



(45) 授权公告日 2024.12.06

权利要求书5页 说明书24页 附图37页

1. 一种光电转换设备,其特征在于,所述光电转换设备包括:

第一基板,具有第一面;

多个光电二极管,布置在第一基板中并且每个光电二极管具有第一区域和第二区域,所述第一区域具有第一导电类型,所述第一区域通过光电转换入射光来生成信号电荷,并且所述第二区域具有第一导电类型,所述第二区域接收从所述第一区域移动的信号电荷;

第一隔离区域,以第一深度布置在第一基板中并且包括第一部分,所述第一部分在与第一面平行的第一方向上延伸以便将所述多个光电二极管中的一个光电二极管的第二区域与所述多个光电二极管中的另一个光电二极管的第二区域隔离;以及

第二隔离区域,以相对于第一面比第一深度深的第二深度布置在第一基板中并且包括第二部分,所述第二部分在与第一面平行且与第一方向相交的第二方向上延伸以便将所述多个光电二极管中的一个光电二极管的第一区域与所述多个光电二极管中的另一个光电二极管的第一区域隔离,

其中,所述多个光电二极管的第二区域被布置在第一深度处,所述多个光电二极管的第一区域被布置在第二深度处,用于将信号电荷从第一区域中的仅一个第一区域转移到第二区域中的仅一个第二区域的第一路径被提供,用于将信号电荷从第一区域中的仅另一个第一区域转移到第二区域中的仅另一个第二区域的第二路径被提供,具有与第一导电类型相反的第二导电类型的半导体区域被提供在第一区域中的所述一个第一区域与第二区域中的所述一个第二区域之间,并且具有第二导电类型的半导体区域被提供在第一区域中的所述另一个第一区域与第二区域中的所述另一个第二区域之间,

其中,第二隔离区域被布置在第一区域中的所述一个第一区域与第一区域中的所述另一个第一区域之间,

其中,第一部分的一部分和第二部分的一部分在平面图中彼此重叠,

其中,第一部分在平面图中在第一方向上延伸得比第二部分长,并且

其中,第二部分在平面图中在第二方向上延伸得比第一部分长。

2. 根据权利要求1所述的光电转换设备,还包括第三隔离区域,所述第三隔离区域将第一区域和第二区域彼此部分地隔离。

3. 根据权利要求1或2所述的光电转换设备,还包括微透镜,所述微透镜被布置为与所述多个光电二极管中的两个或更多个光电二极管相关联。

4. 根据权利要求1或2所述的光电转换设备,

其中,第一基板还具有与第一面相对的第二面,并且

其中,入射光从第二面侧被接收。

5. 根据权利要求1或2所述的光电转换设备,其中,所述多个光电二极管中的至少两个光电二极管具有彼此不同的第一区域的面积。

6. 根据权利要求5所述的光电转换设备,其中,所述至少两个光电二极管包括对第一颜色的入射光具有灵敏度的第一光电二极管以及对与第一颜色不同的第二颜色的入射光具有灵敏度的第二光电二极管。

7. 根据权利要求1或2所述的光电转换设备,还包括接合到第一面的第二基板,

其中,第二基板包括被配置成处理从所述多个光电二极管输出的信号的信号处理电路。

8. 根据权利要求1或2所述的光电转换设备,

其中,所述多个光电二极管中的每个光电二极管是雪崩二极管,以及

其中,第二区域是雪崩区域,在所述雪崩区域中雪崩倍增是由信号电荷引起的。

9. 根据权利要求8所述的光电转换设备,其中,所述多个光电二极管中的每个光电二极管能够在累积模式下操作,以通过被施加第一偏置电压并且被控制为不会发生雪崩倍增的状态来在第一区域中累积信号电荷,并且能够在读出模式下操作,以通过被施加与第一偏置电压不同的第二偏置电压并且被控制为发生雪崩倍增的状态来读出在第一区域中累积的信号电荷。

10. 根据权利要求8所述的光电转换设备,

其中,所述多个光电二极管布置成矩阵以形成多行和多列,以及

其中,第一部分在与行和列的方向不同的方向上延伸。

11. 根据权利要求8所述的光电转换设备,

其中,所述多个光电二极管中的至少两个光电二极管布置在矩形区域中,以及

其中,第一部分在所述矩形的对角线方向上延伸。

12. 根据权利要求1所述的光电转换设备,

其中,光电转换设备包括多个像素,所述多个像素包括第一像素和第二像素,

其中,第一像素包括第一区域、第二区域、第一隔离区域和第二隔离区域,并且

其中,第二像素包括:

第一区域;

第二区域,接收从第一区域移动的信号电荷;

第三隔离区域,以第一深度布置在第一基板中并且包括第三部分,所述第三部分在第一方向上延伸以便将第二像素的光电二极管中的一个光电二极管的第二区域与第二像素的光电二极管中的另一个光电二极管的第二区域隔离;以及

第四隔离区域,以第二深度布置在第一基板中并且包括第四部分,所述第四部分在与第一面平行且与第二方向相交的第三方向上延伸以便将第二像素的光电二极管中的一个光电二极管的第一区域与第二像素的光电二极管中的另一个光电二极管的第一区域隔离,

其中,第三部分的一部分和第四部分的一部分在平面图中彼此重叠,

其中,第三部分在平面图中在第二方向上延伸得比第四部分长,并且

其中,第四部分在平面图中在第二方向上延伸得比第三部分长。

13. 根据权利要求12所述的光电转换设备,其中,第三方向与第一方向平行。

14. 根据权利要求12所述的光电转换设备,

其中,所述多个像素包括对第一颜色的入射光具有灵敏度的第三像素,并且

其中,第一像素和第二像素中的每一个对第二颜色的入射光具有比第一颜色高的灵敏度。

15. 根据权利要求12所述的光电转换设备,其中,第一像素对第一颜色的入射光具有比第二颜色高的灵敏度,并且第二像素对第二颜色的入射光具有比第一颜色高的灵敏度。

16. 根据权利要求14所述的光电转换设备,其中,第一颜色是绿色、蓝色和红色中的一种颜色,并且第二颜色是绿色、蓝色和红色中的另一种颜色。

17. 根据权利要求16所述的光电转换设备,其中,第二颜色是绿色。

18. 根据权利要求15所述的光电转换设备, 其中, 第一颜色是绿色、蓝色和红色中的一种颜色, 并且第二颜色是绿色、蓝色和红色中的另一种颜色。

19. 根据权利要求1所述的光电转换设备, 还包括第三区域, 所述第三区域布置在所述多个光电二极管中的一个光电二极管的第一区域和所述多个光电二极管中的一个光电二极管的第二区域之间以便与所述多个光电二极管中的一个光电二极管的第一区域和所述多个光电二极管中的一个光电二极管的第二区域接触。

20. 根据权利要求19所述的光电转换设备, 其中, 第三区域中的信号电荷的电势沿着从所述多个光电二极管中的一个光电二极管的第一区域到所述多个光电二极管中的一个光电二极管的第二区域的路径单调地增大。

21. 根据权利要求20所述的光电转换设备, 其中, 第三区域具有第一导电类型。

22. 根据权利要求21所述的光电转换设备, 其中, 第一部分和第二部分中的每一个具有第二导电类型。

23. 根据权利要求19所述的光电转换设备, 还包括第四区域, 所述第四区域布置在所述多个光电二极管中的另一个光电二极管的第一区域和所述多个光电二极管中的另一个光电二极管的第二区域之间以便与所述多个光电二极管中的另一个光电二极管的第一区域和所述多个光电二极管中的另一个光电二极管的第二区域接触。

24. 根据权利要求19所述的光电转换设备, 还包括第一转移栅极, 所述第一转移栅极被配置成转移来自所述多个光电二极管中的一个光电二极管的信号电荷,

其中, 第三区域在平面图中布置在第二隔离区域和第一转移栅极之间。

25. 根据权利要求23所述的光电转换设备, 还包括第一转移栅极, 所述第一转移栅极被配置成转移来自所述多个光电二极管中的一个光电二极管的信号电荷,

其中, 第三区域在平面图中布置在第二隔离区域和第一转移栅极之间。

26. 根据权利要求25所述的光电转换设备, 还包括第二转移栅极, 所述第二转移栅极被配置成转移来自所述多个光电二极管中的另一个光电二极管的信号电荷,

其中, 第二隔离区域在平面图中布置在第四区域和第二转移栅极之间。

27. 根据权利要求12所述的光电转换设备, 还包括:

第三区域, 所述第三区域布置在第一像素的光电二极管中的一个光电二极管的第一区域和第一像素的光电二极管中的一个光电二极管的第二区域之间以便与第一像素的光电二极管中的一个光电二极管的第一区域和第一像素的光电二极管中的一个光电二极管的第二区域接触;

第四区域, 所述第四区域布置在第一像素的光电二极管中的另一个光电二极管的第一区域和第一像素的光电二极管中的另一个光电二极管的第二区域之间以便与第一像素的光电二极管中的另一个光电二极管的第一区域和第一像素的光电二极管中的另一个光电二极管的第二区域接触;

第五区域, 所述第五区域布置在第二像素的光电二极管中的一个光电二极管的第一区域和第二像素的光电二极管中的一个光电二极管的第二区域之间以便与第二像素的光电二极管中的一个光电二极管的第一区域和第二像素的光电二极管中的一个光电二极管的第二区域接触;

第六区域, 所述第六区域布置在第二像素的光电二极管中的另一个光电二极管的第一

区域和第二像素的光电二极管中的另一个光电二极管的第二区域之间以便与第二像素的光电二极管中的另一个光电二极管的第一区域和第二像素的光电二极管中的另一个光电二极管的第二区域接触；

第一转移栅极,被配置成转移来自第一像素的光电二极管中的一个光电二极管的信号电荷;以及

第二转移栅极,被配置成转移来自第一像素的光电二极管中的另一个光电二极管的信号电荷,

其中,第三区域在平面图中布置在第二隔离区域和第一转移栅极之间,

其中,第二隔离区域在平面图中布置在第四区域和第二转移栅极之间,并且

其中,第四隔离区域在平面图中布置在第五区域和第六区域之间。

28.根据权利要求27所述的光电转换设备,其中,第三隔离区域在平面图中布置在第五区域和第六区域之间。

29.根据权利要求26所述的光电转换设备,其中,在平面图中第三区域与第一转移栅极之间的距离比在平面图中第四区域与第二转移栅极之间的距离短。

30.根据权利要求27所述的光电转换设备,还包括:

第三转移栅极,被配置成转移来自第二像素的光电二极管中的一个光电二极管的信号电荷;以及

第四转移栅极,被配置成转移来自第二像素的光电二极管中的另一个光电二极管的信号电荷,

其中,在平面图中第三区域与第一转移栅极之间的距离比在平面图中第四区域与第二转移栅极之间的距离短,并且

其中,在平面图中第五区域与第三转移栅极之间的距离比在平面图中第六区域与第四转移栅极之间的距离短。

31.根据权利要求30所述的光电转换设备,

其中,在平面图中第三区域与第一转移栅极之间的距离比在平面图中第六区域与第四转移栅极之间的距离短,并且

其中,在平面图中第五区域与第三转移栅极之间的距离比在平面图中第四区域与第二转移栅极之间的距离短。

32.根据权利要求31所述的光电转换设备,其中,在平面图中第三区域与第一转移栅极之间的距离和在平面图中第五区域与第三转移栅极之间的距离是相同的长度。

33.根据权利要求32所述的光电转换设备,其中,在平面图中第四区域与第二转移栅极之间的距离和在平面图中第六区域与第四转移栅极之间的距离是相同的长度。

34.根据权利要求19所述的光电转换设备,其中,第一区域、第二区域和第三区域中的每一个具有第一导电类型。

35.根据权利要求27所述的光电转换设备,其中,第一区域、第二区域、第三区域、第四区域、第五区域和第六区域中的每一个具有第一导电类型。

36.一种成像系统,其特征在于,所述成像系统包括:

根据权利要求1至35中的任一项所述的光电转换设备;以及

信号处理单元,被配置成处理从光电转换设备输出的信号。

37. 一种移动装置,其特征在于,所述移动装置包括:  
根据权利要求1至35中的任一项所述的光电转换设备;  
距离信息取得单元,被配置成从基于来自光电转换设备的信号的视差图像取得关于到对象的距离的距离信息;以及  
控制单元,被配置成基于距离信息来控制移动装置。

## 光电转换设备、成像系统和移动装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光电转换设备、成像系统和移动装置。

### 背景技术

[0002] 已知可以通过使用雪崩(电子雪崩)倍增来检测单个光子水平的弱光的雪崩二极管。日本专利申请公开No.2018-157387公开了一种被配置成使得多个雪崩二极管布置在单个像素中的成像设备。

[0003] 此外,已知在每个像素中具有用于像面相位差自动聚焦的多个光电转换单元的图像传感器。在这样的图像传感器中,当被摄体具有不太可能出现视差的条纹图案等时,自动聚焦的精确度可能减小。日本专利申请公开No.2011-53519公开了一种通过使用焦点检测像素的两个对准方向来提高焦点检测精确度的技术。

[0004] 在日本专利申请公开No.2018-157387或日本专利申请公开No.2011-53519中公开的使用光电二极管的光电转换设备中,期望的功能可以根据在形成有光电二极管的半导体基板的厚度方向上的位置而不同。然而,在日本专利申请公开No.2018-157387和日本专利申请公开No.2011-53519中都没有考虑聚焦于在基板的厚度方向上的位置与功能之间的关系。

### 发明内容

[0005] 本发明旨在提供一种光电转换设备、成像系统和移动装置,其可以考虑在基板的厚度方向上的位置来优化光电二极管的结构。

[0006] 根据本发明的一个方面,提供了一种光电转换设备,包括:具有第一面的第一基板;布置在第一基板中的多个光电二极管,并且每个光电二极管具有第一区域和第二区域,第一区域通过光电转换入射光来生成信号电荷,并且第二区域接收从第一区域移动的信号电荷;第一隔离区域,以第一深度布置在第一基板中并且包括在第一方向上延伸以便将多个光电二极管中的一个光电二极管的第二区域与多个光电二极管中的另一个光电二极管的第二区域隔离的第一部分;以及第二隔离区域,以相对于第一面比第一深度深的第二深度布置在第一基板中,并且包括在平面图中在与第一方向相交的第二方向上延伸以便将多个光电二极管中的一个光电二极管的第一区域与多个光电二极管中的另一个光电二极管的第一区域隔离的第二部分,并且第一部分的一部分和第二部分的一部分在平面图中彼此重叠。

[0007] 通过以下参考附图对示例性实施例的描述,本发明的其它特征将变得清楚。

### 附图说明

[0008] 图1是根据第一实施例的雪崩二极管的示意性截面图。

[0009] 图2A、图2B和图2C是根据第一实施例的雪崩二极管的示意性平面图。

[0010] 图3A和图3B是根据第一实施例的雪崩二极管的电势图。

- [0011] 图4A、图4B和图4C是示出像素布置的示例的示意性平面图。
- [0012] 图5A和图5B是隔离部被重叠以用于说明的示意性平面图。
- [0013] 图6是根据第二实施例的光电转换设备的框图。
- [0014] 图7是根据第二实施例的像素的框图。
- [0015] 图8A、图8B、图8C、图8D、图8E和图8F是根据第二实施例的雪崩二极管的示意性平面图和示意性截面图。
- [0016] 图9是隔离部被重叠以用于说明的示意性平面图。
- [0017] 图10是根据第三实施例的光电转换设备的示意性截面图。
- [0018] 图11是根据第四实施例的光电转换设备的示意性截面图。
- [0019] 图12是根据第五实施例的光电转换设备的框图。
- [0020] 图13是根据第五实施例的像素的等效电路图。
- [0021] 图14是根据第五实施例的光电二极管的示意性平面图。
- [0022] 图15是根据第五实施例的光电二极管的示意性截面图。
- [0023] 图16是根据第五实施例的光电二极管的示意性截面图。
- [0024] 图17是根据第五实施例的光电二极管的示意性截面图。
- [0025] 图18是根据第五实施例的像素的示意性平面图。
- [0026] 图19A、图19B和图19C是示出根据第五实施例的半导体区域的布置的第一示例的示意图。
- [0027] 图20A、图20B和图20C是示出根据第五实施例的半导体区域的布置的第二示例的示意图。
- [0028] 图21A和图21B是示出根据第五实施例的像素的布置示例的示意性平面图。
- [0029] 图22是根据第六实施例的像素的示意性平面图。
- [0030] 图23是示出根据第六实施例的像素的布置示例的示意性平面图。
- [0031] 图24是根据第六实施例的变形例的像素的示意性平面图。
- [0032] 图25是根据第七实施例的像素的示意性平面图。
- [0033] 图26是根据第七实施例的变形例的像素的示意性平面图。
- [0034] 图27是根据第八实施例的雪崩二极管的示意性截面图。
- [0035] 图28A和图28B是根据第八实施例的雪崩二极管的示意性透视图。
- [0036] 图29是根据第九实施例的光电二极管的示意性平面图。
- [0037] 图30是根据第九实施例的光电二极管的示意性截面图。
- [0038] 图31是根据第十实施例的光电二极管的示意性平面图。
- [0039] 图32是根据第十实施例的光电二极管的示意性截面图。
- [0040] 图33是根据第十实施例的光电二极管的示意性透视图。
- [0041] 图34是根据第十实施例的像素的示意性平面图。
- [0042] 图35是示出根据第十一实施例的半导体区域的布置的示意性平面图。
- [0043] 图36是根据第十一实施例的光电二极管的示意性截面图。
- [0044] 图37是根据第十一实施例的光电二极管的示意性透视图。
- [0045] 图38A、图38B、图38C、图38D和图38E是示出根据第十二实施例的像素的布置示例的示意性平面图。



