



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102738186 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 17

(21) 申请号 201210049558. X

(22) 申请日 2012. 02. 29

(30) 优先权数据

2011-073925 2011. 03. 30 JP

(71) 申请人 索尼公司

地址 日本东京

(72) 发明人 中泽正志 平野智之

(74) 专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理
有限责任公司 11290

代理人 武玉琴 陈桂香

(51) Int. Cl.

H01L 27/146(2006. 01)

H04N 5/372(2011. 01)

H04N 5/374(2011. 01)

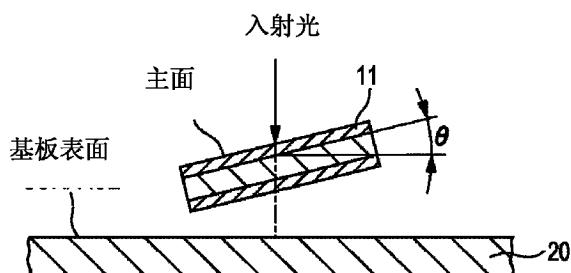
权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 9 页

(54) 发明名称

固体摄像器件和电子装置

(57) 摘要

本发明涉及固体摄像器件和包括所述固体摄像器件的电子装置。所述固体摄像器件包括：光电转换膜，其处于半导体基板外部，并介于两个透明电极之间。所述光电转换膜的膜表面设置成相对所述半导体基板的前表面倾斜。本发明能够在不降低光电转换膜的灵敏度的前提下获得高的光电转换效率。



1. 一种固体摄像器件,其包括:
光电转换膜,其位于半导体基板外部,并介于两个透明电极之间,
其中,所述光电转换膜的膜表面设置成相对所述半导体基板的前表面倾斜。
2. 如权利要求1所述的固体摄像器件,其中,所述光电转换膜对预定波长范围内的光进行光电转换,并使不同于所述预定波长范围的其它波长范围内的光透过。
3. 如权利要求2所述的固体摄像器件,其中,所述光电转换膜沿着凹部的内壁布置,并形成用于聚集入射光的波导部,所述凹部形成在所述半导体基板上的层间膜中。
4. 如权利要求3所述的固体摄像器件,其中,所述光电转换膜布置在所述凹部的整个所述内壁上。
5. 如权利要求2所述的固体摄像器件,其中,所述光电转换膜由下述材料形成,所述材料相对所述其它波长范围内的光具有70%以上的透射率。
6. 如权利要求2所述的固体摄像器件,其还包括:
光电转换层,其位于所述半导体基板中,并对所述光电转换膜中透过的所述其他波长范围内的光进行光电转换。
7. 如权利要求6所述的固体摄像器件,其中,所述光电转换层位于所述光电转换膜的中线延长线上。
8. 如权利要求1所述的固体摄像器件,其还包括:
电荷存储单元,其位于所述半导体基板中,并积累在所述光电转换膜中光电转换的电荷。
9. 如权利要求4所述的固体摄像器件,其中,所述光电转换膜与所述两个透明电极一同埋入在所述凹部中。
10. 如权利要求1所述的固体摄像器件,其中,所述光电转换膜由两个以上的层层叠而成。
11. 如权利要求10所述的固体摄像器件,其中,两层以上的所述光电转换膜共同对同一波长范围内的光进行光电转换。
12. 如权利要求10所述的固体摄像器件,其中,两层以上的所述光电转换膜分别对不同波长范围内的光进行光电转换。
13. 如权利要求3所述的固体摄像器件,其中,所述两个透明电极中位于所述层间膜一侧的透明电极的折射率大于所述层间膜的折射率。
14. 一种电子装置,其包括前述权利要求1-13中任一项所述的固体摄像器件。

固体摄像器件和电子装置

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请包含与 2011 年 3 月 30 日向日本专利局提交的日本在先专利申请 JP 2011-073925 的公开内容相关的主题, 在这里将该在先申请的全部内容以引用的方式并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及固体摄像器件和电子装置, 尤其涉及使用光电转换层对入射光进行光电转换的固体摄像器件以及具有该固体摄像器件的电子装置。

背景技术

[0004] 通常, 固体摄像器件具有如下结构: 在形成在半导体基板中的光电转换单元中对入射光进行光电转换, 并通过读取由光电转换单元的光电转换获得的电荷来进行摄像。在这种固体摄像器件中, 可能存在如下情况: 随着像素集成度的增加而导致光损失, 或者由于在不同平面位置处检测 R(红)、G(绿) 和 B(蓝) 三原色的光而可能出现分色 (color separation) 或伪彩色 (false color)。

[0005] 为了避免上述分色问题, 目前提出了所谓的层叠型固体摄像器件 (例如, 参见未审查的日本第 2003-332551 号专利申请, 具体见 0077 至 0081 段和图 5), 在该专利申请中, 将绿色光电转换层设置在半导体基板的外部, 并将蓝色光电转换层和红色光电转换层形成在半导体基板中。在该层叠型固体摄像器件中, 由于在同一平面上检测 RGB 三原色的光, 并且能够分离这些颜色, 所以能够解决由于光接收位置的不同而导致的伪彩色问题。

[0006] 在上述未审查的日本第 2003-332551 号专利申请 (具体地参见 0077 至 0081 段和图 5) 的相关技术中, 能够解决由于光接收位置的不同而导致的伪彩色问题, 然而, 另一方面, 需要使光电转换膜的膜厚度变薄, 以便在更低偏置电压下获得高的光电转换效率。然而, 当光电转换膜的膜厚度变薄时, 由于光电转换膜中的光路 (optical path) 长度变短, 所以光电转换膜的灵敏度降低。

发明内容

[0007] 鉴于以上问题, 期望提供固体摄像器件和具有固体摄像器件的电子装置, 以能够在不降低光电转换膜的灵敏度的前提下获得高的光电转换效率。

[0008] 根据本发明的实施例, 提供了一种固体摄像器件。所述固体摄像器件包括: 光电转换膜, 其处于半导体基板外部, 并介于两个透明电极之间。所述光电转换膜的膜表面设置成相对所述半导体基板的前表面倾斜。所述固体摄像器件用作多种电子装置中的图像捕捉单元 (图像读取单元)。

[0009] 在具有上述结构的固体摄像器件或具有作为图像捕捉单元的该固体摄像器件的电子装置中, 由于光电转换膜的膜表面布置成相对半导体基板的表面 (即, 基板表面) 倾斜, 即倾斜于基板表面, 因此入射光相对光电转换膜的膜表面的垂直线倾斜 (倾斜地) 入

射。此处,当入射光相对光电转换膜的膜表面垂直入射时,即相对膜表面的垂直线平行入射时,入射光在光电转换膜中的光路长度等于光电转换膜的膜厚度。相反,入射光相对光电转换膜的膜表面的垂直线倾斜入射时的光路长度大于入射光相对膜表面的垂直线平行入射时的光路长度(光电转换膜的膜厚度)。

[0010] 根据本发明,由于即使在相同膜厚度的条件下,也能够使入射光在光电转换膜中的光路长度大于在入射光相对光电转换膜的膜表面垂直入射时的光路长度,因此能够在不降低光电转换膜的灵敏度的前提下获得高光电转换效率。

附图说明

[0011] 图 1A 和图 2B 是本发明实施例的固体摄像器件中的光电转换膜的示意图;

[0012] 图 2A 和 2B 是本发明实施例的固体摄像器件中的光电转换膜的操作或效果的示意图;

[0013] 图 3 是表示第一示例的单元像素的示意性像素结构的剖面图;

[0014] 图 4A 和图 4B 是表示用于 B 色光读取电路和 R 色光读取电路的示例的电路图;

[0015] 图 5 是在用于 G 色光光电转换膜中受到光电转换的入射光或在该光电转换膜中透过的入射光的示意图;

[0016] 图 6 是表示第二示例的单元像素的示意性像素结构的剖面图;

[0017] 图 7 是表示第三示例的单元像素的示意性像素结构的剖面图;

[0018] 图 8 是表示变形例的单元像素的示意性像素结构的剖面图;

