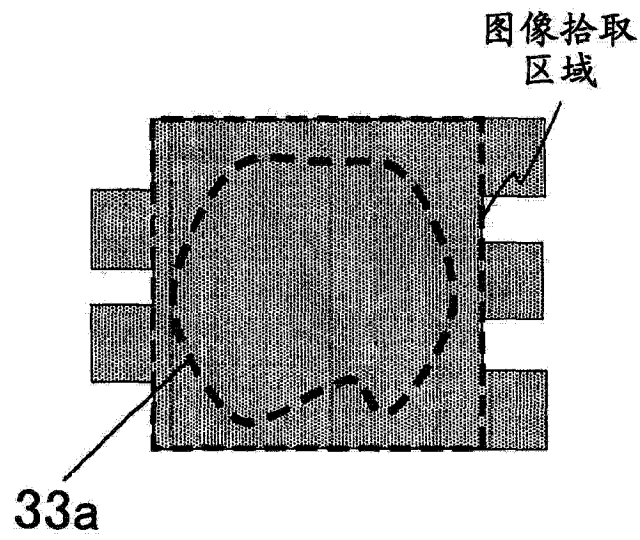


图 6F

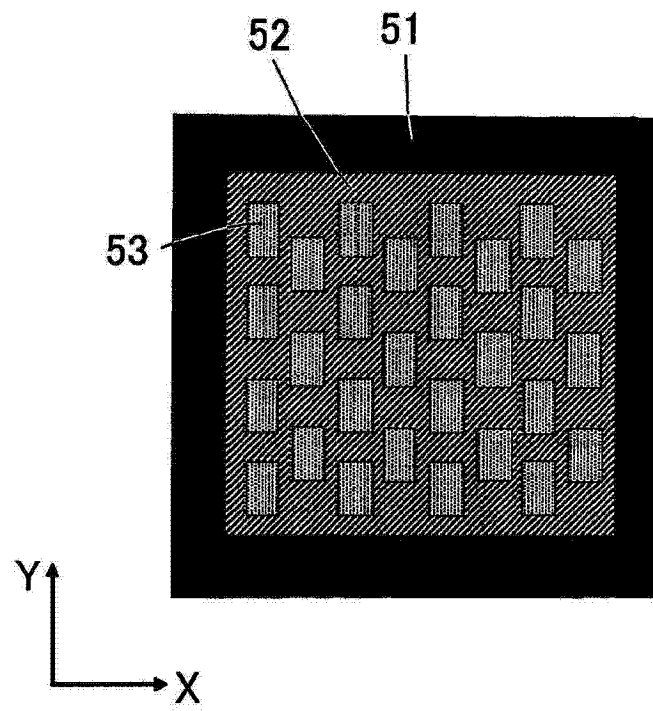