[0046] 图39是根据第十三实施例的成像系统的框图。

[0047] 图40A和图40B是根据第十四实施例的成像系统和移动装置的框图。

## 具体实施方式

[0048] 现在将根据附图详细描述本发明的优选实施例。

[0049] 第一实施例

[0050] 将描述根据第一实施例的光电转换设备。作为一个示例,本实施例的光电转换设备被假定是用于捕获图像的成像设备。本实施例的光电转换设备具有一个或多个像素,并且每个像素包括一个或多个雪崩二极管。在由雪崩二极管生成的一对电荷中用作信号电荷的电荷的导电类型被称为第一导电类型。另外,与第一导电类型相反的导电类型被称为第二导电类型。

[0051] 图1是根据本实施例的雪崩二极管的示意性截面图。本实施例的雪崩二极管布置在半导体基板15(第一基板)中。半导体基板15具有第一面和与第一面相对的第二面。例如,第一面是半导体基板15的正面,并且第二面是半导体基板15的背面。在本实施例中,从第一面到第二面的方向被称为深度方向。在半导体基板15的正面侧,布置晶体管的栅电极、多层布线结构等。

[0052] 隔离部16A和隔离部16B中的每个是使半导体区域彼此电隔离的区域。隔离部16A和隔离部16B中的每个可以是硅的局部氧化(LOCOS)、浅沟槽隔离(STI)、深沟槽隔离(DTI)等形成的绝缘隔离区域。另外,隔离部16A和隔离部16B中的每个可以由在P型半导体区域与N型半导体区域之间的PN结形成的PN隔离区域。

[0053] 如图1中所示,由用作第一隔离区域的隔离部16A围绕的区域形成在半导体基板15中。第一导电类型的第一半导体区域71和第二半导体区域76布置在由隔离部16A围绕的区域中。此外,由用作第二隔离区域的隔离部16B围绕的区域形成在半导体基板15中。第三半导体区域74、第二导电类型的第四半导体区域72以及第五半导体区域75布置在由隔离部16B围绕的区域中。另外,在半导体基板15的第一面上设置有布置为与第一半导体区域71接触的接触塞77。接触塞77用作雪崩二极管的端子。

[0054] 第一半导体区域71、第二半导体区域76和隔离部16A布置在深度X(第一深度)处。第一半导体区域71和第二半导体区域76在与深度方向垂直的方向(图1中的水平方向)上彼此接触。第二半导体区域76布置在第一半导体区域71和隔离部16A之间。

[0055] 在本文中,例如第一半导体区域71、第二半导体区域76和隔离部16A布置在深度X处的表述意味着具有注入到半导体基板15内部的最高(峰值)杂质浓度的区域是在深度X处。然而,这并不意味着在严格意义上峰值与深度X相同,并且峰值由于设计误差、制造误差等而从深度X偏移的情况也被包括在峰值布置在深度X处的状态中。

[0056] 第三半导体区域74和第四半导体区域72布置在相对于第一面比深度X深的深度Y处。第五半导体区域75布置在相对于第一面比深度Y深的深度Z(第二深度)处。隔离部16B布置在深度Y和深度Z处。第三半导体区域74和第四半导体区域72在与深度方向垂直的方向上彼此接触。第四半导体区域72布置在第三半导体区域74与隔离部16B之间。第五半导体区域75和隔离部16B在与深度方向垂直的方向上彼此接触。

[0057] 图2A、图2B和图2C是根据本实施例的雪崩二极管的示意性平面图。图2A、图2B和图

2C分别示出了在深度X、深度Y和深度Z处的示意性平面图。

[0058] 如图2A所示,第一半导体区域71在深度X处被包含在第二半导体区域76中。另外,第二半导体区域76被包含在隔离部16A中。注意的是,图2A中的距离R指示在第一半导体区域71与隔离部16A之间的距离。

[0059] 如图2B所示,第三半导体区域74在深度Y处被包含在第四半导体区域72中。另外,第四半导体区域72被包含在隔离部16B中。如图2C所示,第五半导体区域75在深度Z处被包含在隔离部16B中。

[0060] 如图1、图2A、图2B和图2C所示,第一半导体区域71在平面图中与第三半导体区域74的至少一部分重叠。另外,第三半导体区域74和第四半导体区域72在平面图中与第五半导体区域75的至少一部分重叠。此外,第二半导体区域76在平面图中与第四半导体区域72的至少一部分重叠。这里,隔离部16A的形状和隔离部16B的形状在平面图中彼此不同。

[0061] 图3A和图3B是示出根据本实施例的雪崩二极管的电势的一个示例的曲线图。图3A示出了沿着图1所示的截面图的线JK和线GH的电势分布。图3B示出了沿着图1所示的截面图的线AB和线CD的电势分布。半导体区域内的电势根据施加到接触塞77的电位而变化。图3A和图3B所示的电势是当电位被供给以使得反向偏置电压被施加到雪崩二极管时的电势。该电位是经由诸如猝熄电路(quenchcircuit)之类的电路从设置在雪崩二极管外部的电源电压线供给的。另外,电位的电平被设定为使得在雪崩二极管中发生雪崩倍增。

[0062] 在图3A中,虚线20表示沿着线GH的电势分布,并且实线21表示沿着线JK的电势分布。这些电势中的每个都指示作为信号电荷的电子的电势。注意的是,当信号电荷是空穴时,较高电势和较低电势的关系将相反。水平轴上的深度X、Y、Z和W与在图1中所示的带有相应参考标记的位置处的深度相对应。即,图3A中的参考标记X、Y和Z分别表示图1中所示的深度X、深度Y和深度Z。另外,深度W是在深度Y与深度Z之间的深度。

[0063] 将描述图3A中的电势的每个电平。XH电平表示第四半导体区域72的电势。H电平表示第三半导体区域74的电势。M电平表示第二半导体区域76的电势。L电平表示第一半导体区域71的电势。注意的是,虽然在该示例中第二半导体区域76的电势低于第三半导体区域74的电势,但是这可以是相反的。另外,虽然在该示例中第三半导体区域74的电势低于第四半导体区域72的电势,但是这些电势可以是相同的。另外,虽然在该示例中第一半导体区域71的电势低于第二半导体区域76的电势,但是这些电势可以是相同的。

[0064] 将描述由虚线20表示的沿着线GH的电势。电势在深度Z处是在XH电平和H电平之间。电势随着深度从深度Z变化为深度W而逐渐减小。电势然后随着深度从深度W变化为深度Y而逐渐增大,并且在深度Y处到达XH电平。此外,电势随着深度从深度Y变化到深度X而逐渐减小。电势在深度X附近到达M电平。

[0065] 将描述穿过雪崩二极管的由实线21表示的沿着线JK的电势。电势在深度Z处是在XH电平和H电平之间。电势随着深度从深度Z变化到深度Y而逐渐减小,并且电势的斜率在深度Y附近增大。电势然后在深度Y处到达H电平。电势随着深度从深度Y变化到深度X而急剧减小。即,在深度Y与深度X之间形成陡峭的电势梯度。电势在深度X处到达L电平。

[0066] 沿着线GH和线JK的电势在深度Z处基本相同。另外,在深度Z附近沿着线GH和线JK的位置处形成随着深度接近半导体基板15的第一面侧而逐渐减小的电势梯度。因此,由于该电势梯度,由入射光在像素内部的半导体区域中生成的电荷朝着第一面侧移动。

[0067] 沿着线JK,形成随着深度从深度W变化到深度Y而随着深度接近半导体基板15的第一面侧而稍微减小的电势梯度。由此,电荷向第一面侧移动。另一方面,沿着线GH形成随着深度从深度W变化到深度Y而随着深度接近半导体基板15的第一面侧而稍微增大的电势梯度。该电势梯度用作阻止电荷向第一面移动的势垒。该势垒(第四半导体区域72)抑制电荷从第五半导体区域75向第二半导体区域76移动。相比之下,由于在从线GH的位置到线JK的水平方向上的电势梯度小,因此在从深度W到深度Y的范围内向第一面移动的过程中,位于线GH附近的电荷被促进移动到线JK附近的部分。

[0068] 已移动到由线JK表示的区域附近的部分的电荷被陡峭的电势梯度(即,在从深度Y到深度X的范围内形成的强电场)加速。被强电场加速的电荷到达第一半导体区域71。以这种方式,在线JK附近的从深度Y到深度X的区域中发生雪崩倍增。相比之下,与沿着线JK从深度Y到深度X的区域相比,由线GH表示的区域具有不太可能发生雪崩倍增的电势分布。

[0069] 实现这种结构的一个示例可以是如下的配置:第一半导体区域71的电势与第三半导体区域74的电势之间的差大于第二半导体区域76的电势与第四半导体区域72的电势之间的差。利用这种电势结构,实现了在雪崩二极管中发生雪崩倍增的配置。另外,在这个配置中,由于以下原因,减少了由于不太可能发生雪崩倍增的部分的存在而引起的灵敏度降低。

[0070] 第三半导体区域74的电势低于第四半导体区域72的电势。因此,第四半导体区域72用作阻止信号电荷在第五半导体区域75中存在的势垒。因而,在包括在第五半导体区域75中且与第四半导体区域72或第三半导体区域74重叠的区域中存在的信号电荷被促进经由第三半导体区域74移动到第一半导体区域71,并且电荷被收集,因此减少了灵敏度降低。

[0071] 图3A示出了当第三半导体区域74是P型半导体区域时的电势结构。然而,即使当第三半导体区域74是N型半导体区域时,在深度Y处的电势的关系分别对于线GH和线JK来说也不会改变。即,在深度Y处,沿着线GH的电势高于沿着线JK的电势。

[0072] 另外,虽然图3A示出了当第二半导体区域76是N型半导体区域时的电势结构,但是即使在P型半导体区域的情况下,在深度Y处的电势的关系分别对于线GH和线JK来说也不会改变。即,在深度Y处,沿着线GH的电势高于沿着线JK的电势。

[0073] 注意的是,由于在第五半导体区域75的每个部分中生成的电荷移动到由线JK表示的区域附近的部分并且引起雪崩倍增,因此单个像素的灵敏度与隔离部16B中包含的第五半导体区域75的平面图中的面积近似成比例。

[0074] 在图3B中,虚线22表示沿着线CD,即在深度Y处的电势分布,并且实线23表示沿着线AB,即在深度X处的电势分布。由于XH电平、H电平、M电平和L电平的含义与图3A中的那些相同,因此将省略其描述。

[0075] 由虚线22表示的电势根据水平位置在XH电平与H电平之间变化。第三半导体区域74附近的电势低。由实线23表示的电势根据水平位置在XH电平与L电平之间变化。更具体地,该分布使得电势随着水平位置从隔离部16A变化到第一半导体区域71而逐渐减小。位于隔离部16A与第一半导体区域71之间的第二半导体区域76的电势从隔离部16A到第一半导体区域71稍微变化。该电势分布可以通过注入杂质以使得第二半导体区域76的杂质浓度相对较低来实现。

[0076] 在本实施例中,第二半导体区域76布置在隔离部16A与第一半导体区域71之间,隔

离部16A和第一半导体区域71彼此间隔开恒定距离R。因而,由于在隔离部16A的电势与第一半导体区域71的电势之间的差而引起的电场强度可以低于由于在第一半导体区域71的电势与第三半导体区域74的电势之间的差而引起的电场强度。因此,这抑制了由于隧道效应而引起的噪声是由在隔离部16A与第一半导体区域71之间的PN结处发生的雪崩倍增而引起的情況。

[0077] 如上所述,布置在深度X处的隔离部16A限定了发生由于信号电荷而引起的雪崩倍增的雪崩区域(第二区域)。另外,布置在深度Z处的隔离部16B限定了通过入射光的光电转换来生成信号电荷的灵敏度区域(第一区域)。如上所述,在减小由于隧道效应而引起的噪声方面,在深度X处的隔离部16A被设计成在一定程度上确保在隔离部16A与第一半导体区域71之间的距离R。相比之下,在深度Z处的隔离部16B通过调节形状、面积等进行设计,以便具有每个像素的灵敏度区域的期望的灵敏度水平和期望的位置。如以上所讨论的,由于雪崩区域的形状和灵敏度区域的形状具有不同的设计约束,因此对于各个形状,不同的形状可能是最优的。因而,在本实施例中,隔离部16A的形状和隔离部16B的形状在平面图中彼此不同。因此,提供了具有提高的布局灵活性的光电转换设备,并且雪崩区域的形状和灵敏度区域的形状可以被设计为适合于各自性质的形状。

[0078] 作为隔离部16A的形状和隔离部16B的形状彼此不同的配置的一个示例,隔离部16A中包含的面积和隔离部16B中包含的面积可以彼此不同。例如,对于旨在增大灵敏度的像素,包含在隔离部16B中的面积可以被设计为大于包含在隔离部16A中的面积,从而隔离部16B可以被布置成与相邻像素的一部分重叠。如上所述,在本实施例的雪崩二极管中,在第五半导体区域75中存在的信号电荷容易经由第三半导体区域74移动到第一半导体区域71。因此,由于在第五半导体区域75中生成的信号电荷被收集到第一半导体区域71,因此即使当包含在隔离部16B中的面积被设计为大于包含在隔离部16A中的面积时,类似地也会发生雪崩倍增。图4A、图4B和图4C示出了一些像素的隔离部16B中包含的面积增大的配置的示例。

[0079] 图4A、图4B和图4C是示出像素布置的示例的示意性平面图,在该像素布置中在一些像素中隔离部16B中包含的面积大于隔离部16A中包含的面积。图4A是在深度X处的示意性平面图,图4B是在深度Y处的示意性平面图,并且图4C是在深度Z处的示意性平面图。如图4A、图4B和图4C所示,布置在半导体基板15中的多个像素布置为形成多行和多列。在图4A、图4B和图4C中,提取并示出了多个像素中的四行四列。

[0080] 如图4A所示,第一半导体区域71在深度X处被包含在第二半导体区域76中。另外,第二半导体区域76被包含在隔离部16A中。在所有像素中,在第一半导体区域71与隔离部16A之间的最小距离是距离R。

[0081] 如图4B所示,第三半导体区域74在深度Y处被包含在第四半导体区域72中。另外,第四半导体区域72被包含在隔离部16B中。如图4C所示,第五半导体区域75在深度Z处被包含在隔离部16B中。在图4C的第五半导体区域75中写入的字符“红色”、“绿色”和“蓝色”指示对应的像素分别是红色像素、绿色像素和蓝色像素。红色像素、绿色像素和蓝色像素是其上分别设置红色滤色器、绿色滤色器和蓝色滤色器的像素。在本实施例中,红色像素、绿色像素和蓝色像素形成拜耳(Bayer)布置。