[0019] 图 9 是表示本发明的电子装置(例如,摄像设备)的结构示例的框图。

具体实施方式

[0020] 以下将参照附图具体说明用于实现本发明技术的实施例。此外,将按照以下顺序进行说明。

[0021] 1、实施例的说明

[0022] 1-1、第一示例

[0023] 1-2、第二示例

[0024] 1-3、第三示例

[0025] 2、变形例

[0026] 3、电子装置(摄像设备)

[0027] 1、实施例的说明

[0028] 本发明实施例的固体摄像器件在像素单元中使用光电转换膜对入射光进行光电转换。该光电转换膜设置成介于半导体基板外部的两个透明电极之间。此外,通过两个透明电极中的一个透明电极取出由光电转换膜的光电转换获得的电荷,并将电荷积累在电荷存储单元中,该电荷存储单元布置在半导体基板内。

[0029] 通过读取单元读取电荷存储单元中所积累的电荷。读取单元可以是例如使用 CCD(电荷耦合器件)工艺的电荷传输单元,或者可以是例如使用 CMOS(互补型金属氧化物半导体)工艺的读取电路。在实施例中,将读取单元是使用 CMOS 工艺的读取电路的情况作为示例进行说明。然而,读取单元不限于此。

[0030] 图 1A 和图 1B 是本发明实施例的固体摄像器件中的光电转换膜的示意图。此处，将举例说明如下示例：本发明实施例的固体摄像器件是 CMOS 图像传感器，该 CMOS 图像传感器中所使用的读取电路例如是使用 CMOS 工艺的读取电路，以作为电荷读取单元。在图 1A 和图 1B 中，图 1A 通过光电转换膜的等效电路和两个中间夹有该光电转换膜的透明电极来表示读取电路的结构示例，图 1B 表示光电转换膜的布局的示意性结构。

[0031] 在图 1A 和图 1B 中，光电转换膜 11 设置在半导体基板 20 外部，并介于两个电极之间，即，介于下电极 12 和上电极 13 之间，更具体地，光电转换膜 11 处于基板表面（基板的前表面）的上方。向上电极 13 施加偏置电压 V_{bias} 。当入射光通过上电极 13 照射到光电转换膜 11 上且向上电极 13 施加偏置电压 V_{bias} 时，光电转换膜 11 对入射光中所包含的预定波长范围内的光进行光电转换。

[0032] 通过下电极 12 取出由光电转换膜 11 的光电转换获得的电荷，并在布置于半导体基板 20 内部的电荷存储单元 14 中积累所述电荷（后面将说明具体机制）。在电荷存储单元 14 中积累的电荷由读取电路 30 读取以作为预定波长范围内的色光信号。

[0033] 例如，读取电路 30 包括复位晶体管 31、放大晶体管 32 和选择晶体管 33，并且读取电路具有如下结构：通过放大晶体管 32，将电荷存储单元 14 中积累的电荷作为电压经由选择晶体管 33 读取到列信号线 40。

[0034] 此处，根据该实施例，光电转换膜 11 具有有利的结构。更具体地，如图 1B 所示，光电转换膜 11 处于如下状态：光电转换膜的作为主面的膜表面相对半导体基板 20 的表面（基板表面）以预定角度 θ 倾斜。

[0035] 以此方式，由于光电转换膜 11 的膜表面相对基板表面是倾斜的，因此入射光相对于光电转换膜 11 的膜表面的垂直线倾斜地入射。于是，能够获得如下操作和效果。

[0036] 首先，如图 2A 所示，当入射光相对光电转换膜 11 的膜表面垂直地入射时，即与膜表面的垂直线相平行，由于入射光在光电转换膜 11 中的光路垂直于膜表面，因此入射光的光路长度 $L1$ 等于光电转换膜 11 的膜厚度 t 。

[0037] 另一方面，当入射光相对光电转换膜 11 的膜表面的垂直线倾斜入射时，由于入射光在光电转换膜 11 中的光路相对膜表面是倾斜的，因此入射光的光路长度 $L2$ 变得大于入射光相对垂直线平行入射时的光路长度 $L1$ （即，光电转换膜的膜厚度 t ）。

[0038] 如上所述，在光电转换膜 11 中，当使光电转换膜 11 的膜厚度变薄以在低偏置电压 V_{bias} 下获得高的光电转换效率时，由于光电转换膜 11 的光路长度变短，因此光电转换膜 11 的灵敏度降低。当简单地使光电转换膜 11 的膜厚度变厚以增加光电转换膜 11 中的光路长度时，将难于取出由光电转换获得的电荷。

[0039] 与此相比，如上所述，通过使用光电转换膜 11 的膜表面相对基板表面是倾斜的布局，能够使入射光在光电转换膜 11 中的光路长度 $L2$ 大于光路长度 $L1$ ，其中光路长度 $L1$ 是入射光相对膜表面垂直入射时的光路长度。此处，如果相同光路长度也足够的话，可以使光电转换膜 11 中的光路长度被延长的部分的膜厚度变薄。因此，能够获得高光电转换效率，而不会使光电转换膜 11 的灵敏度由于光电转换膜 11 的膜厚度变薄而降低。

[0040] 在下文中，通过第一至第三示例来说明本发明实施例的固体摄像器件的具体示例。在下文中，将主要说明包括光电转换膜（作为实施例的特征）的单元像素（一个像素单元）的像素结构。

[0041] 1-1、第一示例

[0042] 图 3 是表示第一示例的单元像素 50_A 的示意性像素结构的剖面图。第一示例的单元像素 50_A 在半导体基板外部（例如，硅基板 51 外部，具体地，在硅基板 51 的基板表面的上方）包括一个光色的特定光电转换膜，并在基板 51 中采用层叠结构，该层叠结构包括另一光色的光电转换膜。

[0043] 更具体地，防反射膜 52 形成在硅基板 51 上，由氧化硅膜等形成的层间膜 53 形成在防反射膜 52 上。在层间膜 53 中形成像素单元的凹部 54。凹部 54 形成正圆锥台形，该正圆锥台形的开口侧（其位于与硅基板 51 的基板表面相对一侧）的区域朝着开口端部变宽。能够通过干法刻蚀（RIE）处理等形成正圆锥台形。

[0044] 第一透明电极（下文称之为“下电极”）55 形成在凹部 54 的内壁上，光电转换膜 56 形成在下电极 55 上，第二透明电极（下文称之为“上电极”）57 形成在光电转换膜 56 上。此处，下电极 55、光电转换膜 56 和上电极 57 可布置于凹部 54 的内壁的一部分上，然而，下电极 55、光电转换膜 56 和上电极 57 优选地布置于整个凹部上。钝化膜 58 形成在上电极 57 上，平坦化膜 59 形成在钝化膜 58 上。

[0045] 此处，由于光电转换膜 56 介于下电极 55 和上电极 57 之间并沿着正圆锥台形凹部 54 的内壁形成，因此光电转换膜 56 的膜表面相对硅基板 51 的表面（基板表面）倾斜。光电转换膜 56 对预定波长范围内的色光进行光电转换，并同时使波长范围不同于上述色光的色光透过。

[0046] 例如，光电转换膜 56 可以是有机光电转换膜或者诸如非晶硅光电转换膜等无机材料。在任何情况下，光电转换膜 56 优选地由如下材料形成，该材料相对波长范围不同于光电转换膜 56 所光电转换的色光的光具有 70% 以上的高透射率。当将有机材料（有机光电转换膜）用作光电转换膜 56 时，存在的优点在于，由于分子设计（molecule design）的高自由度，容易获得期望的光谱特性。

[0047] 在第一示例中，假定光电转换膜 56 是对绿（G）色光进行光电转换的 G 色光光电转换膜。因此，在第一示例中，优选地使用相对波长范围不同于 G 色光的光具有 70% 以上透射率的材料作为光电转换膜 56 的材料。

[0048] 当在光电转换膜 56 中进行光电转换时，如上所述，需要向上电极 57 施加偏置电压。形成穿过防反射膜 52 和层间膜 53 的第一布线 60，以便从硅基板 51 一侧施加偏置电压。此外，由光电转换膜 56 的光电转换获得的电荷在下电极 55 中取出，因而形成穿过防反射膜 52 和层间膜 53 的第二布线 61，以便将电荷引导至硅基板 51 一侧。