图 7A

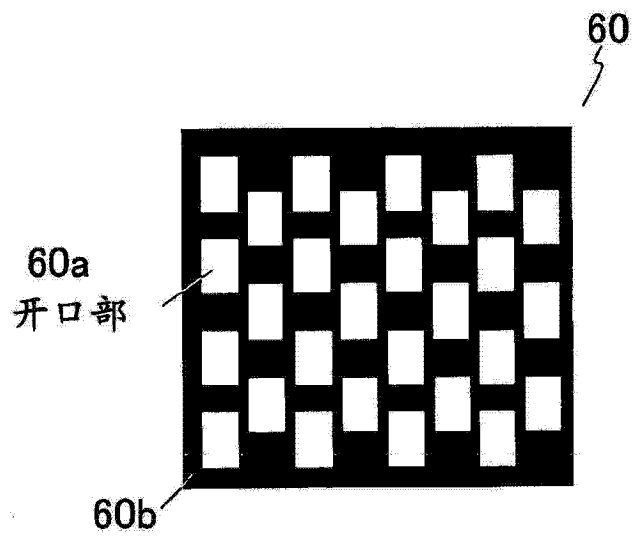


图 7B

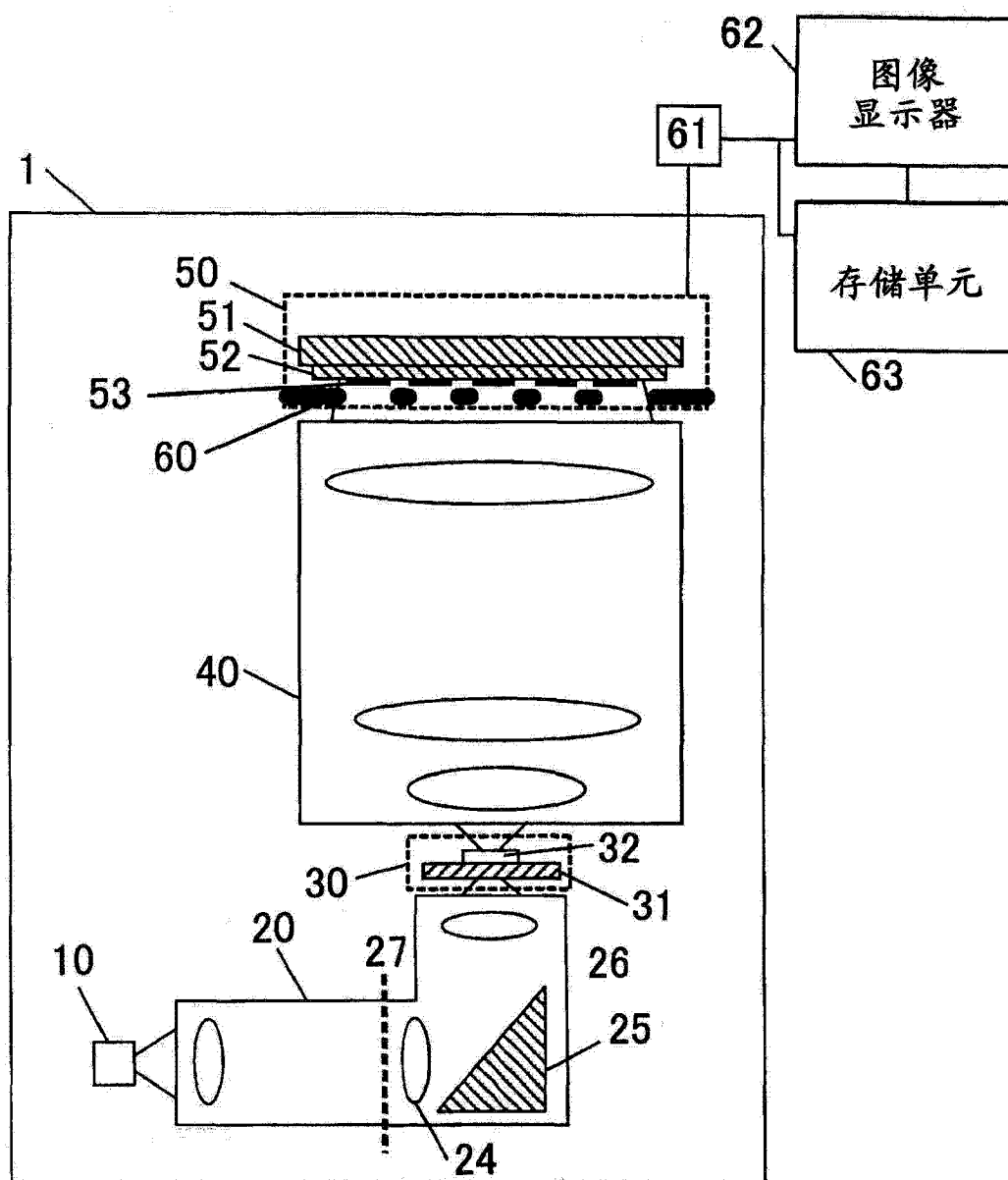


图 8

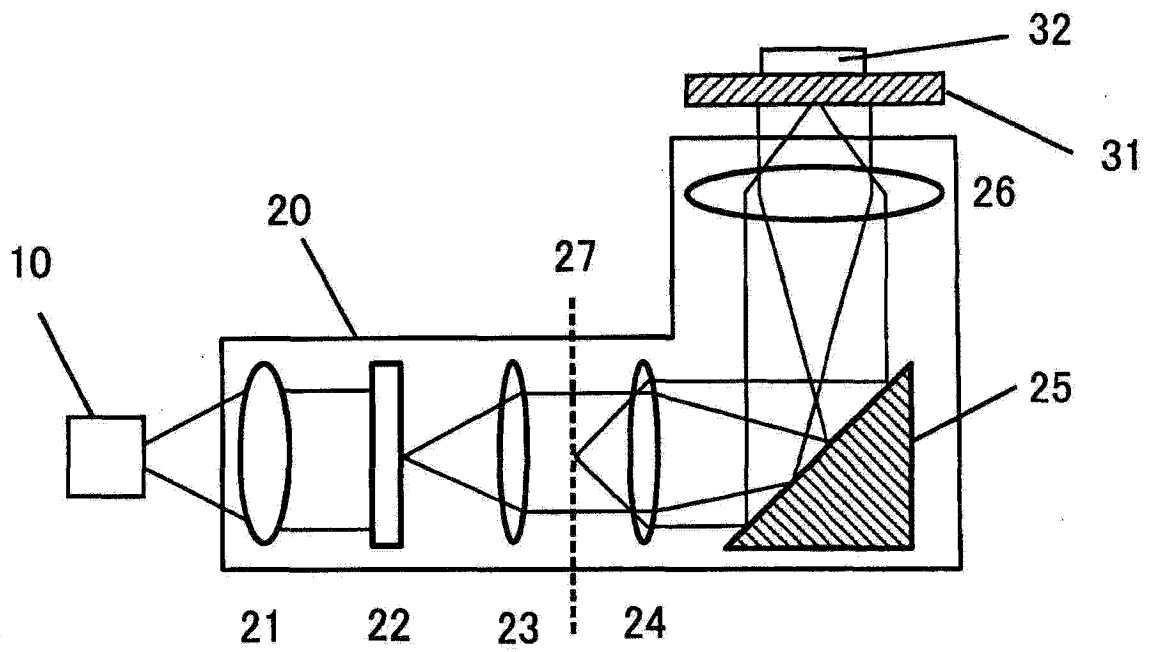