[0082] 如图4C所示,在本实施例中,绿色像素的隔离部16B所包含的面积大于其它颜色的

像素所包含的面积。为了实现这一点,绿色像素的隔离部16B被布置为在平面图中相对于在相邻的红色像素和相邻的蓝色像素之间的隔离部16A超出至外部。换句话说,隔离部16A的形状和隔离部16B的形状在平面图中彼此不同。由此,绿色像素的灵敏度区域的面积可以比其它颜色的像素的灵敏度区域的面积宽,并且绿色像素的灵敏度可以较大。由于人眼对绿色比对红色或蓝色更敏感,因此如图4C中所示,当绿色像素的灵敏度区域的面积大于红色像素或蓝色像素的灵敏度区域的面积时,可以提高基本图像质量。

[0083] 注意的是,对于某些设计需求,除绿色像素以外的彩色像素可以较大。即,以更一般的方式换句话说,相对于光电转换设备中包括的两个雪崩二极管,由隔离部16B围绕的灵敏度区域的面积可以彼此不同。另外,两个雪崩二极管可以被改写为对第一颜色的入射光具有灵敏度的第一雪崩二极管以及对不同于第一颜色的第二颜色的入射光具有灵敏度的第二雪崩二极管。

[0084] 参考图5A和图5B,将更详细地描述在隔离部16A与隔离部16B之间的位置关系。图5A是图4A的隔离部16A和图4B的隔离部16B被重叠以用于说明的示意性平面图。图5B是隔离部16A和隔离部16B的相交部分W的放大图。如图5B所示,隔离部16A包括在x1方向(第一方向)上延伸的第一部分P1。另外,隔离部16B包括在平面图中在与x1方向相交的x2方向(第二方向)上延伸的第二部分P2。在这种情况下,第一部分P1的一部分和第二部分P2的一部分在平面图中在重叠部分P3中彼此重叠。

[0085] 如上所述,根据本实施例,将雪崩区域彼此隔离的隔离部16A的形状和将灵敏度区域彼此隔离的隔离部16B的形状在平面图中彼此不同。更具体地,隔离部16A的第一部分P1的一部分和隔离部16B的第二部分P2的一部分在平面图中在重叠部分P3中彼此重叠。因而,提供了具有提高的布局灵活性的光电转换设备。

[0086] 另外,根据本实施例,用作第三隔离区域的第四半导体区域72被布置为以便隔离在雪崩区域与灵敏度区域之间的区域的一部分。因而,由于在第五半导体区域75中存在的信号电荷被促进经由第三半导体区域74移动到第一半导体区域71,因此灵敏度提高。

[0087] 虽然在本实施例的描述中,施加到雪崩二极管的偏置电压被控制为具有发生雪崩倍增的状态,但不限于此,偏置电压可以是可控制的以具有不发生雪崩倍增的状态。换句话说,本实施例的雪崩二极管可以以两种类型的模式操作:在灵敏度区域中累积信号电荷的累积模式和读出在灵敏度区域中累积的信号电荷的读出模式。这里,累积模式是第一偏置电压被施加到雪崩二极管的模式,该第一偏置电压被控制到不发生雪崩倍增的状态。当雪崩二极管处于累积模式时通过光电转换生成的电荷被累积在灵敏度区域中。读出模式是与第一偏置电压不同的第二偏置电压被施加到雪崩二极管的模式,该第二偏置电压被控制到发生雪崩倍增的状态。利用以这种方式以两种类型的模式控制雪崩二极管,可以实现在灵敏度区域中在预定时段内累积信号电荷,并且然后读出根据在预定时段内累积的信号电荷的信号的操作。

[0088] 第二实施例

[0089] 将描述根据第二实施例的光电转换设备。在本实施例的描述中,具有与第一实施例的功能相同功能的特征用相同的参考标记标注,并且可以省略或简化其详细描述。

[0090] 图6是根据本实施例的光电转换设备10的框图。光电转换设备10具有像素单元106、控制脉冲生成单元109、水平扫描电路104、列电路105、信号线107、输出电路108和垂直

扫描电路103。

[0091] 像素单元106具有布置为形成多行和多列的多个像素100。每个像素100包括光电转换元件101和像素信号处理单元102。光电转换元件101将进入光电转换设备10的光转换成电信号。像素信号处理单元102经由信号线107将电信号输出到列电路105。

[0092] 垂直扫描电路103基于从控制脉冲生成单元109供给的控制脉冲供给用于逐像素行驱动各个像素100的控制脉冲。诸如移位寄存器、地址解码器等逻辑电路可以被用于垂直扫描电路103。信号线107被布置用于像素单元106的每列。信号线107将从由垂直扫描电路103选择的像素100输出的信号发送到列电路105。

[0093] 各个像素100的信号经由信号线107被输入到列电路105。列电路105对输入信号执行预定处理。预定处理可以包括对输入信号进行噪声去除、放大等处理以及将经处理的信号转换成要外部输出的形式的处理。为了实现该功能，列电路105例如具有并行到串行转换器电路。

[0094] 水平扫描电路104逐列依次将用于将在列电路105中处理的信号输出到输出电路108的控制脉冲供给到列电路105。输出电路108由缓冲放大器、差分放大器等形成。输出电路108将从列电路105输出的信号输出到光电转换设备10外部的存储单元或信号处理单元。

[0095] 虽然在图6中像素单元106中的像素100的布置是二维矩阵，但是布置不限于此。例如，在像素单元106中，多个像素100可以一维地布置。另外，像素单元106中可以仅包括单个像素100。另外，垂直扫描电路103、水平扫描电路104和列电路105可以被划分为多个块，并且像素单元106的块可以被布置为使得与垂直扫描电路103、水平扫描电路104和列电路105的上述块相对应。另外，水平扫描电路104和列电路105可以被划分为与各个像素列相对应的块。

[0096] 在像素单元106内的所有像素100的每个像素中设置像素信号处理单元102的功能不是必需的，并且例如，单个像素信号处理单元102可以被多个像素100共享。在这种情况下，像素信号处理单元102对从多个像素100输出的信号依次执行处理。

[0097] 另外，在图6中，包括二维地布置有光电转换元件101的像素阵列的半导体基板15和包括除上述之外的元件的半导体基板可以是分离的半导体基板。从而，可以增大光电转换元件101的面积与芯片面积的比率，并且提高了光电转换元件101的灵敏度。在这种情况下，光电转换设备10可以具有多个半导体基板彼此附接的堆叠结构。

[0098] 作为这样的配置的一个示例，像素信号处理单元102可以设置在与形成有光电转换元件101的半导体基板15不同的半导体基板上。在这种情况下，光电转换元件101和像素信号处理单元102经由为每个像素100设置的连接布线彼此电连接。垂直扫描电路103、水平扫描电路104、信号线107和列电路105可以类似地设置在与光电转换元件101不同的半导体基板上，并获得相同的优点。

[0099] 图7是根据本实施例的像素100的框图的一个示例。在图7中，一个像素100具有光电转换元件101和像素信号处理单元102。光电转换元件101具有光电转换单元201和控制单元202。

[0100] 光电转换单元201根据入射光通过光电转换生成电荷对。雪崩二极管被用作光电转换单元201。光电转换单元201的阳极连接到通过其供给电位VL的电位线。光电转换单元201的阴极连接到控制单元202的一端。控制单元202的另一端连接到通过其供给高于电位

VL的电位VH的电位线。

[0101] 利用这样的配置,可以引起雪崩倍增的反向偏置的电位被施加在光电转换单元201的阳极和阴极之间。一旦在施加这样的反向偏置的电位的情况下响应于入射光而执行光电转换,所生成的电荷就会引起雪崩倍增,并且发生雪崩电流。

[0102] 注意的是,当反向偏置的电位被供给到光电转换单元201并且在阳极与阴极之间的电位差大于击穿电压时,雪崩二极管处于盖革(Geiger)模式操作。通过使用盖革模式操作快速检测单个光子水平的弱信号的光电二极管是单光子雪崩二极管(SPAD)。

[0103] 另外,当在光电转换单元201的阳极和阴极之间的电位差大于或等于光电转换单元201中生成的电荷引起雪崩倍增的电位差并且小于或等于击穿电压时,雪崩二极管处于线性模式。以线性模式执行光检测的雪崩二极管被称为雪崩光电二极管(APD)。在本实施例中,光电转换单元201可以作为上述雪崩二极管中的任一个来操作。注意的是,引起雪崩倍增的电位差约为6V或更大。

[0104] 控制单元202具有用电压信号代替在光电转换单元201中生成的雪崩电流中的变化的功能。此外,控制单元202在通过雪崩倍增进行信号放大时用作负载电路(猝熄电路)。该负载电路执行猝熄操作以改变供给到光电转换单元201的电压并且抑制雪崩倍增。例如,控制单元202可以包括电阻器元件或主动猝熄电路。主动猝熄电路是通过检测雪崩电流的增大并执行反馈控制来主动地抑制雪崩倍增的电路。

[0105] 像素信号处理单元102具有波形整形单元203、计数器电路204和选择器电路206。波形整形单元203对由于单光子水平的信号而引起的电压变化进行整形并且输出脉冲信号。该脉冲信号指示光子的入射。例如,如图7所示,反相器电路被用于波形整形单元203。虽然图7示出了使用单个反相器作为波形整形单元203的示例,但是波形整形单元203可以是多个反相器串联连接的电路,或者可以是其它电路,只要该电路具有波形整形效果即可。

[0106] 从波形整形单元203输出的脉冲信号由计数器电路204计数。例如,在计数器电路204中设置N位计数器(N是正整数),并且该N位计数器可以对输入脉冲信号计数高达最多约2的N次方并保持所计数的值。通过计数获得的信号被保持在计数器电路204中作为指示入射光的检测结果的信号。另外,控制脉冲pRES经由驱动线207从垂直扫描电路103被供给到计数器电路204。计数器电路204响应于控制脉冲pRES被输入而复位保持的信号。

[0107] 控制脉冲pSEL经由驱动线208从垂直扫描电路103被供给到选择器电路206。选择器电路206基于控制脉冲pSEL来切换在计数器电路204与信号线107之间的电连接或断开。例如,晶体管、用于将信号输出到像素外部的缓冲电路等可以被用于选择器电路206。

[0108] 当像素单元106具有多个像素100以矩阵布置的配置时,捕获操作可以是滚动快门操作或全局电子快门操作。例如,通过逐行依次复位由计数器电路204计数的值并逐行依次输出保持在计数器电路204中的信号来实现滚动快门操作。

[0109] 另外,通过同时复位在所有像素行上由计数器电路204计数的值并且逐行依次输出由计数器电路204保持的信号来实现全局电子快门操作。注意的是,当应用全局电子快门操作时,期望提供使用开关等以便能够切换是否由计数器电路204执行计数的切换构件。

[0110] 图8A至图8F是示出图6和图7的两个雪崩二极管对角地布置在基本正方形区域内的配置的示例的示意性平面图和示意性截面图。光电转换设备10的多个雪崩二极管以形成多行和多列的矩阵布置,其中图8A至图8F中所示的两个雪崩二极管被定义为一个单元。

图8A是在深度X处的示意性平面图,图8B是在深度Y处的示意性平面图,并且图8C是在深度Z处的示意性平面图。另外,图8D是沿着线SL1-SL1'截取的示意性截面图,图8E是沿着线SL2-SL2'截取的示意性截面图,并且图8F是沿着线SL3-SL3'截取的示意性截面图。

[0111] 如图8A所示,两个第一半导体区域71分别在深度X处被包含在两个第二半导体区域76中。另外,两个第二半导体区域76分别被包含在隔离部16A的不同部分中。第一半导体区域71和隔离部16A被布置为使得在第一半导体区域71与隔离部16A之间的距离在所有方向上都是距离R。换句话说,第一半导体区域71被布置为使得在第一半导体区域71与隔离部16A之间的距离最大。两个第一半导体区域71布置在由隔离部16A形成的正方形的对角线上。隔离部16A被布置为在两个第一半导体区域71之间在对角方向(与由雪崩二极管形成的行和列中的任一方向不同的方向)上延伸,以便对角地隔离两个第二半导体区域76。以这种方式,当两个雪崩二极管布置在正方形区域中时,可以通过将第一半导体区域71布置在对角线上来增大距离R。从而,距离R可以是在两个第一半导体区域71布置在水平方向上的情况下的距离的大约1.17倍。

[0112] 如图8B所示,每个第三半导体区域74在深度Y处被包含在每个第四半导体区域72中。另外,第四半导体区域72被包含在隔离部16B中。

[0113] 如图8C所示,两个第五半导体区域75在深度Z处分别被包含在隔离部16B的不同部分中。隔离部16B被布置为在两个第五半导体区域75之间在垂直方向上延伸,以便在水平方向上将两个第二半导体区域76彼此隔离。另外,在图8C中,引导入射光至两个第五半导体区域75的微透镜ML的位置由虚线示出。两个第五半导体区域75的位置在水平方向上关于微透镜ML的中心位置对称地布置。即,本实施例的两个雪崩二极管具有与一个微透镜ML存在光学共轭关系的两个灵敏度区域。因而,从两个雪崩二极管获得的信号可以被用于相位差自动聚焦的信号。

[0114] 参考图9,将更详细地描述隔离部16A和隔离部16B之间的位置关系。图9是图8A的隔离部16A和图8B的隔离部16B被重叠以用于说明的示意性平面图。如图9所示,隔离部16A包括在x1方向(第一方向)上延伸的第一部分P1。另外,隔离部16B包括在平面图中在与x1方向相交的x2方向(第二方向)上延伸的第二部分P2。在这种情况下,第一部分P1的一部分和第二部分P2的一部分在平面图中在重叠部分P3中彼此重叠。

[0115] 如上所述,在本实施例中,将两个第一半导体区域71彼此隔离的隔离部16A的一部分以及将两个第五半导体区域75彼此隔离的隔离部16B的一部分在平面图中彼此相交。即,隔离部16A的形状和隔离部16B的形状在平面图中彼此不同。更具体地,隔离部16A的第一部分P1的一部分和隔离部16B的第二部分P2的一部分在平面图中在重叠部分P3中彼此重叠。因而,提供了具有提高的布局灵活性的光电转换设备10,并且雪崩区域的形状和灵敏度区域的形状可以被设计为适合于各自特性的形状。

[0116] 更具体地,本实施例的隔离部16A被布置为在对角方向上延伸,使得当两个雪崩二极管布置在正方形区域中时距离R最大。相比之下,因为考虑到用于相位差自动聚焦的相位差的取得方向,需要在附图中的水平方向上对称地布置灵敏度区域,所以本实施例的隔离部16B被布置为在垂直方向上延伸。换句话说,由于对于限定雪崩区域的隔离部16A和限定灵敏度区域的隔离部16B,所需的特性和设计约束是不同的,因此这些区域被设计为彼此具有不同的形状。以这种方式,通过使隔离部16A的形状和隔离部16B的形状彼此不同,既可以



实现减小由增大的距离R引起的由于隧道效应而导致的噪声的效果,又可以实现取得用于相位差自动聚焦的信号的需求。另外,由于可以通过在正方形区域内部对角地布置两个雪崩二极管来增大距离R,因此当距离R的最大值被约束时,可以通过采用本实施例的配置来减小像素的尺寸。因而,可以增大像素的数量,并且可以获得所获得的图像质量提高的优点。

[0117] 注意的是,虽然在本实施例中隔离部16A和隔离部16B的每个外周形状是正方形,但是外周形状不限于此。例如,隔离部16A和隔离部16B的每个外周形状可以是矩形(包括正方形),并且两个雪崩二极管可以布置在矩形区域内部。同样在这种情况下,隔离部16A被布置为在对角线方向上延伸,使得在布置两个雪崩二极管时的距离R最大。

[0118] 第三实施例

[0119] 将描述根据第三实施例的光电转换设备。在本实施例的描述中,具有与第一实施例或第二实施例的功能相同的功能的特征用相同的附图标记标注,并且可以省略或简化其详细描述。

[0120] 本实施例的光电转换设备是第二实施例的光电转换设备被应用于背面照射型的光电转换设备的设备。图10是根据本实施例的光电转换设备的示意性截面图。图10是滤色器CF1和滤色器CF2以及微透镜ML被添加到沿着图8A、图8B和图8C的线SL1-SL1' 截取的示意性截面图的图示。如图10所示,滤色器CF1和滤色器CF2以及微透镜ML布置在半导体基板15的第二面侧。