[0049] 另一方面，例如，在硅基板 51 中，在光电转换膜 56 的中线延长线上形成两个光电转换层 62 和 63，即，在穿过凹部 54 的底部中心的中线延长线上形成两个光电转换层 62 和 63。具体地，例如对蓝色光进行光电转换的 B 色光光电转换层 62 形成在凹部 54 的中线延长线上的硅基板 51 的表面侧。此外，例如对红色光进行光电转换的 R 色光光电转换层 63 形成在比 B 色光光电转换层 62 更深的部分。

[0050] 在硅基板 51 中还形成电荷存储单元 64，电荷存储单元 64 到达硅基板 51 的表面。由光电转换膜 56 的光电转换获得的并由下电极 55 取出的电荷通过第二布线 61 被提供至电荷存储单元 64。即，电荷存储单元 64 是 G 色光电荷存储单元，其用于积累由 G 色光光电转换膜 56 的光电转换获得的电荷。

[0051] 第一示例的具有上述像素结构的单元像素 50_A 具有如下层叠结构:G 色光光电转换膜 56 布置在硅基板 51 的基板表面的上方,且 B 色光光电转换层 62 和 R 色光光电转换层 63 依次布置在硅基板 51 中。此外,G 色光光电转换膜 56、B 色光光电转换层 62 和 R 色光光电转换层 63 均共同位于穿过凹部 54 的底部中心的中线延长线上,即,布置在入射光的光轴上。如此,由于能够在同一平面位置上检测 RGB 三原色光,并能够在基板的深度方向上进行分色,所以能够解决由于光接收位置的差异而导致的伪彩色问题。

[0052] 在具有第一示例所述的层叠结构的单元像素 50_A 中,光电转换膜 11 形成在凹部 54 处,凹部 53 具有相对基板表面倾斜的壁。此处,正圆锥台形凹部 54 与具有现有波导部结构的单元像素的固体摄像器件中的用于形成波导部的凹部具有相同功能。

[0053] 以此方式,通过使用正圆锥台形凹部 54 来形成光电转换膜 56。更具体地,沿着凹部 54 的内壁设置的光电转换膜形成波导部,该波导部提高了单元像素 50_A 的入射光的集光(light concentration)效率。即,除了原来的光电转换功能外,光电转换膜 56 还具有用于高度集光的波导部功能。

[0054] 以此方式,由于光电转换 56 具有波导部结构,所以能够提高集光特性,特别地,能够提高相对倾斜入射光的灵敏度。此外,在第一布线 60 向上电极 57 施加偏置电压(图 1 中的偏置电压 V_{bias})的情况下,具有波导部结构的光电转换膜 56 吸收入射光中的 G 色光且对 G 色光进行光电转换,并同时使波长范围不同于 G 色光的光透过。

[0055] 由光电转换膜 56 的光电转换获得的电荷由下电极 55 取出、通过第二布线 61 引导至硅基板 51 中的电荷存储单元 64、并积累在电荷存储单元 64 中。电荷存储单元 64 对应于图 1 中的电荷存储单元 14。此外,电荷存储单元 64 中的积累电荷由图 1 中的读取电路 30 读取,并作为电压输出到列信号线 40。

[0056] 另一方面,在光电转换膜 56 中透过的波长范围内的光中,B 色光由 B 色光光电转换层 62 进行光电转换,并积累在光电转换层 62 中。此外,R 色光由 R 色光光电转换层 63 进行光电转换,并积累在光电转换层 63 中。图 4A 和 4B 示出了用于读取光电转换层 62 和光电转换层 63 中所积累的电荷的读取电路的示例。

[0057] 图 4A 和 4B 所示的 B 色光读取电路 30_A 和 R 色光读取电路 30_B 与图 1 所示的 G 色光读取电路 30 具有基本相同的电路结构。此处,B 色光光电转换层 62 和 R 色光光电转换层 63 表示为例如由光电二极管形成的层。此外,光电转换层 62 和 63 所积累的电荷分别由读取电路 30_A 和 30_B 读取,并作为电压输出到列信号线 40。

[0058] 此处,通过图 5 来说明在 G 色光光电转换膜 56 中受到光电转换的入射光的状态,或在 G 色光光电转换膜 56 中透过的入射光的状态。此外,在图 5 中,入射光由粗点划线表示。此外,为了使光电转换膜 56 中的光路清晰,光电转换膜 56 图示为白色。

[0059] 如图 5 所示,入射到单元像素 50_A 的光通过平坦化膜 59、钝化膜 58 和上电极 57 入射到光电转换膜 56。此处,光电转换膜 56 的膜表面相对硅基板 51 的基板表面倾斜,更具体地,光电转换膜 56 的膜表面沿着正圆锥台形凹部 54 的内壁面设置。因此,如点划线所示,入射到光电转换膜 56 的光在光电转换膜 56 的内壁面(界面)上受到多次反射,并到达凹部 54 的底面。

[0060] 此处,入射到光电转换膜 56 的光中的 G 色光在光电转换膜 56 中不断受到反射的同时被吸收,并被光电转换。此时,与光相对光电转换膜 56 的膜表面垂直入射的情况相比,

入射光在光电转换膜 56 中的光路长度较大地变长。此外,如果相同光路长度也足够的话,可以使光电转换膜 56 中的光路长度被延长的部分的膜厚度变薄。因此,能够获得高光电转换效率,而不会使光电转换膜 56 的灵敏度由于光电转换膜 56 的膜厚度变薄而降低。

[0061] 另一表面,如点划线所示,波长范围不同于 G 色光的光在光电转换膜 56 中受到多次反射,并通过下电极 55、层间膜 53 和防反射层 52 入射到硅基板 51。此外,B 色光在光电转换层 62 中受到光电转换,而 R 色光在光电转换层 63 中受到光电转换。

[0062] 此外,如上所述,假定入射到光电转换膜 56 的光在光电转换膜 56 中受到多次反射,然而,实际上,光在透明的下电极 55 和层间膜 53 之间的界面处也受到反射。此处,为了使入射光在下电极 55 和层间膜 53 之间的界面处全反射,与例如由氧化硅膜制成的层间膜 53 的折射率 (1.46) 相比,优选地,下电极 55 的折射率足够大。具体地,对于下电极 55 的电极材料,优选使用氧化锡 (SnO_2 , 其折射率约为 1.9)、氧化铟锡 (ITO, 其折射率约为 2.1 至 2.2) 或氧化锌 (ZnO , 其折射率约为 1.9 至 2.0) 等。

[0063] 然而,例如,当将与层间膜 53 具有接近的折射率的材料用作下电极 55 的材料时,优选地例如在下电极 55 和层间膜 53 之间设置氮化硅膜 (其折射率为 2.0) 等。换句话说,通过在下电极 55 和层间膜 53 之间设置氮化硅膜等,不需要将上述材料用作下电极 55 的电极材料。即,对于下电极 55 的电极材料,还可以使用除上述材料之外的多种材料。

[0064] 另一方面,优选地,透明的上电极 57 选择使用折射率小于光电转换膜 56 的电极材料。如果难于进行上述选择,可以通过在上电极 57 上布置诸如氧化硅膜等低折射率的膜来延长入射光在光电转换膜 56 中的光路长度。此外,当将通过层叠下电极 55、光电转换膜 56 和上电极 57 而形成的波导部埋入到正圆锥台形凹部 54 中时,优选地使用氧化硅膜、氮化硅膜或聚酰亚胺膜等。

[0065] 如上所述,根据第一示例的采用层叠结构的单元像素 50_A ,能够通过沿着正圆锥台形的凹部 54 的内壁设置光电转换膜 56 来延长光电转换膜 56 中的光路长度,因此能够提高光电转换效率。此外,由于通过沿着正圆锥台形凹部 54 的内壁布置光电转换膜 56 来形成波导部,所以由于波导部而能够提高集光特性,特别地,能够提高相对倾斜入射光的灵敏度。

[0066] 此处,特别地,当将有机光电转换膜用作光电转换膜 56 时,存在如下问题:光电转换膜 56 的光电转换效率比形成在硅基板 51 中的光电转换层 62 和 63 的光电转换效率低。然而,根据第一示例,由于能够通过延长光电转换膜 56 中的光路长度来提高光电转换效率,所以即使当将有机光电转换膜用作光电转换膜 56 时也能够获得期望的光电转换效率,这是因为光电转换膜 56 中的光路长度具有可延长性。如上所述,由于在将有机光电转换膜用作光电转换膜 56 时分子设计的高自由度,也能够获得所期望的光谱特性。