图 9

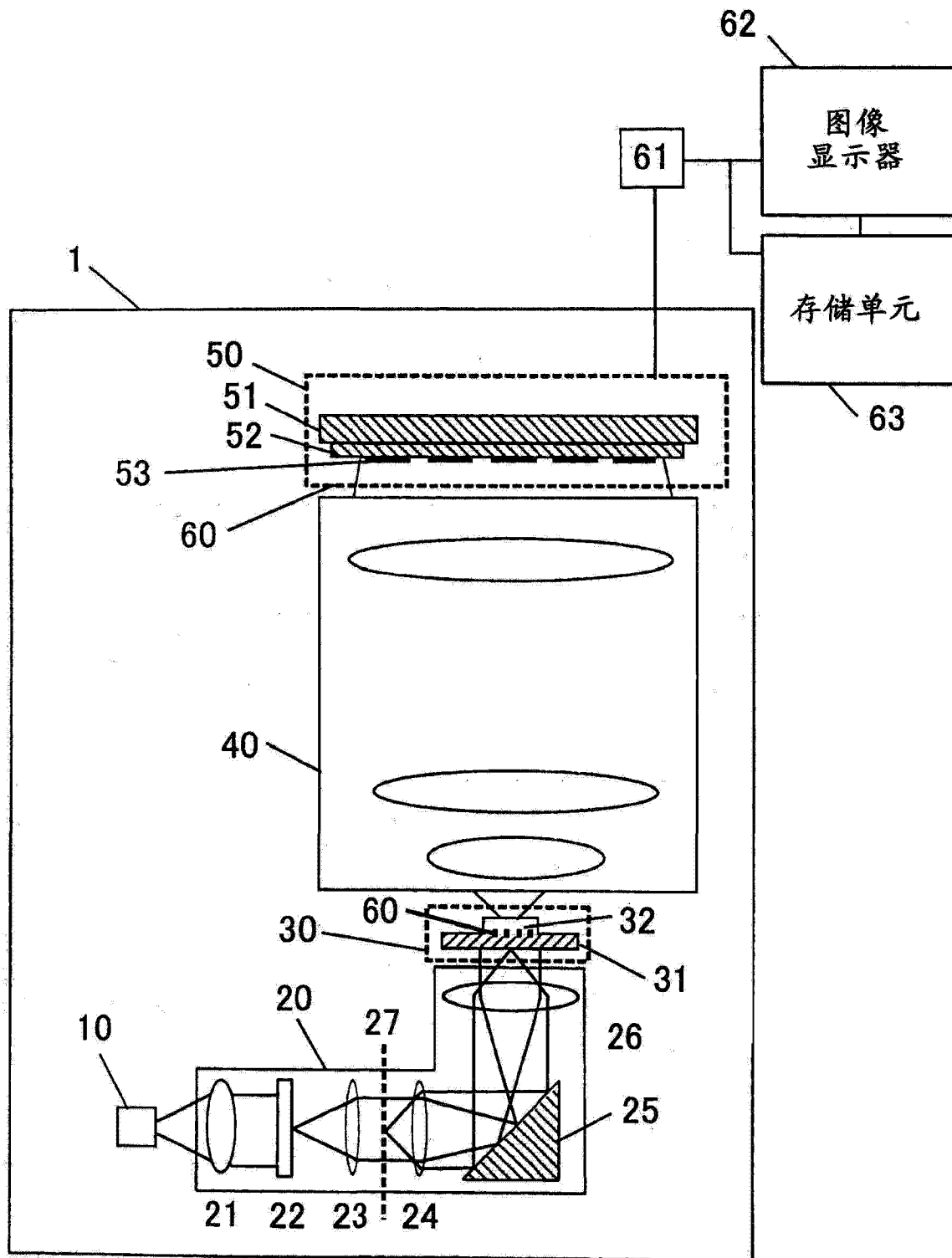


图 10