[0121] 入射光依次穿过微透镜ML和滤色器CF1或滤色器CF2,并从半导体基板15的第二面侧被接收。滤色器CF1和滤色器CF2透射彼此不同颜色的光。微透镜ML由两个雪崩二极管共享,并且穿过微透镜ML的光被引导至两个雪崩二极管中的任一个。注意的是,虽然在图10中一个微透镜ML与两个雪崩二极管相关联地布置,但是该布置不限于此。即,一个微透镜ML可以被布置为与两个或更多个雪崩二极管相对应。

[0122] 如上所述,本实施例的光电转换设备是背面照射型,在该光电转换设备中与设置有布线层的第一面相对的第二面为光接收面。因而,在本实施例的光电转换设备中,与正面照射型的情况相比,灵敏度进一步提高。

[0123] 第四实施例

[0124] 将描述根据第四实施例的光电转换设备。在本实施例的描述中,对具有与第一实施例至第三实施例的功能相同的功能的特征用相同的附图标记标注,并且可以省略或简化其详细描述。

[0125] 本实施例的光电转换设备是第三实施例的光电转换设备被应用于堆叠型的光电转换设备的设备。图11是根据本实施例的光电转换设备的示意性截面图。图11是滤色器CF1和滤色器CF2、微透镜ML以及半导体基板17被添加到沿着图8A、图8B和图8C的线SL1-SL1' 截取的示意性截面图的图示。以与第三实施例中相同的方式,滤色器CF1和滤色器CF2以及微透镜ML布置在半导体基板15的第二面侧。另外,半导体基板17经由接合界面18接合在半导体基板15的第一面侧,并且机械地并电气地连接到半导体基板15。诸如像素信号处理单元102之类的处理从雪崩二极管输出的信号的信号处理电路被包括在半导体基板17中。

[0126] 如上所述,本实施例的光电转换设备是堆叠型,在该光电转换设备中半导体基板15(第一基板)和半导体基板17(第二基板)除了与第三实施例一样为背面照射型之外还被

堆叠。雪崩二极管布置在半导体基板15中,并且信号处理电路布置在半导体基板17中。因而,与雪崩二极管和信号处理电路被布置在单个基板中的情况相比,雪崩二极管的灵敏度区域可以较宽,并且灵敏度进一步提高。

#### [0127] 第五实施例

[0128] 将描述根据第五实施例的光电转换设备。在本实施例的描述中,具有与第一实施例至第四实施例的功能相同的功能的特征用相同的附图标记标注,并且可以省略或简化其详细描述。与第一实施例至第四实施例不同,本实施例的光电转换设备是具有不使用雪崩倍增的光电二极管的图像传感器。本实施例的光电转换设备不仅具有输出用于捕获的信号的功能,而且还具有输出用于像面相位差自动聚焦的信号的功能。

[0129] 图12是根据本实施例的光电转换设备60的框图。光电转换设备60具有像素单元61、控制脉冲生成单元109、水平扫描电路104、列电路105、信号线107、输出电路108和垂直扫描电路103。由于控制脉冲生成单元109、水平扫描电路104、列电路105、信号线107、输出电路108和垂直扫描电路103的配置与第二实施例基本相同,因此将省略其描述。

[0130] 像素单元61具有布置为形成多行和多列的多个像素600。每个像素600具有将入射光转换成电信号的光电二极管。

[0131] 图13是根据本实施例的像素600的等效电路图的一个示例。像素600具有光电转换单元PD1和PD2、转移晶体管M1A和M1B、复位晶体管M2、放大晶体管M3和选择晶体管M4。这些晶体管中的每个可以是N沟道MOS晶体管。控制信号PTX1从垂直扫描电路103输入到转移晶体管M1A的栅极。控制信号PTX2从垂直扫描电路103输入到转移晶体管M1B的栅极。控制信号PRES从垂直扫描电路103输入到复位晶体管M2的栅极。控制信号PSEL从垂直扫描电路103输入到选择晶体管M4的栅极。

[0132] 光电转换单元PD1和PD2中的每个根据入射光通过光电转换生成电荷并累积电荷。光电转换单元PD1和PD2中的每个不是如第一实施例至第四实施例中所述的雪崩二极管,而是不使用雪崩放大的典型光电二极管。光电转换单元PD1和PD2的每个阳极连接到地电位线。光电转换单元PD1的阴极连接到转移晶体管M1A的源极。光电转换单元PD2的阴极连接到转移晶体管M1B的源极。

[0133] 转移晶体管M1A和M1B的漏极、复位晶体管M2的源极以及放大晶体管M3的栅极的连接节点形成浮动扩散部FD。复位晶体管M2的漏极和放大晶体管M3的漏极连接到具有电位VDD的电源电位线。放大晶体管M3的源极连接到选择晶体管M4的漏极。选择晶体管M4的源极连接到信号线107。信号线107连接到电流源(未示出)。

[0134] 当控制信号PRES被控制为高电平并且复位晶体管M2被接通时,浮动扩散部FD的电位被复位。当控制信号PTX1被控制为高电平并且转移晶体管M1A被接通时,累积在光电转换单元PD1中的电荷被转移至浮动扩散部FD。当控制信号PTX2被控制为高电平并且转移晶体管M1B被接通时,累积在光电转换单元PD2中的电荷被转移至浮动扩散部FD。当控制信号PSEL被控制为高电平并且选择晶体管M4被接通时,放大晶体管M3和连接到信号线107的电流源形成源极跟随器电路。此时,根据浮动扩散部FD的电位的电压被输出到信号线107。

[0135] 利用这样的配置,本实施例的光电转换设备可以独立地输出基于累积在两个光电转换单元PD1和PD2中的电荷的信号。另外,本实施例的光电转换设备可以对累积在两个光电转换单元PD1和PD2中的电荷求和,并输出基于该和的信号。

[0136] 图14是根据本实施例的光电二极管的示意性平面图。图14示出了形成光电二极管的一部分的微透镜ML与两个N型半导体区域601之间的位置关系。在图14中,引导入射光到两个N型半导体区域601的微透镜ML的位置由虚线示出。图14的两个N型半导体区域601分别与图13的光电转换单元PD1和PD2的灵敏度区域相对应。两个N型半导体区域601的位置在水平方向上关于微透镜ML的中心位置对称地布置。即,本实施例的两个光电二极管具有与一个微透镜ML存在光学共轭关系的两个灵敏度区域。因而,从两个光电二极管获得的信号可以被用于像面相位差自动聚焦的信号。

[0137] 图15是根据本实施例的光电二极管的示意性截面图。图15示意性地示出了沿着图14的线SL4-SL4'截取的截面。本实施例的光电二极管布置在半导体基板15(第一基板)中。半导体基板15具有第一面和与第一面相对的第二面。例如,第一面是半导体基板15的正面,并且第二面是半导体基板15的背面。在本实施例中,从第一面到第二面的方向被称为深度方向。在半导体基板15的正面侧,布置了晶体管的栅电极、多层布线结构等。在半导体基板15的背面上,布置了与两个光电二极管相对应的微透镜ML。

[0138] 如图15所示,P型半导体区域604和由P型半导体区域604围绕的区域形成在半导体基板中。N型半导体区域601、602和603布置在由P型半导体区域604围绕的区域中。

[0139] N型半导体区域602布置在深度D1(第一深度)处。N型半导体区域603布置在相对于第一面比深度D1深的深度D2处。N型半导体区域601布置在相对于第一面比深度D2深的深度D3(第二深度)处。N型半导体区域602和N型半导体区域603在深度方向上接触,并且N型半导体区域603和N型半导体区域601在深度方向上接触。

[0140] 图16是根据本实施例的光电二极管的示意性截面图。图16是用于针对与图15相同的截面更详细地示出P型半导体区域604的结构的图。P型半导体区域604包括区域604a、604b、604c、604d、604e和604f。

[0141] 区域604a被布置为从深度D1到深度D3围绕N型半导体区域601、602和603。区域604a用作在相邻像素之间的隔离区域。

[0142] 区域604b(第一隔离区域)布置在深度D1处的两个N型半导体区域602之间。区域604b用作在两个N型半导体区域602之间的隔离区域。

[0143] 区域604c(第二隔离区域)布置在深度D3处的两个N型半导体区域601之间。区域604c用作在两个N型半导体区域601之间的隔离区域。

[0144] 区域604d(第三隔离区域)布置为在深度方向上与N型半导体区域601和N型半导体区域602接触。区域604d将除了N型半导体区域601和N型半导体区域602之间的区域的一部分(布置有N型半导体区域603的部分)以外的其它部分彼此隔离。换句话说,N型半导体区域601和N型半导体区域602经由N型半导体区域603连接。

[0145] 区域604e布置在两个N型半导体区域602和区域604b的第一面侧。区域604f布置在两个N型半导体区域601和区域604c的第二面侧。

[0146] 一旦光经由微透镜ML进入半导体基板15的背面,就通过光电转换在N型半导体区域601中出现电子。即,N型半导体区域601用作光电转换设备的灵敏度区域(第一区域)。这些电子(信号电荷)经由N型半导体区域603移动到N型半导体区域602。即,N型半导体区域602用作在其中累积光电转换设备的电荷的累积区域(第二区域)。N型半导体区域603(第三区域)与电子从N型半导体区域602到N型半导体区域601的转移路径相对应。为了实现这一

点,期望电子的电势在电子从N型半导体区域602到N型半导体区域601的转移路径上单调增大。

[0147] 图17是根据本实施例的光电二极管的示意性截面图。图17是针对与图15和图16相同的截面更详细地示出用于转移电荷的结构。半导体基板15包括形成浮动扩散部FD的半导体区域605。另外,转移晶体管M1A和M1B的每个栅电极606在第一面上布置在与在N型半导体区域602与半导体区域605之间的P型半导体区域604相对应的位置处。通过控制栅电极606的电压,可以将累积在半导体区域602中的电荷转移到半导体区域605。注意的是,虽然在图17中两个半导体区域605被示出为单独的区域,但是如图13所示,图17中的两个半导体区域605可以是彼此电连接并且具有相同电位的节点。

[0148] 图18是根据本实施例的像素600的示意性平面图。图18示出了图13中示出的像素600的电路的具体布局的一个示例。图18示出了形成光电二极管、晶体管等的半导体区域和微透镜ML的位置。另外,图18示出了转移晶体管M1A和M1B的栅电极606、复位晶体管M2的栅电极607、放大晶体管M3的栅电极608以及选择晶体管M4的栅电极609。另外,图18还示出了将这些组件彼此连接的布线WL。

[0149] 转移晶体管M1A和M1B的栅电极606在平面图中布置在N型半导体区域602和半导体区域605之间。半导体区域605经由布线WL连接到形成复位晶体管M2的主电极的半导体区域610和放大晶体管M3的栅电极608。布线WL连接到栅电极606、607和609,并且控制信号经由布线WL从垂直扫描电路103输入到栅电极606、607和609中。

[0150] 用作具有电位VDD的电源电位线的布线WL连接到形成复位晶体管M2和放大晶体管M3的主电极的半导体区域611。用作外部输出信号电压的信号线107的布线WL连接到形成选择晶体管M4的主电极的半导体区域612。

[0151] 在本实施例中,N型半导体区域601和N型半导体区域602经由N型半导体区域603连接。因而,N型半导体区域601和N型半导体区域602在平面图中可以具有彼此不同的形状。另外,由于N型半导体区域601和N型半导体区域602可以针对其位置关系而彼此独立地设计,因此在N型半导体区域601与N型半导体区域602之间可以存在各种特定形式的位置关系。将描述N型半导体区域601和N型半导体区域602的两种类型的布置示例。

[0152] 图19A、图19B和图19C是示出根据本实施例的半导体区域的布置的第一示例的示意图。图19A是示出N型半导体区域601、602和603、半导体区域605以及栅电极606的布置的示意性透视图。如图19A所示,N型半导体区域601和N型半导体区域602中的每个具有在图纸的深度方向上延伸的矩形平行六面体形状。即,N型半导体区域601和N型半导体区域602在相同方向上延伸。

[0153] 图19B是示出N型半导体区域601、602和603、半导体区域605以及栅电极606的布置的示意性平面图。如图19B所示,所有的N型半导体区域601和N型半导体区域602均在图纸的垂直方向上延伸。换句话说,两个N型半导体区域601在图纸的水平方向上彼此相邻地布置,并且两个N型半导体区域602在图纸的水平方向上也彼此相邻地布置。在这样的配置中,由于通过光电转换从其生成电荷的N型半导体区域601布置在水平方向上间隔开的位置处,因此可以取得可以主要检测在水平方向上的视差的用于像面相位差自动聚焦的信号。在图19B中,相位差检测的方向由箭头613表示。

[0154] 图19C是示出在平面图中在用作N型半导体区域602之间的隔离区域的区域604b与

用作N型半导体区域601之间的隔离区域的区域604c之间的位置关系的示意性平面图。如图19C所示,区域604b和区域604c均在图纸的垂直方向上延伸。

[0155] 图20A、图20B和图20C是示出根据本实施例的半导体区域的布置的第二示例的示意图。与图19A、图19B和图19C的主要区别在于半导体区域601的布置。

[0156] 如图20A所示,每个N型半导体区域602具有在图纸的深度方向上延伸的矩形平行六面体形状,并且每个N型半导体区域601具有在图纸的水平方向上延伸的矩形平行六面体形状。即,N型半导体区域601和N型半导体区域602在平面图中在彼此正交的方向,即在不同的方向上延伸。

[0157] 如图20B所示,每个N型半导体区域602在图纸的垂直方向上延伸,并且每个N型半导体区域601在图纸的水平方向上延伸。换句话说,两个N型半导体区域601在图纸的垂直方向上彼此相邻地布置,并且两个N型半导体区域602在图纸的水平方向上彼此相邻地布置。在这样的配置中,由于通过光电转换从其生成电荷的N型半导体区域601布置在垂直方向上间隔开的位置处,因此可以取得可以主要检测在垂直方向上的视差的用于像面相位差自动聚焦的信号。在图20B中,相位差检测的方向由箭头614表示。

[0158] 图20C是示出在平面图中在用作N型半导体区域602之间的隔离区域的区域604b与用作N型半导体区域601之间的隔离区域的区域604c之间的位置关系的示意性平面图。如图20C所示,区域604b在图纸的垂直方向上延伸,并且区域604c在图纸的水平方向上延伸。即,区域604b和区域604c在平面图中在彼此正交的方向,即在不同的方向上延伸。

[0159] 图21A和图21B是示出像素600的布置示例的示意性平面图。图21A示出了图19A、图19B和图19C中示出的第一示例的像素600以矩阵布置的示例。在这个示例中,指示相位差检测的方向的箭头613在水平方向上被定向。图21B示出了图20A、图20B和图20C中示出的第二示例的像素600以矩阵布置的示例。在这个示例中,指示相位差检测的方向的箭头614在垂直方向上被定向。

[0160] 如上所述,本实施例的每个像素600具有布置在深度D1处的N型半导体区域602和布置在相对于第一面比深度D1深的深度D3处的N型半导体区域601。在N型半导体区域601具有足够厚度的情况下,从第二面侧接收的光的大部分被N型半导体区域601吸收并且不到达N型半导体区域602。因而,N型半导体区域601用作通过光电转换从入射光生成电荷的灵敏度区域。在N型半导体区域601中生成的电荷经由N型半导体区域603移动到N型半导体区域602并在N型半导体区域602中累积。即,N型半导体区域602用作累积由光电转换生成的电荷的累积区域。

[0161] 以这种方式,N型半导体区域601和N型半导体区域602在基板的厚度方向上位于不同的位置,因此具有彼此不同的功能。因此,可以根据目的将N型半导体区域601和N型半导体区域602的平面图形状设计为不同。从另一个角度来看,用作在N型半导体区域602之间的隔离区域的区域604b和用作在N型半导体区域601之间的隔离区域的区域604c可以被设计为在平面图中具有不同的形状。

[0162] 在图19B和图21A的第一示例中,两个N型半导体区域601在图纸的水平方向上彼此相邻地布置,并且可以取得可以主要检测在水平方向上的视差的用于像面相位差自动聚焦的信号。当被摄体具有接近垂直条纹图案的图案时,这种设计会更有用。相比之下,在图20B和图21B的第二示例中,两个N型半导体区域601在图纸的垂直方向上彼此相邻地布置,并且