[0067] 此外,对于光电转换膜 56,尽管将光电转换膜 56 布置在凹部 54 的内壁的一部分的结构也是合适的,但由于通过在凹部 54 的整个内壁上布置光电转换膜 56 可以保证光电转换膜 56 的面积并提高光的利用效率,所以能够进一步提高光电转换效率。

[0068] 1-2、第二示例

[0069] 图 6 是表示第二示例的单元像素 50_B 的示意性像素结构的剖面图,且使用相同的附图标记来表示与图 3 相同的部分。

[0070] 类似于第一示例的单元像素 50_A ,第二示例的单元像素 50_B 也具有如下层叠结构:G 色光光电转换膜 56 布置在硅基板 51 的上方,B 色光光电转换层 62 和 R 色光光电转换层 63

依次布置在硅基板 51 中。此外,第二示例的单元像素 50_B 具有与第一示例的单元像素 50_A 相同的结构,这是因为,通过沿着凹部 54 的内壁布置光电转换膜 56,同样形成了高集光效率的波导部。

[0071] 此外,第二示例的单元像素 50_B 与第一示例的单元像素 50_A 具有如下区别。即,第二示例的单元像素 50_B 具有如下结构:光电转换膜 56 的膜厚度设为大于第一示例的单元像素 50_A 的光电转换膜 56 的膜厚度。以此方式,由于可通过使光电转换膜 56 的膜厚度变厚来使光电转换膜 56 中的光路长度大于第一示例的单元像素 50_A 的光电转换膜 56 中的光路长度,因此能够增加光电转换膜 56 的灵敏度。

[0072] 此外,如图 6 所示,当光电转换膜 56 的膜厚度变厚时,可存在如下情况:根据光电转换膜的厚度和波导部的直径(即,凹部 54 的直径)之间的关系,通过层叠下电极 55、光电转换膜 56 和上电极 57 来掩埋波导部的内部。然而,即使掩埋了波导部的内部,光电转换膜 56 的光电转换操作或波导部的集光操作等也不会受到不利影响。即,即使在第二示例的具有掩埋波导部内部的像素结构的单元像素 50_B 的情况下,也能够获得与第一示例的单元像素 50_A 相同的操作和效果。

[0073] 1-3、第三示例

[0074] 图 7 是示出了第三示例的单元像素 50_C 的示意性像素结构的剖面图,且使用相同的附图标记来表示与图 3 相同的部分。

[0075] 类似于第一示例的单元像素 50_A,第三示例的单元像素 50_C 也具有如下层叠结构:G 色光光电转换膜 56 布置在硅基板 51 的上方,B 色光光电转换层 62 和 R 色光光电转换层 63 依次布置在硅基板 51 中。此外,第三示例的单元像素 50_C 具有与第一示例的单元像素 50_A 相同的结构,这是因为,通过沿着凹部 54 的内壁布置光电转换膜 56,同样形成了高集光效率的波导部。

[0076] 此外,第三示例的单元像素 50_C 与第一示例的单元像素 50_A 具有如下区别。即,第一示例的单元像素 50_A 具有如下像素结构:G 色光光电转换膜 56 和中间夹有光电转换膜 56 的两个电极 55 和 57 具有单层的像素结构。与此相比,第三示例的单元像素 50_C 具有两层以上(在该示例中为两层)的层叠像素结构。

[0077] 更具体地,第一下电极 55_A 形成在凹部 54 的内壁上,第一光电转换膜 56_A 形成在第一下电极 55_A 上,第二下电极 55_B 形成在光电转换膜 56_A 上。此外,第二光电转换膜 56_B 形成在第二下电极 55_B 上,上电极 57 形成在第二光电转换膜 56_B 上。

[0078] 在上述像素单元的单元像素 50_C 中,由第一光电转换膜 56_A 的光电转换获得的电荷由第一下电极 55_A 读取,并通过一条第二布线 61_A 积累电荷存储单元 64_A 中,电荷存储单元 64_A 形成在硅基板 51 中。此外,由第二光电转换膜 56_B 的光电转换获得的电荷由第二下电极 55_B 读取,并通过另一条第二布线 61_B 积累在电荷存储单元 64_B 中,电荷存储单元 64_B 形成在硅基板 51 中。

[0079] 以此方式,与单层结构相比,通过采用 G 色光光电转换膜 56 (56_A 和 56_B) 为多层结构的构造,能够提高相对 G 色光的光电转换效率,并增加相对 G 色光的灵敏度。

[0080] 2、变形例

[0081] 上述第一至第三示例是基于如下层叠结构:G 色光光电转换膜 56 布置在硅基板 51 的上方,B 色光光电转换层 62 和 R 色光光电转换层 63 依次布置在硅基板 51 中。然而,本

发明的技术不限于该层叠结构的应用。

[0082] 作为示例,甚至在具有如下构造的像素结构中也能够使用本发明的技术:不仅对于 G 色光光电转换膜,甚至还使用 B 色光和 R 色光的光电转换膜进行光电转换。具体地,如图 8 所示,例如,甚至在具有如下波导部结构的像素结构的单元像素 50_D 中也能够使用本发明的技术:R 色光光电转换膜 56_R、B 色光光电转换膜 56_B 和 G 色光光电转换膜 56_G 依次层叠在硅基板 51 上方的正圆锥台形凹部 54 中。

[0083] 在上述像素结构的情况下,与上电极 57 公共地设置在光电转换膜 56_R、56_B 和 56_G 的最上层的结构相比,下电极 55_R、55_B 和 55_G 分别单独地设置在光电转换膜 56_R、56_B 和 56_G 的下侧。此外,通过使用光电转换膜 56_R、56_B 和 56_G 所光电转换的电荷由下电极 55_R、55_B 和 55_G 取出,并通过第二布线 61_R、61_B 和 61_G 引导至形成在硅基板 51 中的电荷存储单元 64_R、64_B 和 64_G 中,并积累在电荷存储单元 64_R、64_B 和 64_G 中。

[0084] 以此方式,当不仅使用 G 色光光电转换膜而且还使用 B 色光和 R 色光光电转换膜时,通过构造出光电转换膜 56_R、56_B 和 56_G 层叠在正圆锥台形凹部 54 中的波导部结构,能够延长光电转换膜 56_R、56_B 和 56_G 中的光路长度。于是,与光垂直于光光电转换膜 56_R、56_B 和 56_G 入射的情况相比,能够提高光电转换效率。此外,由于波导部的原因而能够提高集光特性,特别是提高相对倾斜入射光的灵敏度。

[0085] 此外,此处,类似于 G 色光光电转换膜 56_G,B 色光和 R 色光的光电转换膜 56_R 和 56_B 布置在正圆锥台形凹部 54 中,然而,当不需要延长光路长度时,可以采用膜表面相对硅基板 51 的基板表面平行布置的像素结构。

[0086] 此外,即使在该变形例的单元像素 50_D 中,也可以采用如下结构:如同第二示例的情况,特定光电转换膜的膜厚度大于其它光电转换膜的厚度。此外,还可以采用如下结构:如同第三示例的情况,特定光电转换膜(例如,G 色光光电转换膜 56_G)具有多层结构。

[0087] 此外,在上述实施例中,对于用于读取光电转换层 62 和 63 和存储单元 64 中所积累的电荷的读取单元是使用 CMOS 工艺的读取电路的情况进行了举例说明,然而,读取单元不限于此。根据本发明,不论读取单元的结构如何,可以将使用例如 CCD 工艺的电荷传输单元用作读取单元。

[0088] 此外,总的来说,本发明能够应用到用于捕捉红外光、X 射线或入射粒子的分布等以作为图像的固体摄像器件,而限于应用到用于检测和捕捉可见光的入射光量的分布以作为图像的固体摄像器件。

[0089] 此外,固体摄像器件可以形成单个芯片的形式,或者可以是集成有摄像单元和信号处理单元或光学系统并具有图像捕捉功能的模块形式。

[0090] 3、电子装置

[0091] 本发明不仅应用到固体摄像器件,还可以应用到使用固体摄像器件作为图像捕捉单元(光电转换单元)的电子装置,例如,数码相机或摄像机等摄像设备,或诸如手机等具有摄像功能的移动终端设备。使用固体摄像器件作为图像读取单元的电子装置包括使用固体摄像器件作为图像读取单元的复印机。此外,还存在将安装在电子装置中的上述模块形式(即相机模块)用作摄像设备的情况。