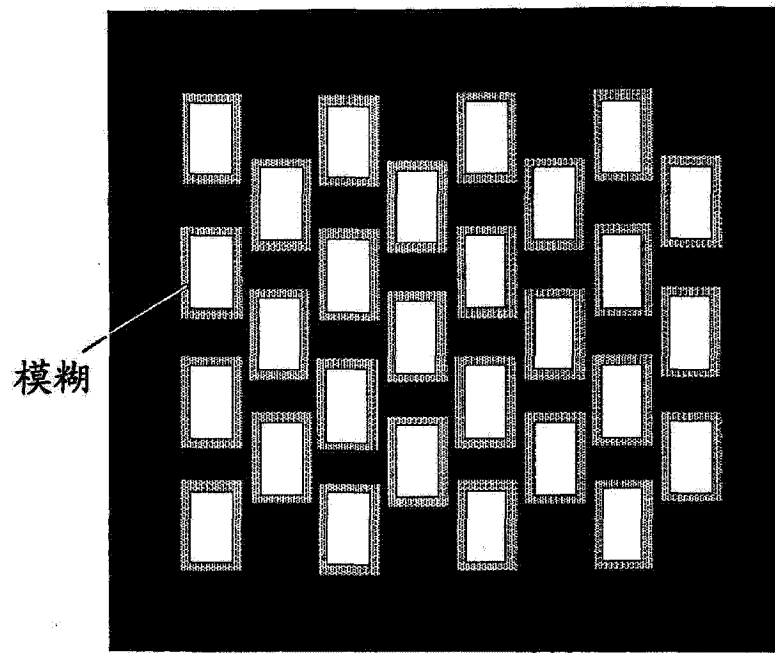


图 11

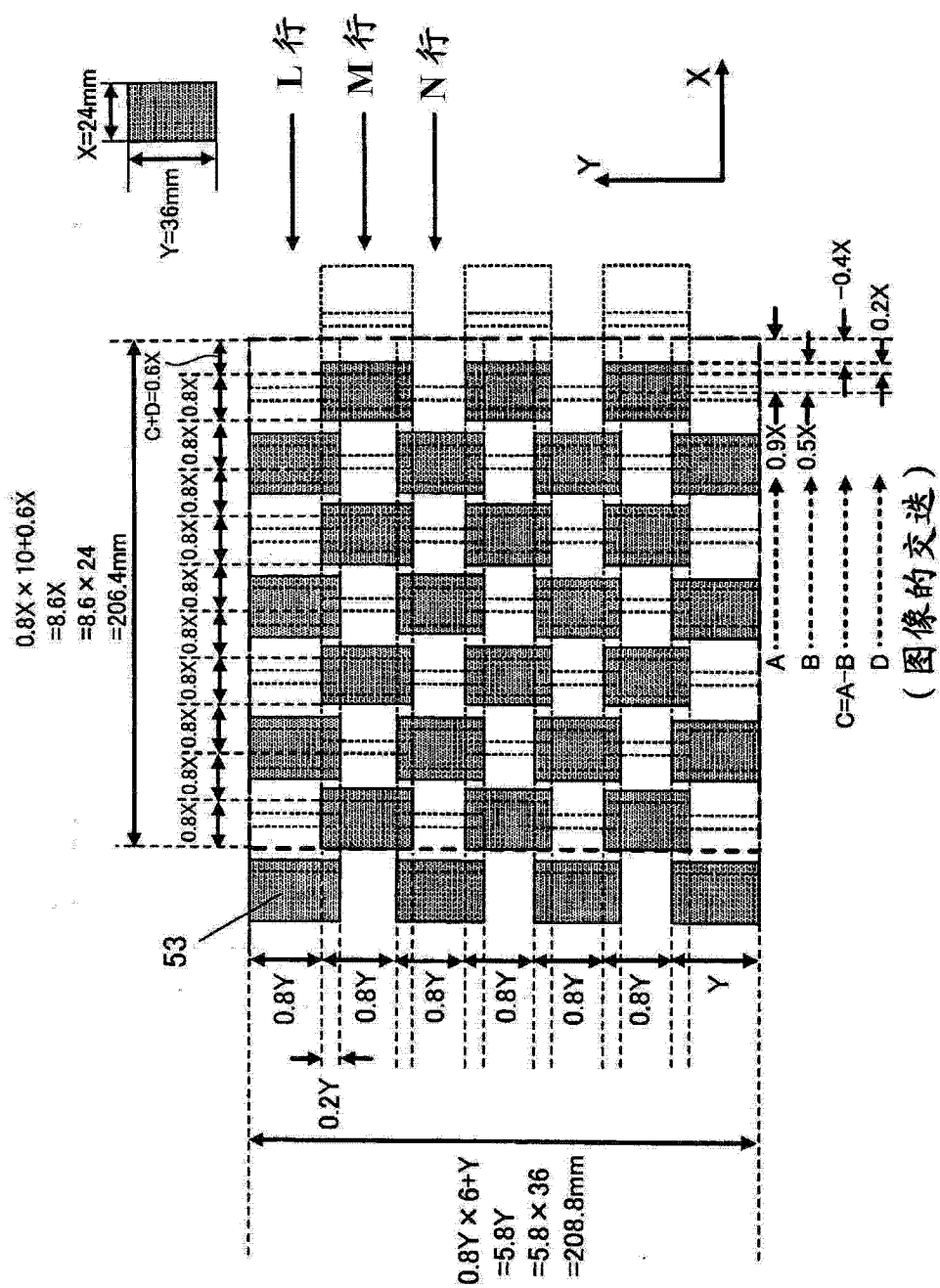


图 12