可以取得可以主要检测在垂直方向上的视差的用于像面相位差自动聚焦的信号。当被摄体具有接近水平条纹图案的图案时,这种设计会更有用。以这种方式,通过考虑预期的被摄体特征来改变用作灵敏度区域的N型半导体区域601的形状,可以在像面相位差自动聚焦中具有不同的检测方向。在以上两个示例中,用作累积区域的N型半导体区域602具有相同的设计。另外,在两个示例之间,栅电极606、半导体区域605、布线WL等的设计也可以是相同的。即,由于除了灵敏度区域以外的部分的设计可以是共同的而不依赖于累积区域的形状,因此简化了设计。

[0163] 如上所述,根据本实施例,可以提供一种光电转换设备,该光电转换设备可以考虑在基板的厚度方向上的位置来优化输出用于像面相位差自动聚焦的信号的光电二极管的结构。因而,提供了可以根据被摄体的形状输出在适当的视差检测方向上的信号的光电转换设备。

[0164] 注意的是,即使在如本实施例那样使用典型的光电二极管的电路配置的情况下,也可以以与第四实施例相同的方式应用布置有光电二极管的第一基板和布置有信号处理电路的第二基板被堆叠的结构。在这种情况下,光电二极管的灵敏度区域的面积可以较宽,并且灵敏度进一步提高。

[0165] 第六实施例

[0166] 将描述根据第六实施例的光电转换设备。在本实施例的描述中,具有与第一实施例至第五实施例的功能相同的功能的特征将用相同的附图标记标注,并且可以省略或简化其详细描述。本实施例的光电转换设备是在第五实施例中描述的像素600的布置的变形例。

[0167] 图22是根据本实施例的像素的示意性平面图。图22示出了两行乘两列的四个像素,并且示出了N型半导体区域601和603、半导体区域605、栅电极606以及微透镜ML的布置。由于N型半导体区域602的布置与图19B和图20B的N型半导体区域602的布置相同,因此在图22中省略其图示。

[0168] 在图22的左上方像素中,两个N型半导体区域601(与第一微透镜ML相对应的第一光电二极管组)以与图20B中相同的方式在图纸的垂直方向上彼此相邻地布置。在与图22的左上方像素相邻的像素(右上方像素和左下方像素)中,两个N型半导体区域601(与第二微透镜ML相对应的第二光电二极管组)以与图19B中相同的方式在图纸的水平方向上彼此相邻地布置。

[0169] 图23是示出像素600的布置示例的示意性平面图。图23示出了重复布置图22中示出的被定义为一个单元的两行乘两列的四个像素的示例。在这个示例中,相对于指示相位差检测的方向的箭头613和614的朝向,水平方向和垂直方向交替地重复。

[0170] 在本实施例中,像素单元61包括在图19B的第一示例中示出的可以主要检测在水平方向上的视差的像素和在图20B的第二示例中示出的可以主要检测在垂直方向上的视差的像素两者。因此,可以获得具有不同检测方向的用于像面相位差自动聚焦的多对信号。这使得能够在较少地依赖于来自像素单元61的多个像素600的被摄体的形状的情况下,进行精确的焦点检测。例如,当被摄体具有条纹图案时,不管条纹的方向如何,都可以获得稳定的焦点检测精确度。如上所述,在本实施例中,提供了可以根据各种情况实现焦点检测的光电转换设备。

[0171] 注意的是,虽然在上述示例中,指示相位差检测的方向的箭头613和614的朝向的

组合是仅水平方向和垂直方向的两种类型的方向的组合,但是可以采用除上述之外的两种类型的方向的组合,或者可以采用三种或更多种类型的方向的组合。图24是根据本实施例的变形例的像素的示意性平面图。如图24所示,当两个N型半导体区域601的形状是在对角方向上彼此相邻的三角形时,由箭头615指示的相位差检测的方向可以是对角方向。通过将具有图24的配置的像素600包括在像素单元61中,可以在更多种检测方向上获得用于像面相位差自动聚焦的信号。

#### [0172] 第七实施例

[0173] 将描述根据第七实施例的光电转换设备。在本实施例的描述中,具有与第一实施例至第六实施例的功能相同的功能的特征将用相同的附图标记标注,并且可以省略或简化其详细描述。本实施例的光电转换设备是在第五实施例和第六实施例中描述的像素600的布置的变形例。

[0174] 图25是根据本实施例的像素的示意性平面图。图25以与图22相同的方式示出了两行乘两列的四个像素,并且示出了N型半导体区域601和603、半导体区域605以及栅电极606的布置。注意的是,省略了微透镜ML的图示。此外,图25示出了与各个像素相关联地设置的滤色器CFR、CFG和CFB的布置。滤色器CFR、CFG和CFB以与图10中相同的方式设置在微透镜ML与半导体基板的第二面之间。

[0175] 滤色器CFR是透射红光的滤色器,并且一个滤色器CFR设置在两行乘两列的四个像素中。滤色器CFG是透射绿光的滤色器,并且两个滤色器CFG设置在两行乘两列的四个像素中。滤色器CFB是透射蓝光的滤色器,并且一个滤色器CFB设置在两行乘两列的四个像素中。图25的滤色器CFR、CFG和CFB的布置方案被称为拜耳布置,然而,这是一个示例,并且可以采用另一种布置方案。在下文中,设置有滤色器CFR、CFG和CFB的像素可以分别被称为红色像素、绿色像素和蓝色像素。

[0176] 如图25所示,在本实施例中,在图19B的第一示例中示出的可以主要检测在水平方向上的视差的像素是绿色像素,并且在图20B的第二示例中示出的可以主要检测在垂直方向上的视差的像素是红色像素或蓝色像素。以这种方式,在本实施例中,用于不同检测方向的像素具有不同颜色的滤色器。

[0177] 由于当在用于像面相位差自动聚焦的信号的比较中不混合颜色时可以更精确地检测焦点,因此期望颜色在每个检测方向上是相同的。因而,在本实施例中,滤色器的布置被设定为使得用于不同检测方向的像素具有不同颜色的滤色器。因此,根据本实施例,即使利用设置用于彩色图像捕获的光电转换设备,也可以进行精确的焦点检测。

[0178] 注意的是,在图25的配置中,虽然从红色像素、绿色像素和蓝色像素输出的每个信号都可以被用于像面相位差自动聚焦,但是可以使用所有这些颜色的信号或者可以使用这些颜色中的一个或两个的信号。由于硅基板的光吸收率对于绿色比对于红色或蓝色高,因此绿色像素比其它像素具有较高的灵敏度。因此,期望至少从绿色像素输出的信号被用于像面相位差自动聚焦。

[0179] 图25中的N型半导体区域601与滤色器的布置的关联关系是示例,并且可以采用另一种关联关系。图26是根据本实施例的变形例的像素的示意性平面图。图26的变形例在N型半导体区域601的布置上与图25中的不同。具体地,两个绿色像素中的一个是在图19B的第一示例中示出的可以主要检测在水平方向上的视差的像素,并且另一个是在图20B的第二

示例中示出的可以主要检测在垂直方向上的视差的像素。在这样的配置中,从具有高灵敏度的绿色像素输出的信号可以被用于在两个检测方向上的焦点检测。注意的是,从红色像素和蓝色像素之一或两者输出的信号可以进一步被用于焦点检测。

#### [0180] 第八实施例

[0181] 将描述根据第八实施例的光电转换设备。在本实施例的描述中,具有与第一实施例至第七实施例的功能相同的功能的特征将用相同的附图标记标注,并且可以省略或简化其详细描述。本实施例的光电转换设备是在第五实施例中描述的像素600的光电二极管被用雪崩二极管代替的示例。雪崩二极管的详细结构、雪崩倍增的操作等与第一实施例中描述的那些相同。

[0182] 图27是根据本实施例的雪崩二极管的示意性截面图。本实施例的半导体基板15具有半导体区域616,该半导体区域616用作用于从N型半导体区域601和602收集电荷的区域,并且用作用于取得信号的端子。半导体区域616是与第一实施例的第一半导体区域71相对应的部分。另外,在本实施例的像素600的截面结构中,既没有设置具有电荷转移功能的栅电极606,也没有设置形成第五实施例至第七实施例的浮动扩散部FD的半导体区域605。

[0183] 图28A和图28B是示出N型半导体区域601、602和603以及半导体区域616的布置的示意性平面图。图28A是与参考图19A描述的第一示例相对应的布置示例。在图28A的配置中,可以以与图19A的配置相同的方式取得可以主要检测在水平方向上的视差的用于像面相位差自动聚焦的信号。另外,图28B是与参考图20A描述的第二示例相对应的布置示例。在图28B的配置中,可以以与图20A的配置相同的方式取得可以主要检测在深度方向上的视差的用于像面相位差自动聚焦的信号。

[0184] 因此,与本实施例一样,当每个光电二极管是执行雪崩倍增的操作的雪崩二极管时,也可以实现与第五实施例至第七实施例的结构相同的结构。即,提供了一种可以考虑在基板的厚度方向上的位置来优化雪崩二极管的结构的光电转换设备。

#### [0185] 第九实施例

[0186] 将描述根据第九实施例的光电转换设备。在本实施例的描述中,具有与第一实施例至第八实施例的功能相同的功能的特征将用相同的附图标记标注,并且可以省略或简化其详细描述。本实施例的光电转换设备是深沟槽隔离(DTI)结构被用作在第五实施例中描述的像素600的像素之间的元件隔离区域的示例。

[0187] 图29是根据本实施例的光电二极管的示意性平面图,并且图30是根据本实施例的光电二极管的示意性截面图。图29和图30的光电二极管与第五实施例的图14、图15等的光电二极管的不同之处在于添加了DTI结构617。如图29所示,DTI结构617以网格形状布置,以便在平面图中围绕两个N型半导体区域601。另外,如图30所示,DTI结构617布置在N型半导体区域601和602的侧部中。

[0188] 一旦响应于入射光在N型半导体区域601中生成电子,就可能发生由于电子越过P型半导体区域604的势垒而向相邻像素的转移而引起的串扰。在能够捕获彩色图像的像素配置的情况下,这种串扰可能引起颜色混合。另外,当N型半导体区域601厚到使得来自第二面的入射光不太可能到达N型半导体区域602时,这种串扰可能是显著的。因而,在本实施例中,具有良好绝缘性质的DTI结构617布置在作为电子到相邻像素的转移路径的N型半导体区域601和602的侧部中,从而减小了串扰的影响。期望DTI结构617形成为到达与N型半导体



区域601基本相同的深度,以便至少布置在生成电子的N型半导体区域601的侧部。

#### [0189] 第十实施例

[0190] 将描述根据第十实施例的光电转换设备。在本实施例的描述中,具有与第一实施例至第九实施例的功能相同的功能的特征将用相同的附图标记标注,并且可以省略或简化其详细描述。本实施例的光电转换设备是在第五实施例中描述的像素600中与一个微透镜ML相对应的光电二极管的数量减少到一个的光电转换设备。

[0191] 图31是根据本实施例的光电二极管的示意性平面图。图32是根据本实施例的光电二极管的示意性截面图。图33是根据本实施例的光电二极管的示意性透视图。图34是根据本实施例的像素的示意性平面图。在图31至图34的像素600中仅设置一个N型半导体区域602(与第三微透镜ML相对应的第三光电二极管组)。另外,N型半导体区域601的形状被变形以便基本上覆盖整个微透镜ML。在本实施例中,上述特征与第五实施例的图14、图15等的特征不同。

[0192] 如图31和图32所示,在像素600的左侧仅布置一个N型半导体区域602。另外,如图31和图32所示,N型半导体区域601被布置为使得基本上覆盖整个微透镜ML。如图33和图34所示,由于布置一个N型半导体区域602,因此也仅布置一个N型半导体区域603。虽然栅电极606的数量也可以是一个,但是如图33和图34所示,可以以与图18相同的方式布置两个栅电极606以便维持布置的对称性。

[0193] 本实施例的像素600不用于取得用于像面相位差自动聚焦的信号,而是用于取得用于捕获的信号。本实施例的单个N型半导体区域601具有第五实施例的面积大约两倍的面积,并且可以生成第五实施例的电子的两倍电子。因此,单个输出信号的灵敏度大约两倍高。另外,由于在读出时需要驱动的栅电极606的数量为一个,因此实现了较快的读出。

[0194] 如上所述,根据本实施例,提供了可以执行快速且高灵敏度捕获的光电转换设备。本实施例的像素600在需要快速且高灵敏度捕获的电子取景器等的使用中是有用的。当包括在图12的像素单元61中的多个像素600中的一些像素被用作本实施例的像素600时,可以以高灵敏度快速取得用于电子取景器的缩小的图像。

#### [0195] 第十一实施例

[0196] 将描述根据第十一实施例的光电转换设备。在本实施例的描述中,具有与第一实施例至第十实施例的功能相同的功能的特征将用相同的附图标记标注,并且可以省略或简化其详细描述。本实施例的光电转换设备是在第五实施例中描述的像素600中两个N型半导体区域601的形状不同的光电转换设备。

[0197] 图35是示出根据本实施例的半导体区域的布置的示意性平面图。图36是根据本实施例的光电二极管的示意性截面图。图37是根据本实施例的光电二极管的示意性透视图。图35至图37的像素600与第五实施例的图15、图19A、图19B、图19C等的像素的不同之处在于两个N型半导体区域601具有彼此不同的形状和面积。

[0198] 如图35和图36所示,两个N型半导体区域601的平面图和截面图中的形状和面积彼此不同。另外,如图37所示,两个N型半导体区域601具有彼此不同的形状和体积。

[0199] 在远离像素单元61的中心的像素600上,穿过了诸如相机之类的成像系统的光学系统的光对角地进入成像面。由于该入射光的角度影响像面相位差自动对焦的精确度,因此为了减小该影响,存在使微透镜ML的光轴从像素600的中心偏移来进行布置的方案。在这

种情况下,考虑微透镜ML的光轴的偏移,期望将作为灵敏度区域的N型半导体区域601的位置从中心偏移以具有其不同的形状。在这样的布置中,两个N型半导体区域601的面积在平面图中彼此不同。

[0200] 在本实施例中,由于两个N型半导体区域601的形状可以彼此不同,因此可以考虑像素单元61内部的微透镜ML的位置或坐标的位置来适当地设计两个N型半导体区域601的形状。因而,在像素单元61内部的宽范围内提高了像面相位差自动聚焦的精确度。可替代地,扩大了像素单元61内部可以进行像面相位差自动聚焦的范围。注意的是,由于到像素600的入射光的角度取决于像素单元61内部的坐标(像高)逐渐变化,鉴于这种变化,因此期望根据像素单元61内部的坐标(像高)逐渐地一起改变N型半导体区域601的形状。

[0201] 如上所述,根据本实施例,使两个N型半导体区域601的形状不同,从而提供了具有提高的像面相位差自动聚焦的精确度的光电转换设备。

[0202] 第十二实施例

[0203] 将描述根据第十二实施例的光电转换设备。在本实施例的描述中,具有与第一实施例至第十一实施例的功能相同的功能的特征将用相同的附图标记标注,并且可以省略或简化其详细描述。在本实施例中,将描述以各种方式改变在第五实施例至第七实施例中描述的像素600的布置方案的变形例。

[0204] 图38A、图38B、图38C、图38D和图38E是示出根据本实施例的像素的布置示例的示意性平面图。图38E示出了在图38A、图38B、图38C和图38D中使用的图例。

[0205] 具体地,在图38A、图38B、图38C和图38D中,表示像素600的正方形框中的图案指示像素600是红色像素、绿色像素或蓝色像素中的哪一个。换句话说,这种图案表示设置在像素600上的滤色器CFR、CFG和CFB的颜色。如图38A、图38B、图38C和图38D所示,像素600的颜色布置形成重复相同布置的拜耳布置,其中两行乘两列的四个像素被定义为一个单元。

[0206] 在表示像素600的正方形框内部的图案中添加的线的朝向指示P型半导体区域604的将两个N型半导体区域601彼此隔离的区域604c的朝向。换句话说,通过用线划分正方形而获得的两个图形的形状示意性地表示两个N型半导体区域601的形状。如图38E中所写,两个N型半导体区域601在水平方向上彼此相邻地布置的隔离方案被称为水平隔离。两个N型半导体区域601在垂直方向上彼此相邻地布置的隔离方案被称为垂直隔离。两个N型半导体区域601在左下方与右上方之间的方向上彼此相邻地布置的隔离方案被称为第一对角隔离。两个N型半导体区域601在左上方与右下方之间的方向上彼此相邻地布置的隔离方案被称为第二对角隔离。这些隔离方向与像面相位差自动聚焦中的相位差检测方向相对应。