[0092] 图 9 是本发明的电子装置(例如,摄像设备)的结构示例的框图。

[0093] 如图 9 所示,本发明的摄像设备 100 包括具有例如透镜组 101 的光学系统、摄像

元件（摄像器件）102、DSP 电路 103、帧存储器 104、显示设备 105、记录设备 106、操作系统 107、电源系统 108 等。此外，在摄像设备中，DSP 电路 103、帧存储器 104、显示设备 105、记录设备 106、操作系统 107 和电源系统 108 通过总线 109 彼此连接。

[0094] 透镜组 101 捕捉来自物体的入射光（光学图像），并在摄像元件 102 的摄像面上形成图像。在像素单元中，摄像元件 102 将入射光（其通过透镜组 101 在摄像面上形成为图像）的强度转换为电信号，并作为像素信号输出。

[0095] 显示设备 105 由诸如液晶显示设备或有机 EL（电致发光）显示设备等平板型显示设备等构成，并用于显示摄像元件 102 中捕捉的移动图像或静止图像。记录设备 106 将由摄像元件 102 捕捉的移动图像或静止图像记录在诸如录像带、DVD（数字多用途光盘）等记录媒体上。

[0096] 在用户的操作下，操作系统 107 给出与摄像设备中所设置的各种功能有关的操作指令。电源系统 108 适当地向 DSP 电路 103、帧存储器 104、显示设备 105、记录设备 106 和操作系统 107 提供各种类型的功率，以作为它们的操作电源。

[0097] 具有上述构造的摄像设备能够用作摄像机、数码相机，以及诸如在例如手机等移动设备中使用的相机模块等各种摄像设备。此外，在摄像设备中，对于摄像单元，即对于摄像元件 102，通过使用上述实施例的固体摄像器件能够获得下述操作和效果。

[0098] 即，由于上述实施例的固体摄像器件能够延长入射光在光电转换膜中的光路长度，使用能够在不降低光电转换膜的灵敏度的前提下获得高光电转换效率。因此，通过将固体摄像器件用作各种摄像设备中的摄像单元，能够获得高图像质量的捕捉图像。