[0207] 在图38A的示例中,第一行和第二行上的像素600具有水平隔离,并且第三行和第四行上的像素600具有垂直隔离。第五行至第八行也具有相同的布置。以这种方式,在图38A的示例中,每四行重复相同的布置,其中包括两行水平隔离和两行垂直隔离的四行被定义为一个单元。

[0208] 在图38B的示例中,第一行和第二行上的像素600具有重复水平隔离和第一对角隔离的布置,并且第三行和第四行上的像素600具有重复第二对角隔离和垂直隔离的布置。第五行至第八行也具有相同的布置。以这种方式,在图38B的示例中,重复相同的布置,其中包括水平隔离、垂直隔离、第一对角隔离和第二对角线隔离的四行乘四列被定义为一个单元。

[0209] 在图38C的示例中,第一行上的像素600具有水平隔离,并且第二行上的像素600具

有垂直隔离。第三行和随后的行具有重复上述内容的布置。以这种方式,在图38C的示例中,每两行重复相同的布置,其中包括一行水平隔离和一行垂直隔离的两行被定义为一个单元。在这种布置中,红色像素和横向上与红色像素相邻的绿色像素具有水平隔离,并且蓝色像素和横向上与蓝色像素相邻的绿色像素具有垂直隔离。以这种方式,像素的颜色和隔离方向可以是相关联的以使得一些颜色的像素具有规则的隔离方向。

[0210] 在图38D的示例中,第一行上的红色像素具有水平隔离,并且第一行上的绿色像素具有垂直隔离。另外,第二行上的绿色像素具有垂直隔离,第二行上的蓝色像素具有第一对角隔离或第二对角隔离的重复布置。第三行和随后的行具有重复上述内容的布置。以这种方式,在图38D的示例中,重复相同的布置,其中包括水平隔离、垂直隔离、第一对角隔离和第二对角隔离的两行乘四列被定义为一个单元。在这种布置中,横向上与每个蓝色像素相邻的每个绿色像素和每个红色像素具有水平隔离,横向上与每个红色像素相邻的每个绿色像素具有垂直隔离。每个蓝色像素具有第一对角隔离或第二对角隔离。以这种方式,像素的颜色和隔离方向可以是相关联的以使得一些颜色的像素具有规则的隔离方向。

[0211] 如上所述,在本实施例中,通过在像素单元61中包括各种隔离方向的像素600,可以获得在各种检测方向上用于像面相位差自动聚焦的信号。

[0212] 注意的是,在图38A至图38E的示例中,像素600的颜色可以是红色、绿色或蓝色以外的颜色。例如,像素600的颜色可以是作为互补色的青色、品红色和黄色,或者可以是白色。另外,像素600可以是具有透射红外光并阻挡可见光的红外滤光器的红外像素。

[0213] 另外,像素600的布置不限于拜耳布置,而可以是其它布置。例如,可以使用红色像素、绿色像素和蓝色像素布置在同一行或同一列上的布置,可以使用布置六边形像素的六边形布置,或者将定义为一个单元的包括拜耳布置的矩形等的像素组各自偏移半个间距并进行布置的交错布置。另外,一些像素600可以用第十一实施例的光电二极管的数量为一个的像素600代替。

[0214] 第十三实施例

[0215] 将描述根据第十三实施例的成像系统。本实施例的成像系统具有第一实施例至第十二实施例中的任一个的光电转换设备。成像系统是指用于捕获静态图像或移动图像的设备,诸如数字静态相机、数字视频相机、移动电话数字相机等。

[0216] 图39是根据第十三实施例的成像系统的框图。该成像系统具有透镜单元1001、透镜驱动设备1002、快门1003、快门驱动设备1004、光电转换设备1005、成像信号处理电路1006和定时生成单元1007。该成像系统还具有存储器单元1008、通用控制/操作单元1009、存储介质控制接口(I/F)单元1010、存储介质1011、外部I/F单元1012和光测量设备1013。

[0217] 透镜单元1001是在光电转换设备1005上捕获被摄体的光学图像的组件。透镜驱动设备1002是驱动透镜单元1001的设备。透镜驱动设备1002通过驱动透镜单元1001来执行变焦控制、聚焦控制、光圈控制等。快门1003是阻挡入射光的光学构件,并且例如可以使用机械快门。另外,快门1003还可以具有光圈功能。快门驱动设备1004执行快门1003的打开/关闭等的控制。

[0218] 光电转换设备1005是第一实施例至第十二实施例中的任一个的光电转换设备,并且将由透镜单元1001捕获的被摄体的光学图像转换成图像信号以取得图像信号。成像信号处理电路1006是对从光电转换设备1005输出的图像信号执行各种校正、数据压缩等的电

路。定时生成单元1007是将各种定时信号输出到光电转换设备1005和成像信号处理电路1006的电路。

[0219] 通用控制/操作单元1009是执行整个成像系统的各种操作和控制的控制电路。存储器单元1008是用于临时存储从成像信号处理电路1006输出的图像数据的存储设备。存储介质控制I/F单元1010是对存储介质1011上执行存储或读出的接口。存储介质1011是诸如半导体存储器之类的可移除存储介质,并且被用于图像数据的存储或读出。外部I/F单元1012是用于从外部提供各种信息、捕获的图像等的接口,并且可以是与诸如计算机之类的其它信息处理设备进行通信的通信接口,或者可以是诸如显示设备之类的用户接口。

[0220] 接下来,将描述当成像系统是具有测距功能的数字静态相机时的捕获时的操作。响应于成像系统的主电源被接通,用于控制成像系统的电源和向成像信号处理电路1006等供给电力的用于捕获的电源被依次接通。

[0221] 响应于用户按压释放按钮(未示出),光电转换设备1005取得图像信号,并且通用控制/操作单元1009基于图像信号的数据执行测距操作并基于测距操作的结果计算到被摄体的距离。透镜驱动设备1002然后基于计算出的距离来驱动透镜单元1001,以确定聚焦是否成功,并且如果聚焦不成功,那么通过再次执行驱动透镜单元1001的处理来执行焦点调节。测距操作可以是除使用由光电转换设备1005取得的图像信号的操作以外的由专用测距设备(未示出)执行的操作。

[0222] 一旦确认聚焦,成像系统就开始捕获操作。在捕获操作结束之后,从光电转换设备1005输出的图像信号在成像信号处理电路1006中被处理,并在通用控制/操作单元1009的控制下被写入到存储器单元1008。成像信号处理电路1006执行数据的重新布置、添加等。存储在存储器单元1008中的数据在通用控制/操作单元1009的控制下经由存储介质控制I/F单元1010被存储在存储介质1011中。另外,这样的数据可以经由外部I/F单元1012被输入到计算机等中。计算机可以对从成像系统输出的数据执行诸如图像编辑之类的处理。

[0223] 本实施例的成像系统具有第一实施例至第十二实施例中的任一个的光电转换设备。因此,根据本实施例,提供了较高质量的成像系统。

[0224] 第十四实施例

[0225] 将描述根据第十四实施例的成像系统和移动装置。图40A和图40B是示出根据本实施例的成像系统300和移动装置的配置的图。

[0226] 图40A示出了与车载相机有关的成像系统300的一个示例。成像系统300具有光电转换设备310。本实施例的光电转换设备310是上述第一实施例至第十二实施例中的任一个所述的光电转换设备。成像系统300具有对由光电转换设备310取得的多个图像数据执行图像处理的图像处理单元312和从由光电转换设备310取得的多个图像数据计算视差(视差图像的相位差)的视差计算单元314。另外,成像系统300具有基于计算出的视差来计算到对象的距离的距离测量单元316以及基于计算出的距离来确定是否存在碰撞可能性的碰撞确定单元318。这里,视差计算单元314和距离测量单元316是取得关于到对象的距离的距离信息的距离信息取得单元的示例。即,距离信息是关于视差、离焦量、到对象的距离等的信息。碰撞确定单元318可以使用任何距离信息来确定碰撞可能性。距离信息取得单元可以通过专门设计的硬件来实现或者可以通过软件模块来实现。另外,距离信息取得单元可以通过现场可编程门阵列(FPGA)、专用集成电路(ASIC)等来实现,或者可以通过其组合来实现。

[0227] 成像系统300连接到车辆信息取得设备320并且可以取得诸如车辆速度、偏航率、转向角度等的车辆信息。另外,成像系统300连接到控制ECU 330,该控制ECU 330是基于碰撞确定单元318的确定结果输出用于使车辆生成制动力的控制信号的控制设备。另外,成像系统300还连接到警报设备340,该警报设备340基于碰撞确定单元318的确定结果向驾驶员发出警报。例如,当作为碰撞确定单元318的确定结果碰撞可能性是高时,控制ECU 330执行车辆控制以通过施加制动、使加速器后退、抑制引擎功率等来避免碰撞或减小损坏。警报设备340通过发出诸如声音之类的声音警报、在汽车导航系统等的显示器上显示警报信息、向座椅安全带或方向盘提供振动等来警告用户。

[0228] 在本实施例中,通过使用成像系统300来捕获车辆周围的区域,例如前区域或后区域。图40B示出了当车辆的前区域(捕获区域350)被捕获时的成像系统300的布置示例。车辆信息取得设备320向成像系统300或光电转换设备310发送指令。这种配置可以进一步提高测距精确度。

[0229] 虽然上面描述了用于避免与另一车辆碰撞的控制的示例,但是该实施例可适用于用于跟随另一车辆的自动驾驶控制、用于不驶出行车道的自动驾驶控制等。此外,成像系统300不限于诸如本主题车辆之类的车辆,并且可以例如被应用于诸如船舶、飞机或工业机器人之类的可移动装置(移动装置)。此外,成像系统300可以被广泛地应用于诸如智能运输系统(ITS)之类的利用物体识别的设备,而不仅限于移动装置。

#### [0230] 变形实施例

[0231] 本发明不限于上述实施例,并且各种修改是可能的。例如,任一实施例的配置的一部分被添加到另一实施例的示例或者任一实施例的配置的一部分被另一实施例的配置的一部分代替的示例是本发明的实施例之一。

[0232] 另外,上述第十三实施例和第十四实施例中示出的设备或系统是可以应用本发明的光电转换设备的设备或系统的配置示例。因此,可以应用本发明的光电转换设备的设备或系统不限于图39、图40A或图40B所示的配置。

[0233] 另外,例如,可以改变在第一实施例至第十二实施例中示出的半导体区域的导电类型,并且例如所有导电类型可以是相反的。另外,图4A、图4B、图4C、图6、图12或图38A至图38E中所示的像素布置、图7或图13中所示的像素内部的电路配置等是示例,并且可以采用不同的像素布置或不同的电路配置。

[0234] 本发明的实施例还可以通过读出并执行记录在存储介质(其也可以被更完整地称为“非瞬态计算机可读存储介质”)上的计算机可执行指令(例如,一个或多个程序)以执行上述实施例中的一个或多个实施例的功能和/或包括用于执行上述实施例中的一个或多个实施例的功能的一个或多个电路(例如,专用集成电路(ASIC))的系统或装置的计算机来实现,以及通过例如从存储介质读出并执行计算机可执行指令以执行上述实施例中的一个或多个实施例的功能和/或控制一个或多个电路执行上述实施例中的一个或多个实施例的功能而通过由系统或装置的计算机执行的方法来实现。计算机可以包括一个或多个处理器(例如,中央处理单元(CPU)、微处理单元(MPU)),并且可以包括单独计算机或单独处理器的网络,以读出并执行计算机可执行指令。计算机可执行指令可以例如从网络或存储介质提供给计算机。存储介质可以包括例如硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、分布式计算系统的存储装置、光盘(诸如紧凑盘(CD)、数字多功能盘(DVD)或蓝光盘(BD)<sup>TM</sup>)、闪存

存储器设备、存储器卡等中的一个或多个。

[0235] 其它实施例

[0236] 本发明的实施例还可以通过如下的方法来实现,即,通过网络或者各种存储介质将执行上述实施例的功能的软件(程序)提供给系统或装置,该系统或装置的计算机或是中央处理单元(CPU)、微处理单元(MPU)读出并执行程序的方法。

[0237] 虽然已经参考示例性实施例描述了本发明,但是应该理解的是,本发明不限于所公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应被赋予广泛的解释,以涵盖所有这样的修改以及等同的结构和功能。



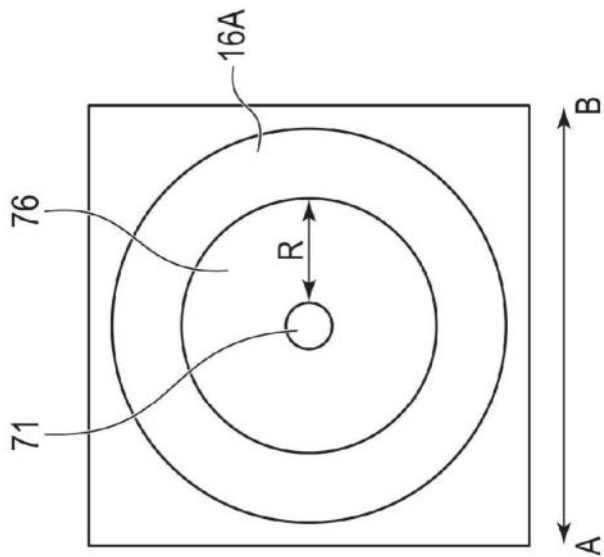


图2A

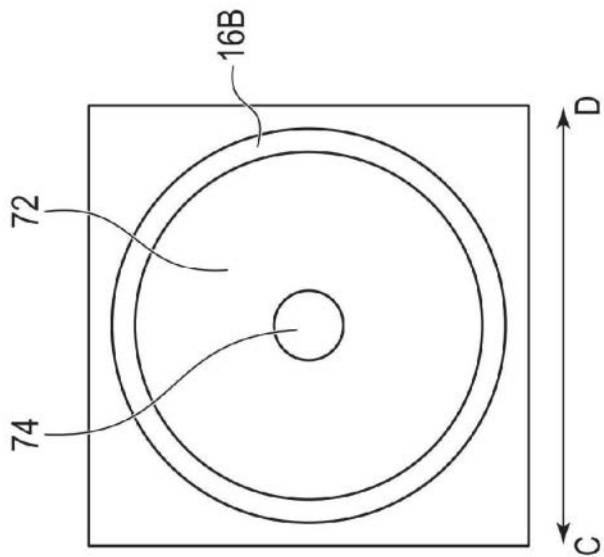


图2B



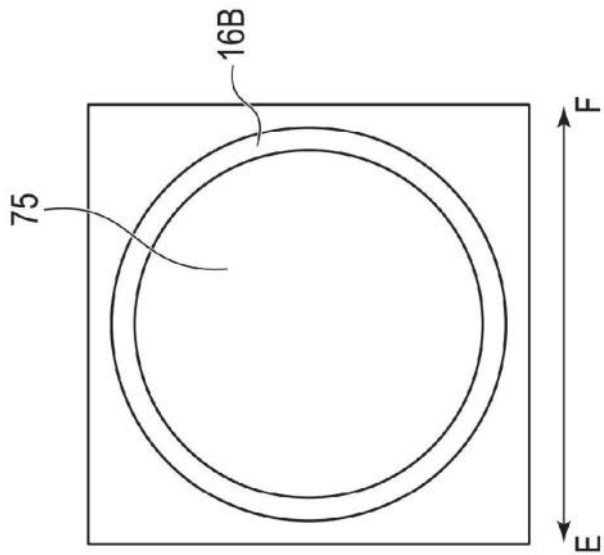


图2C

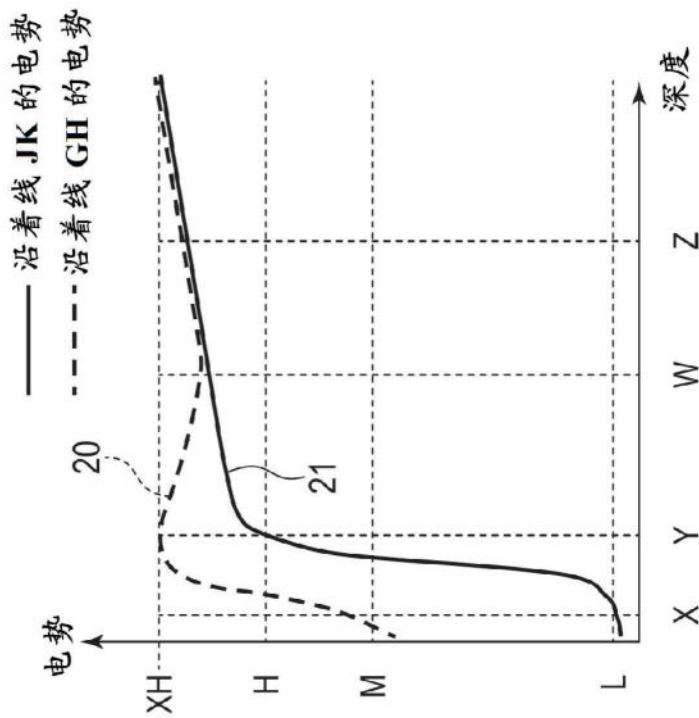


图3A

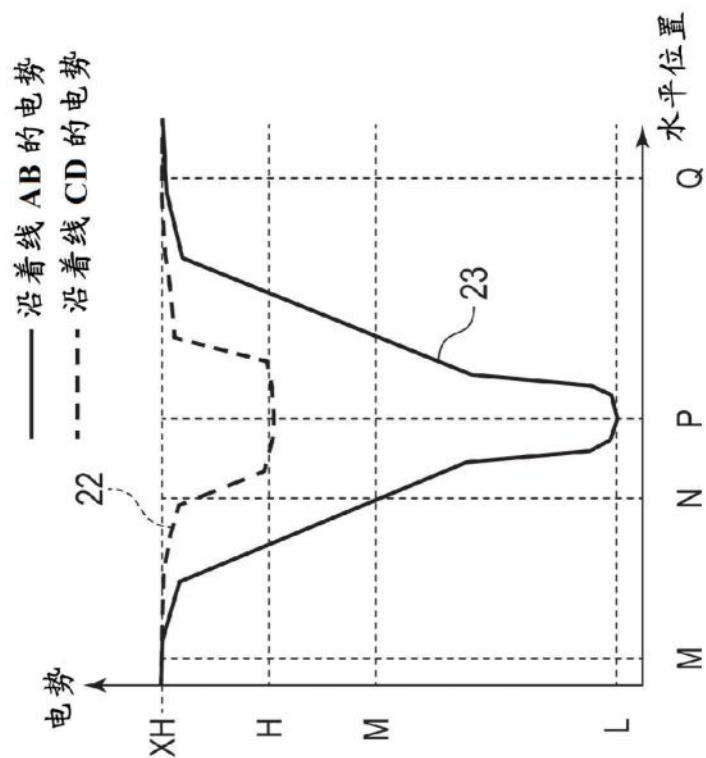


图3B

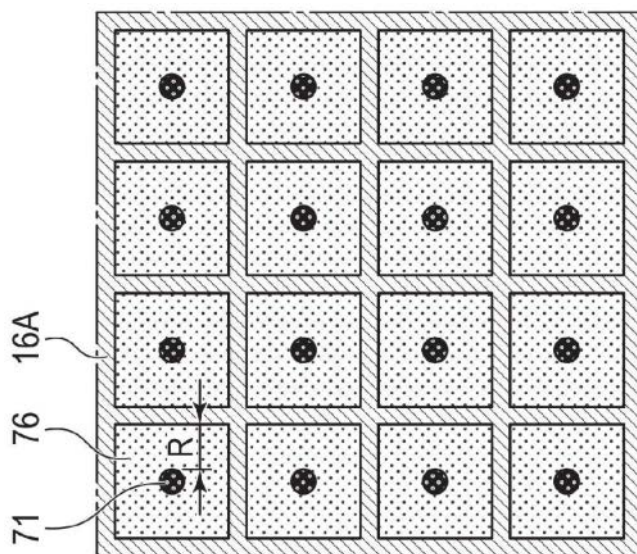


图4A

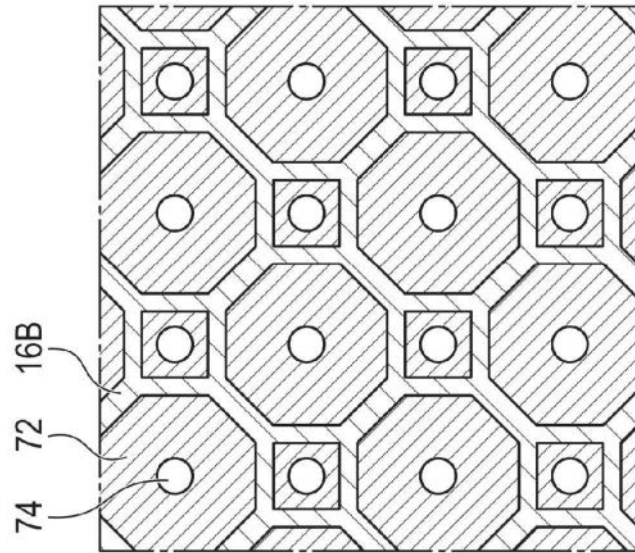


图4B

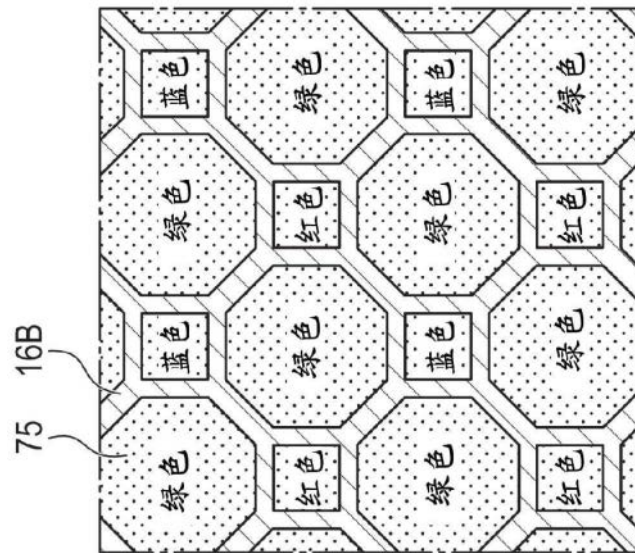


图4C

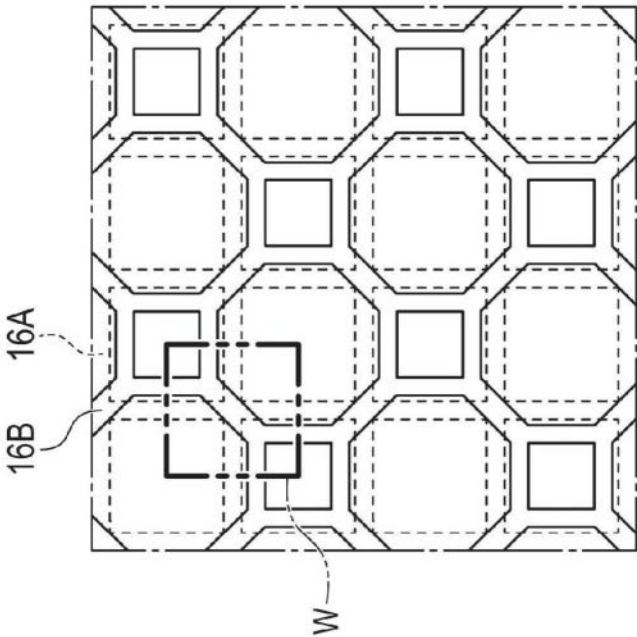


图5A

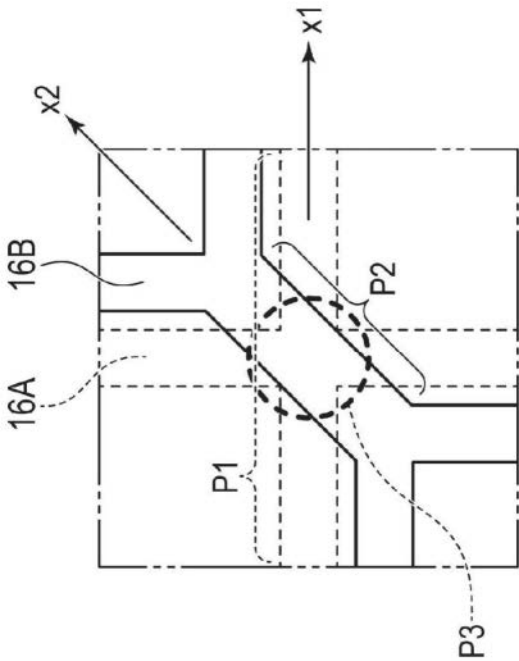


图5B