[0099] 本领域技术人员应当理解，依据设计要求和其它因素，可以在本发明所附的权利要求或其等同物的范围内进行各种修改、组合、次组合及改变。

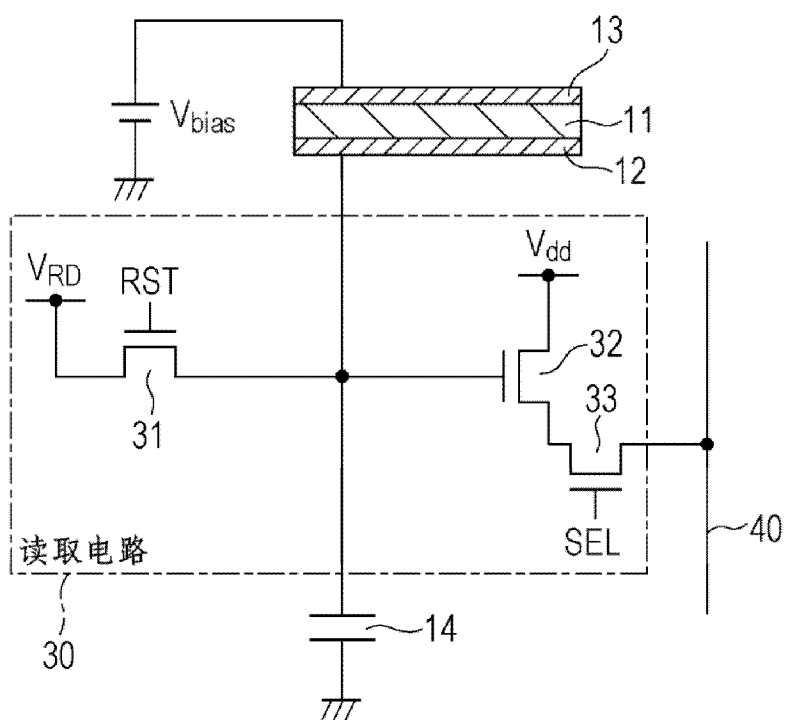


图 1A

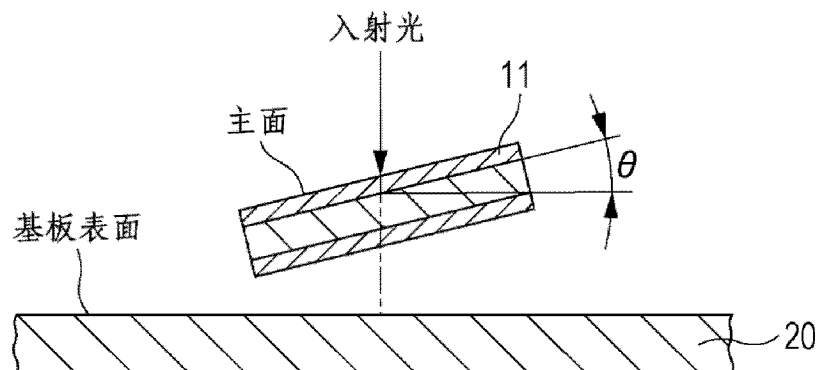


图 1B

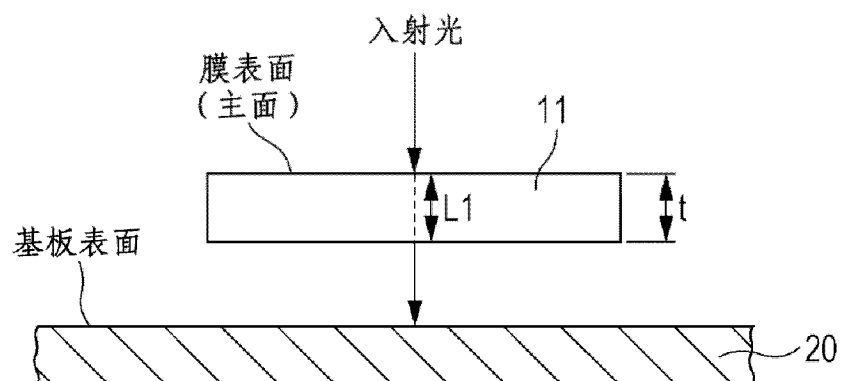


图 2A

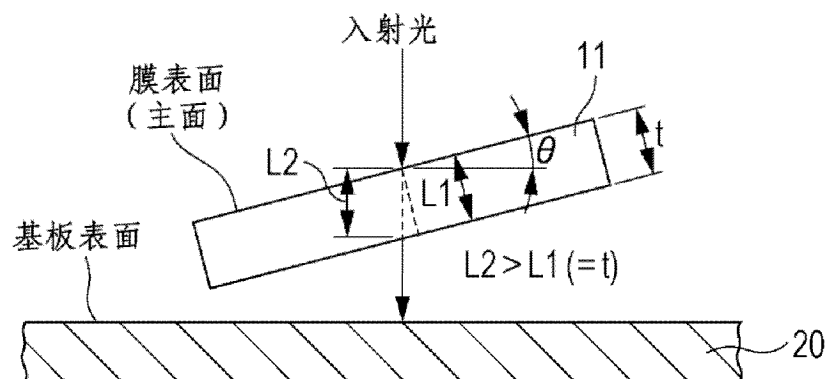


图 2B

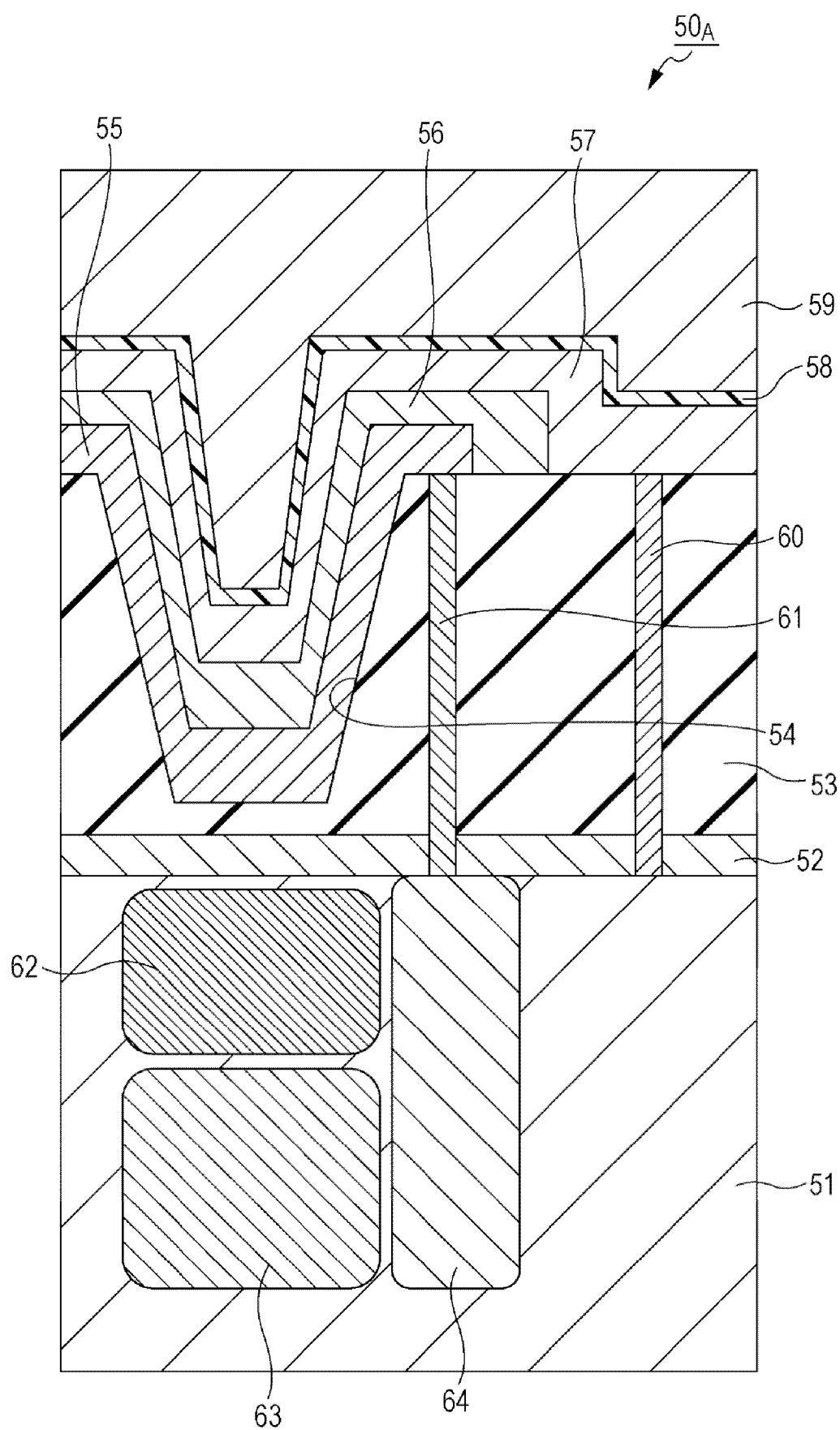


图 3

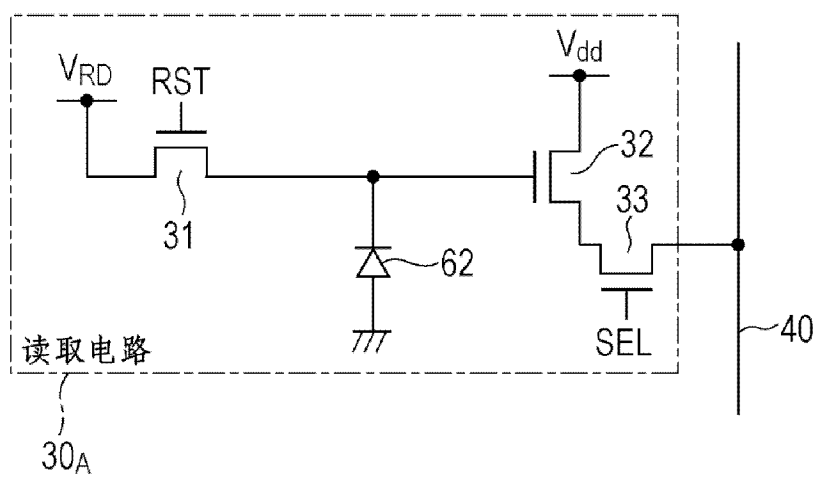


图 4A

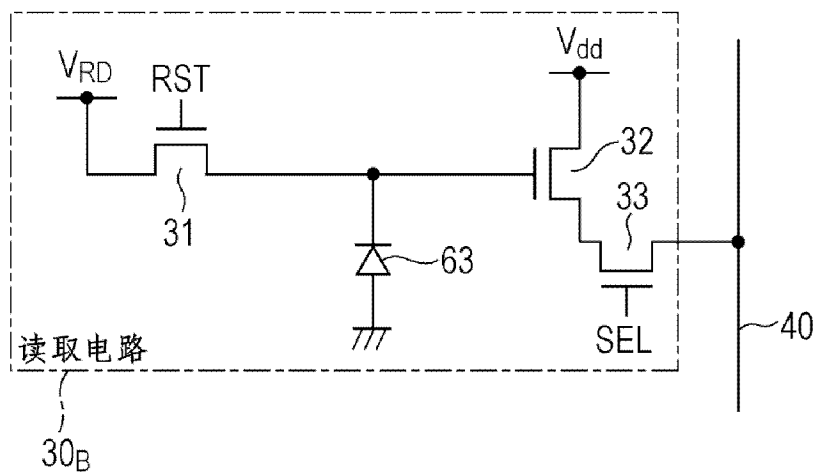


图 4B

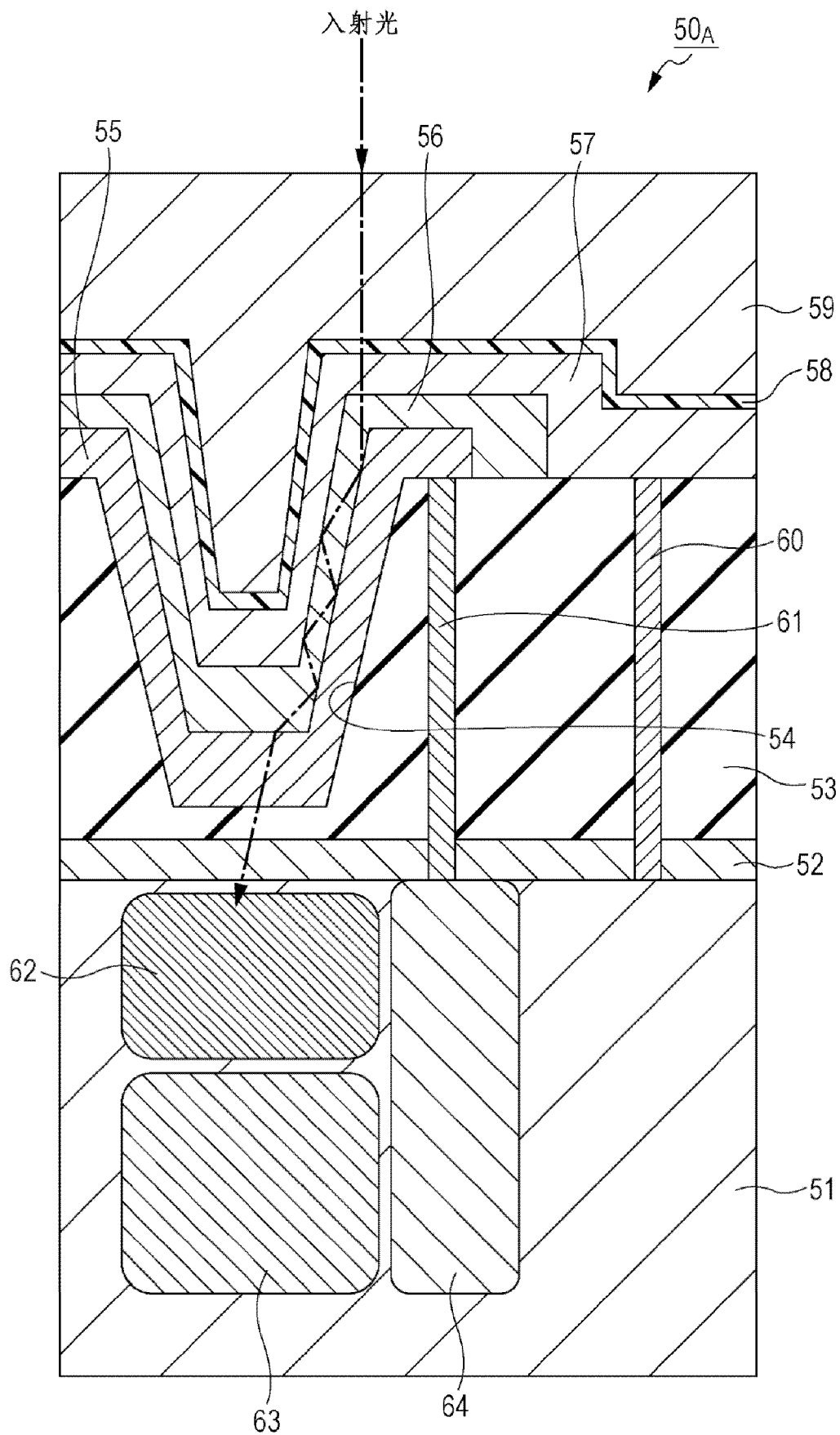


图 5

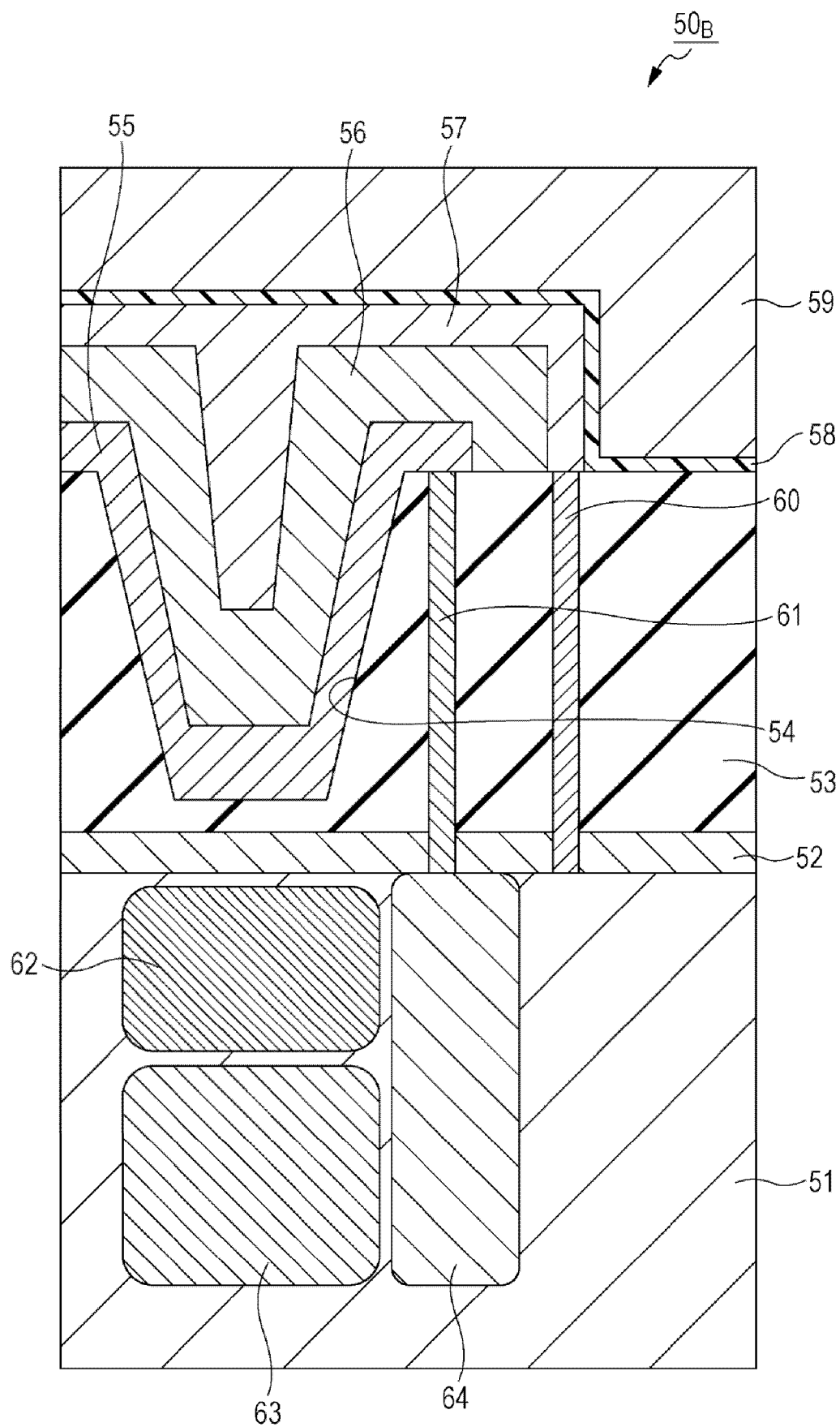


图 6

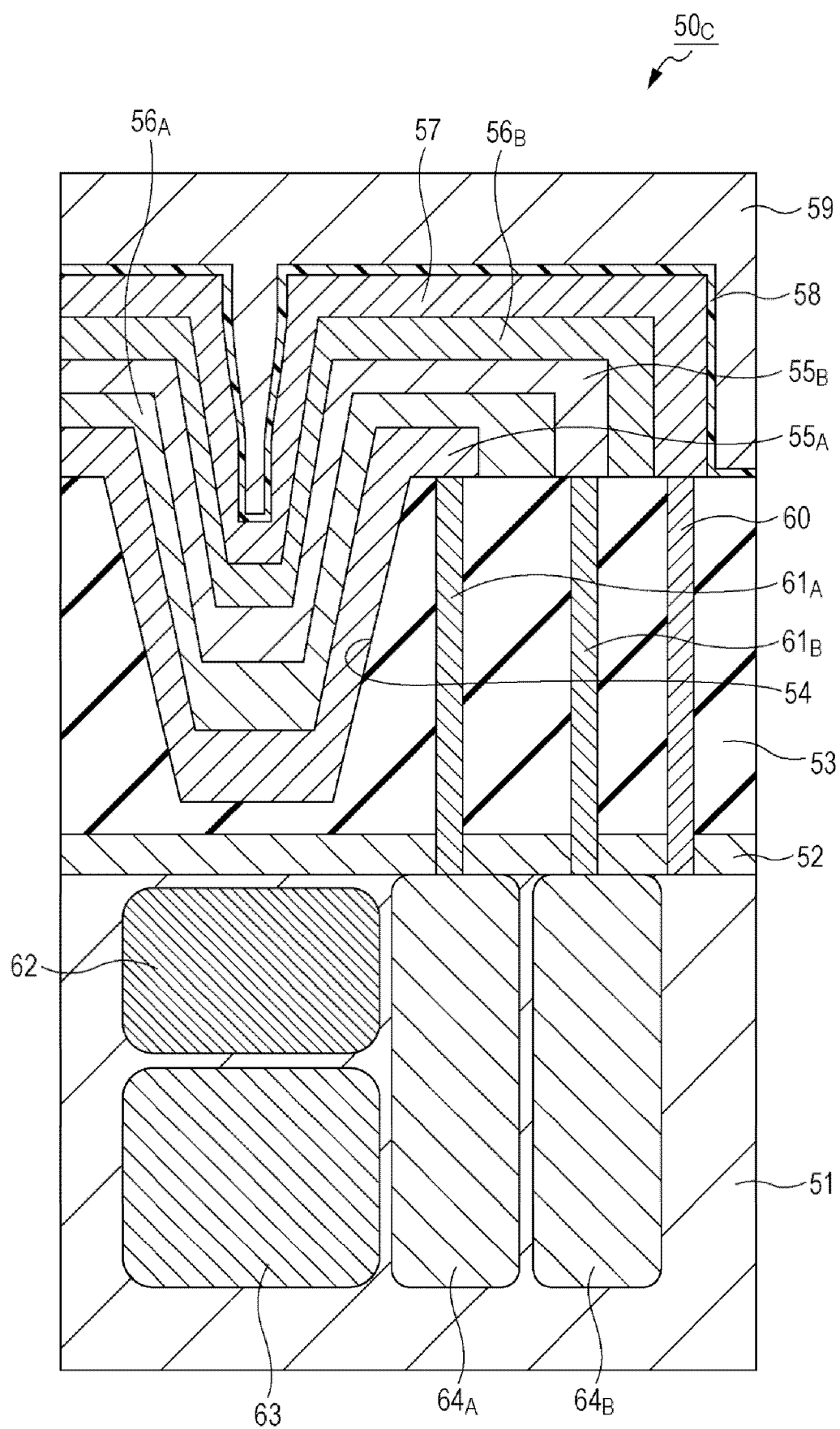


图 7

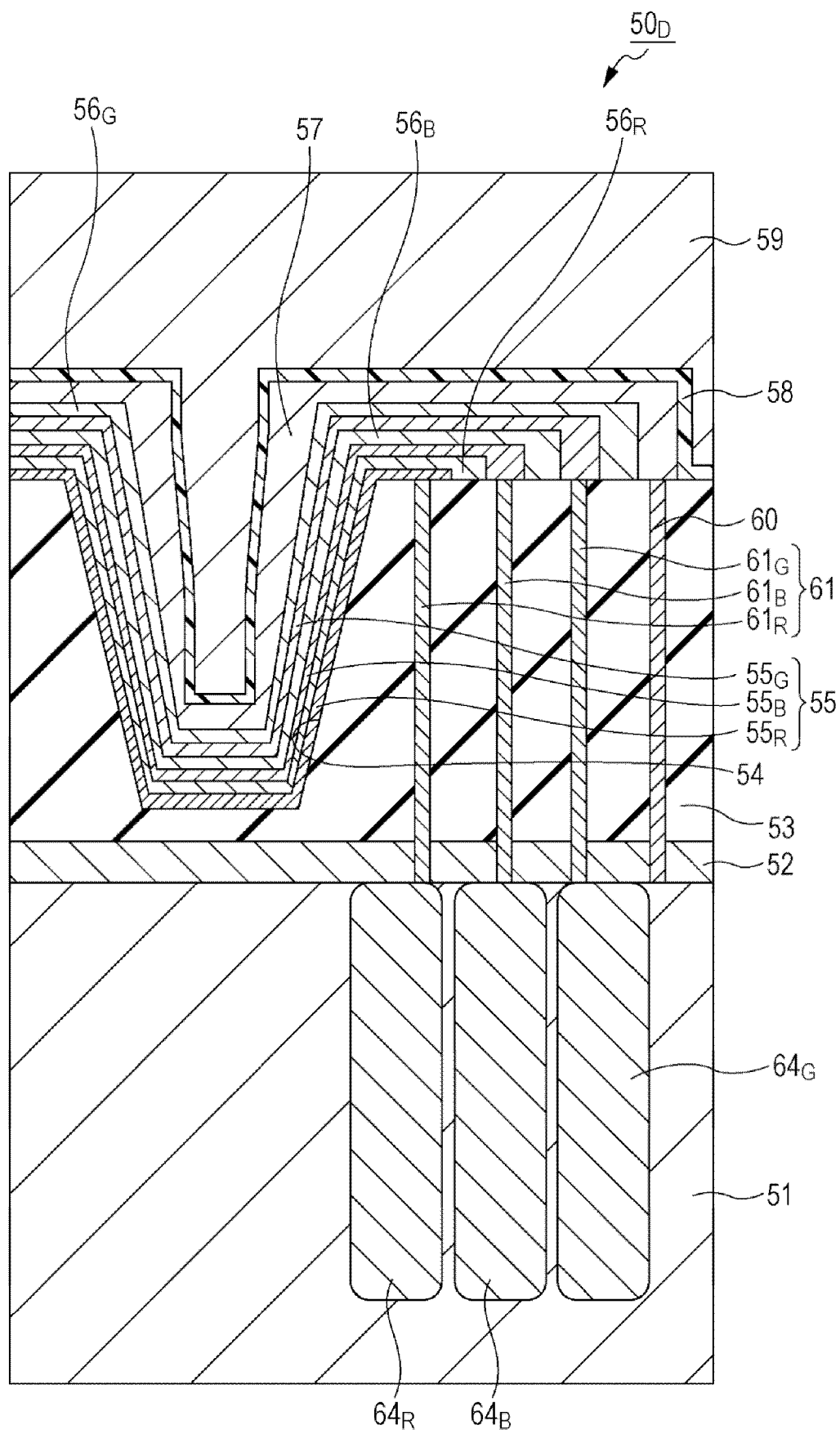


图 8

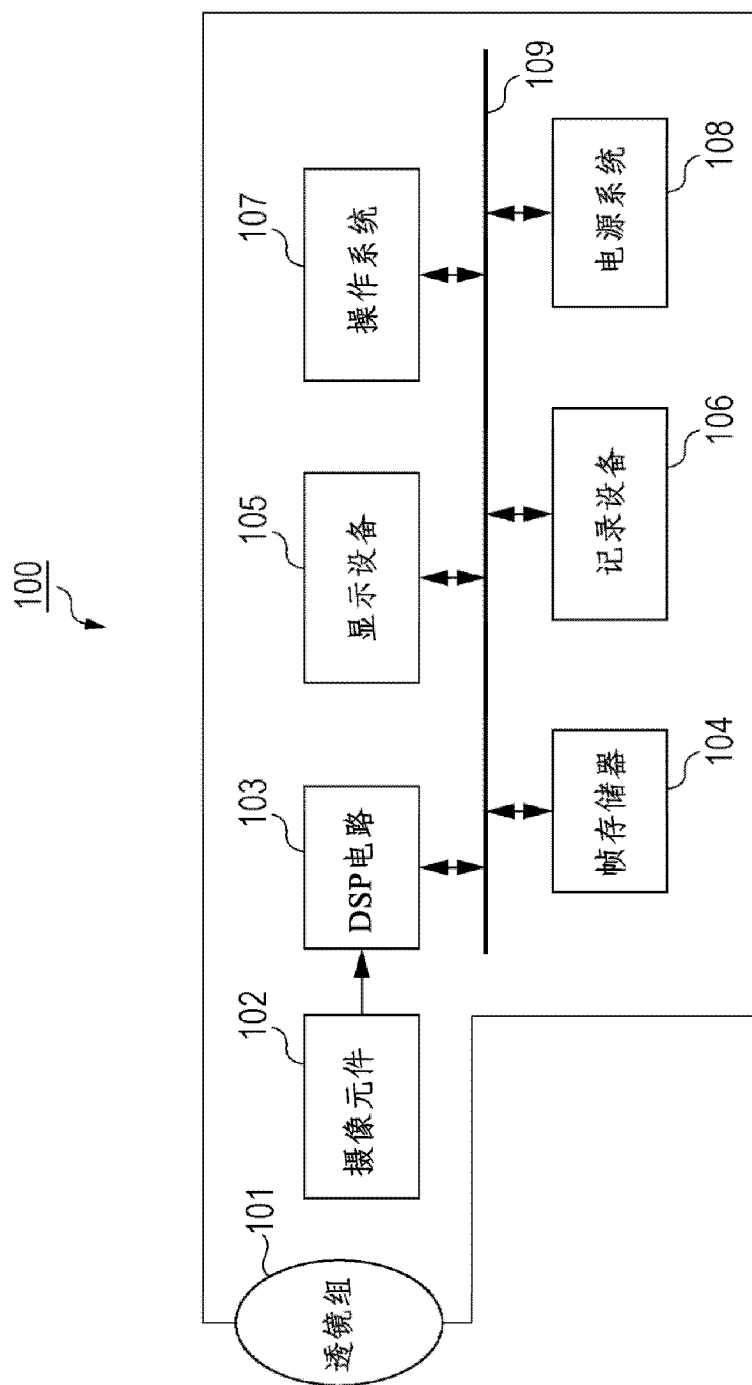


图 9