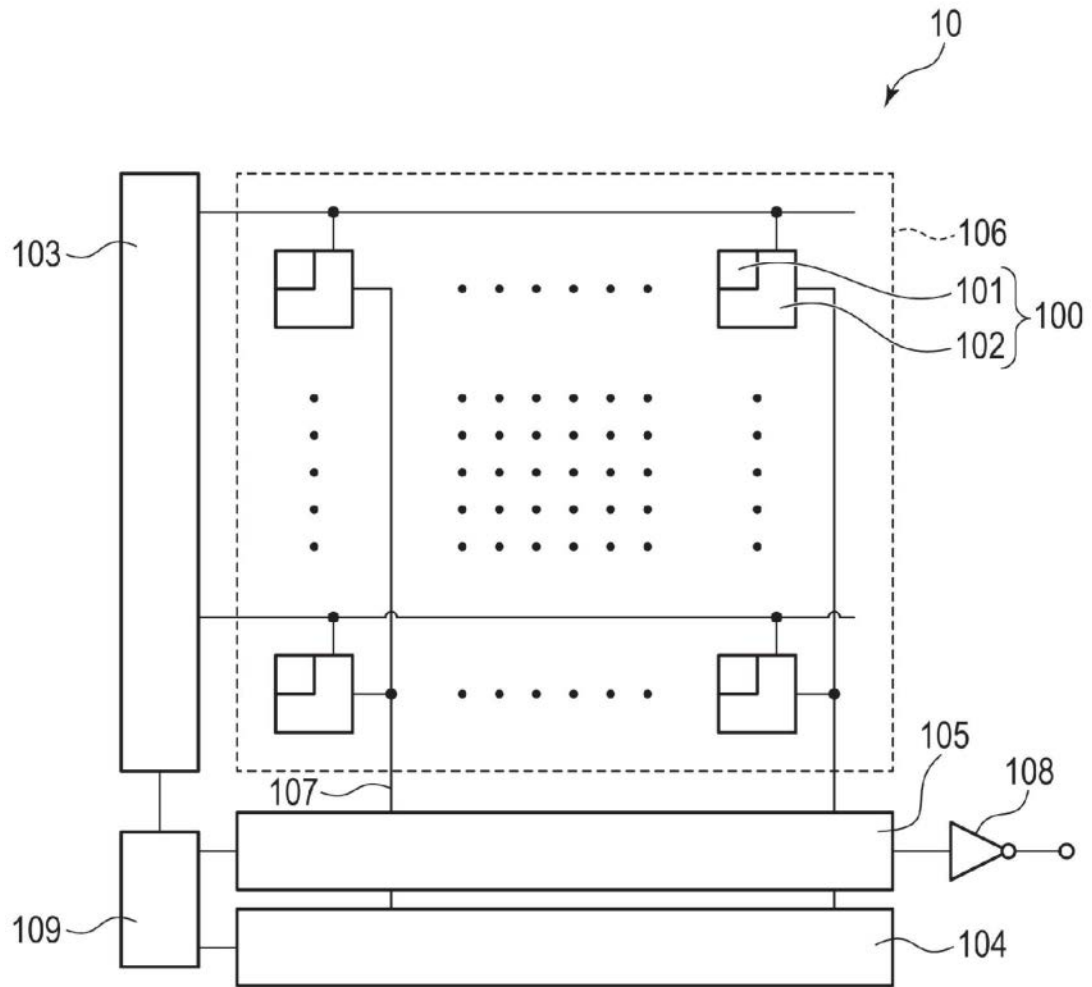


图6

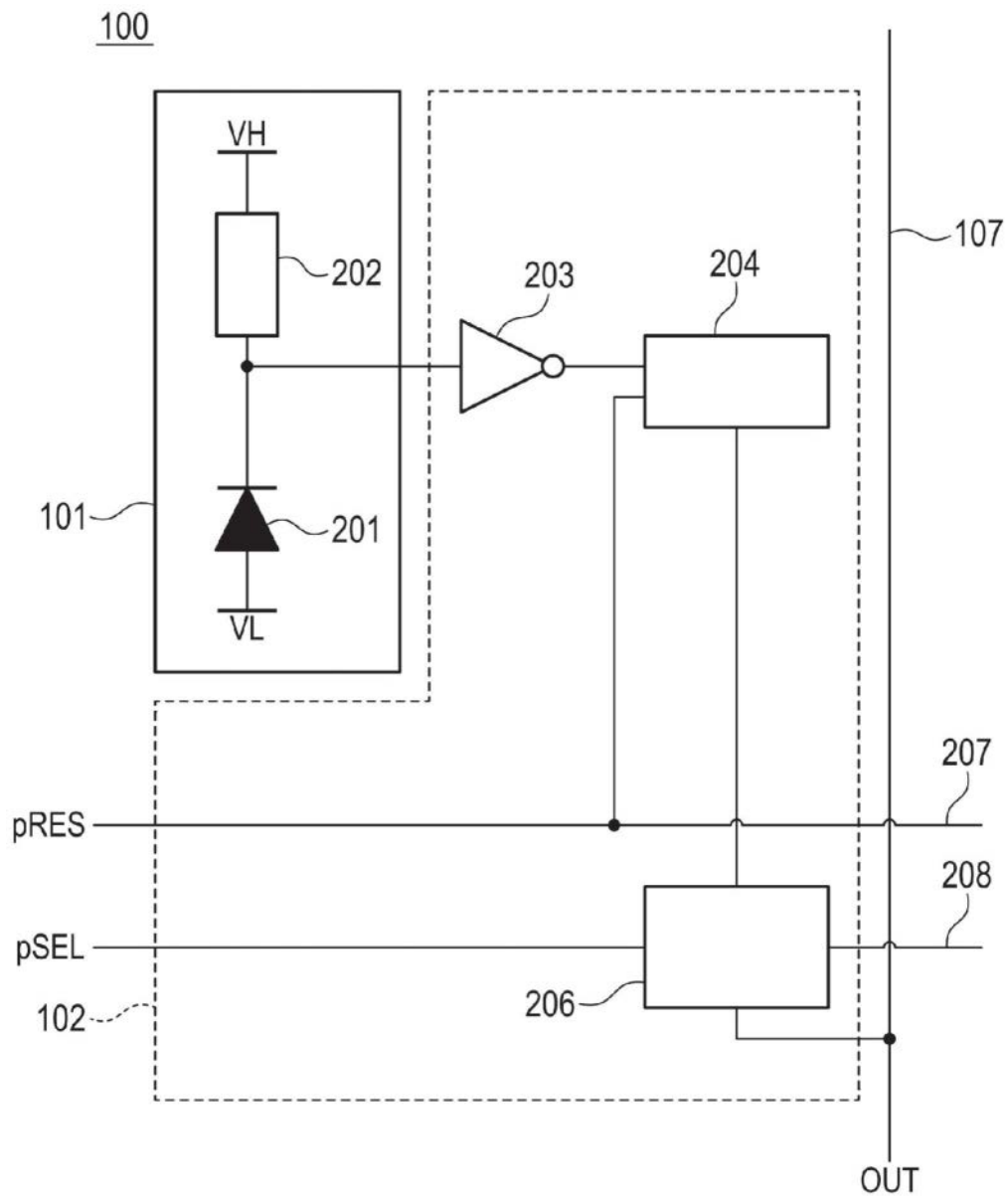


图7

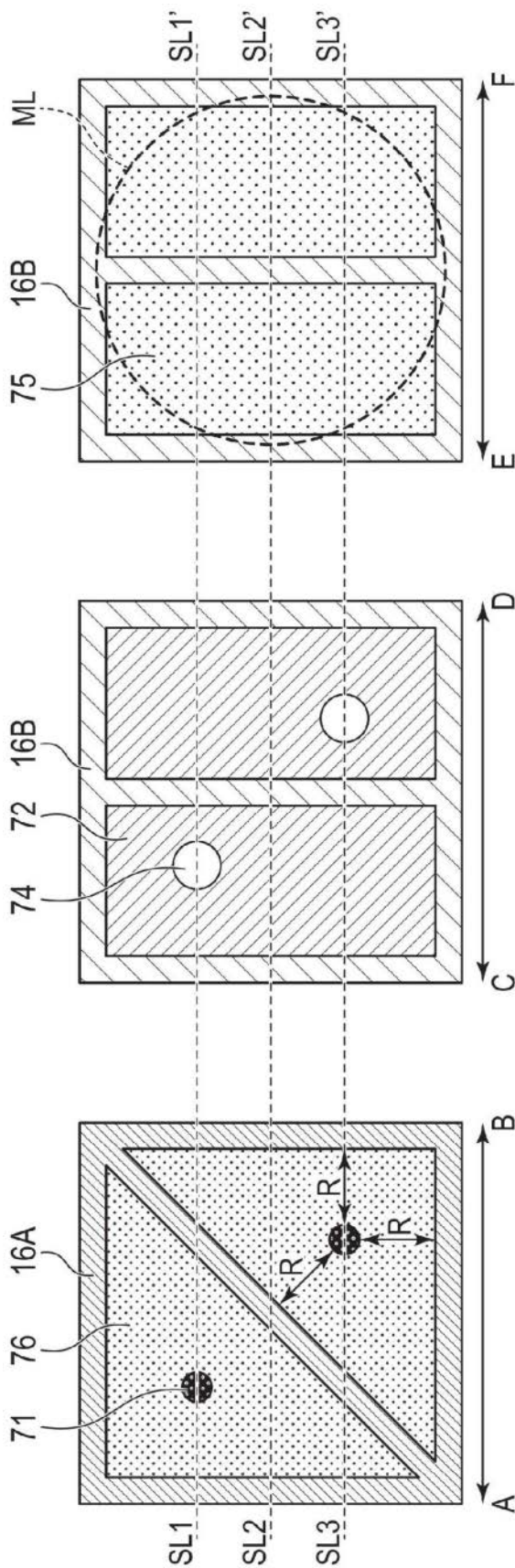


图 8C

图 8B

图 8A



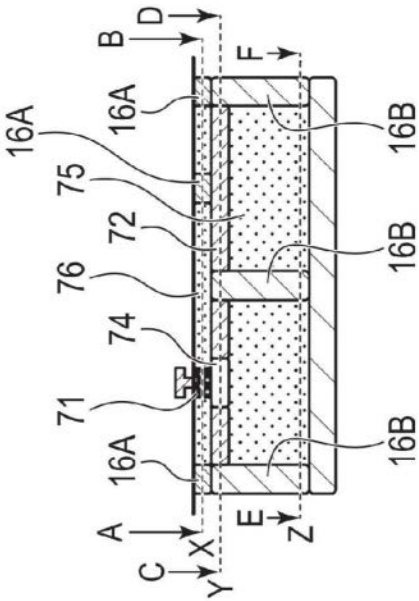


图8D

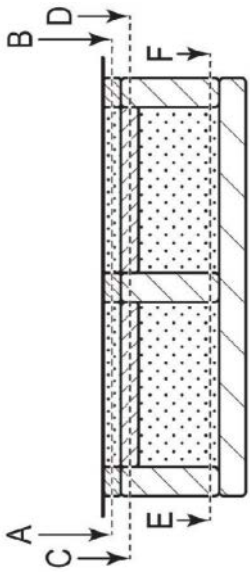


图8E



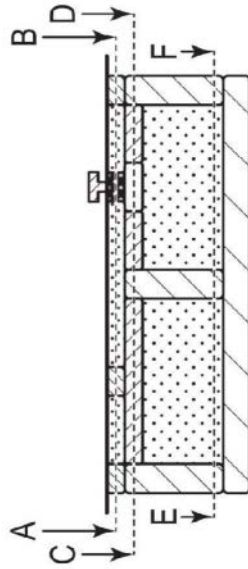


图8F

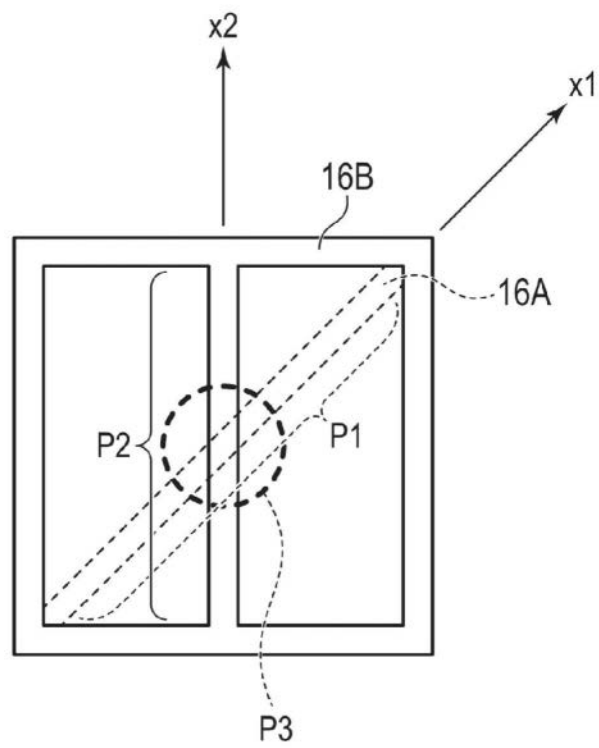


图9

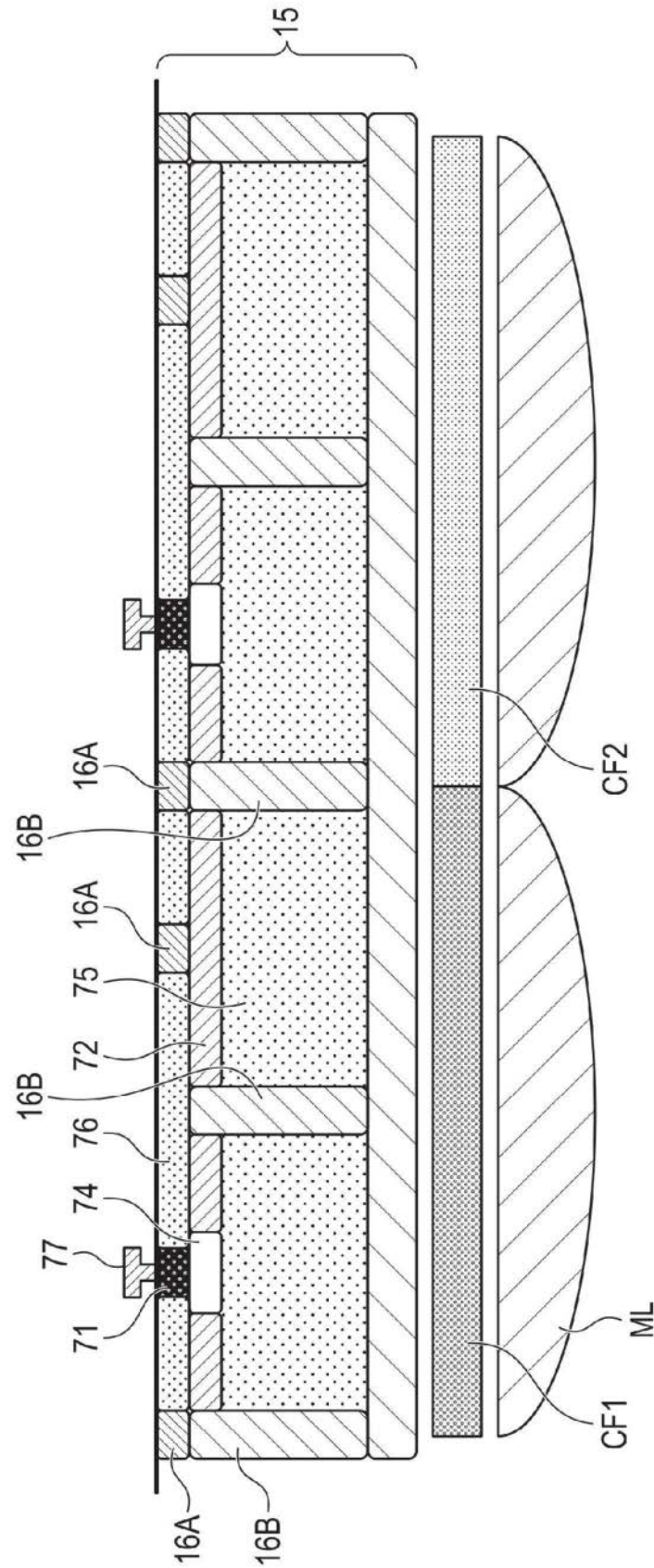


图10

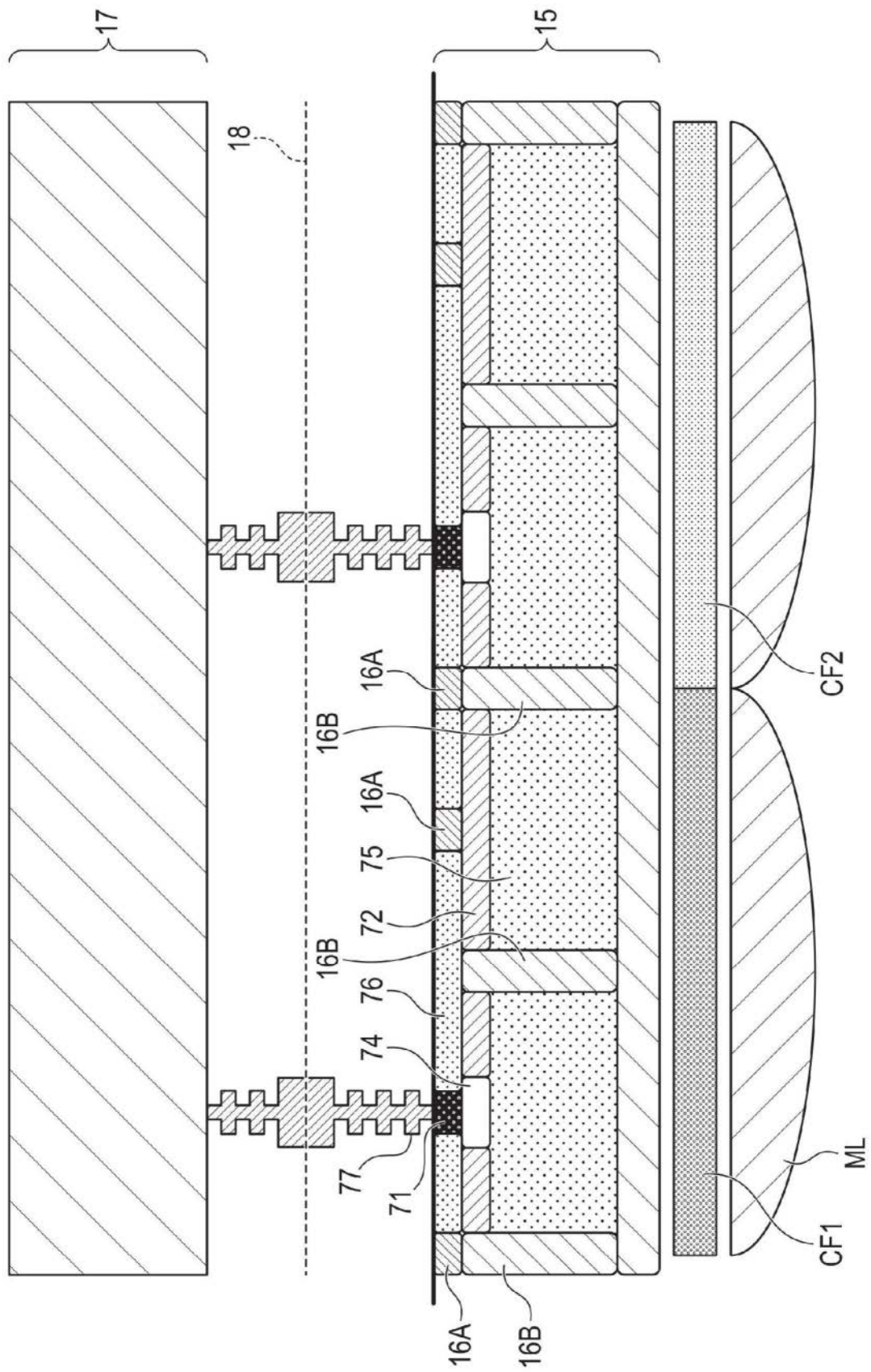


图11

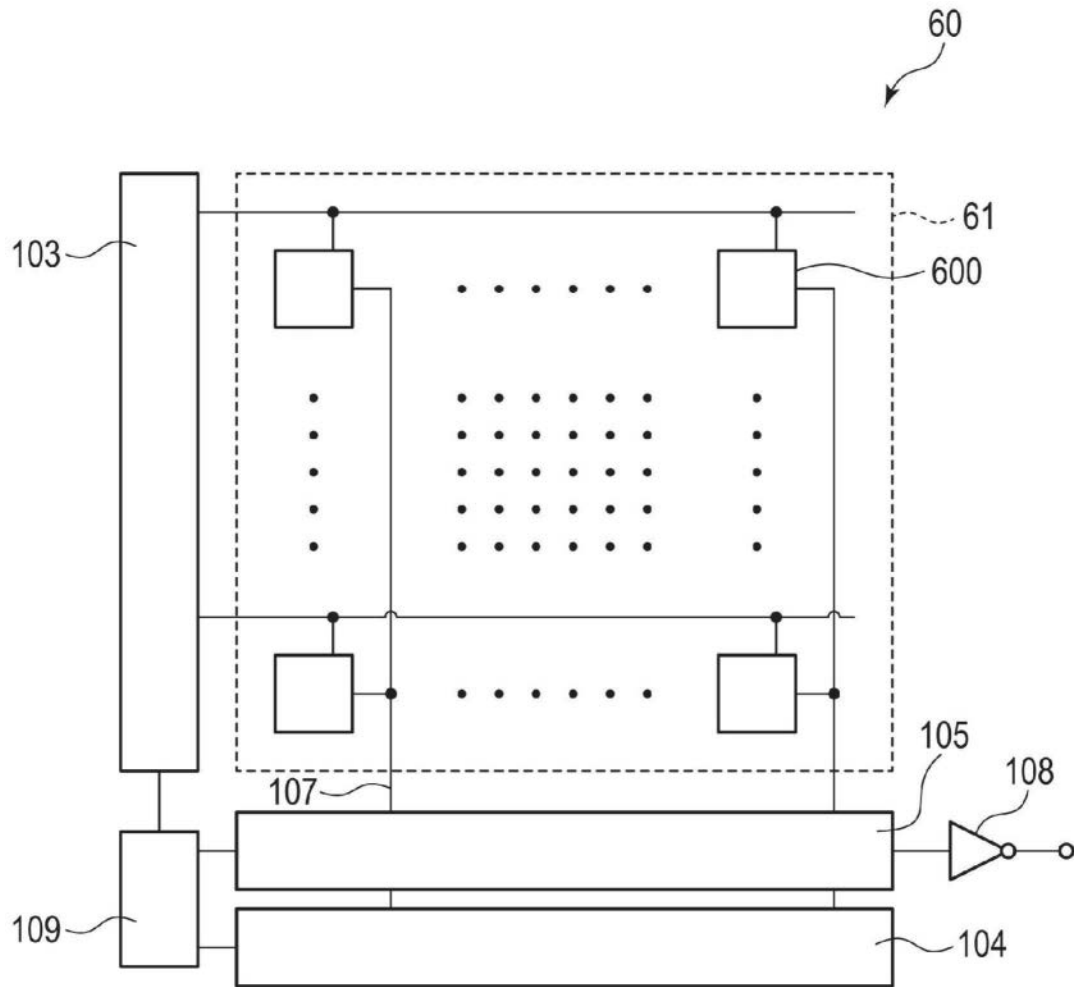


图12

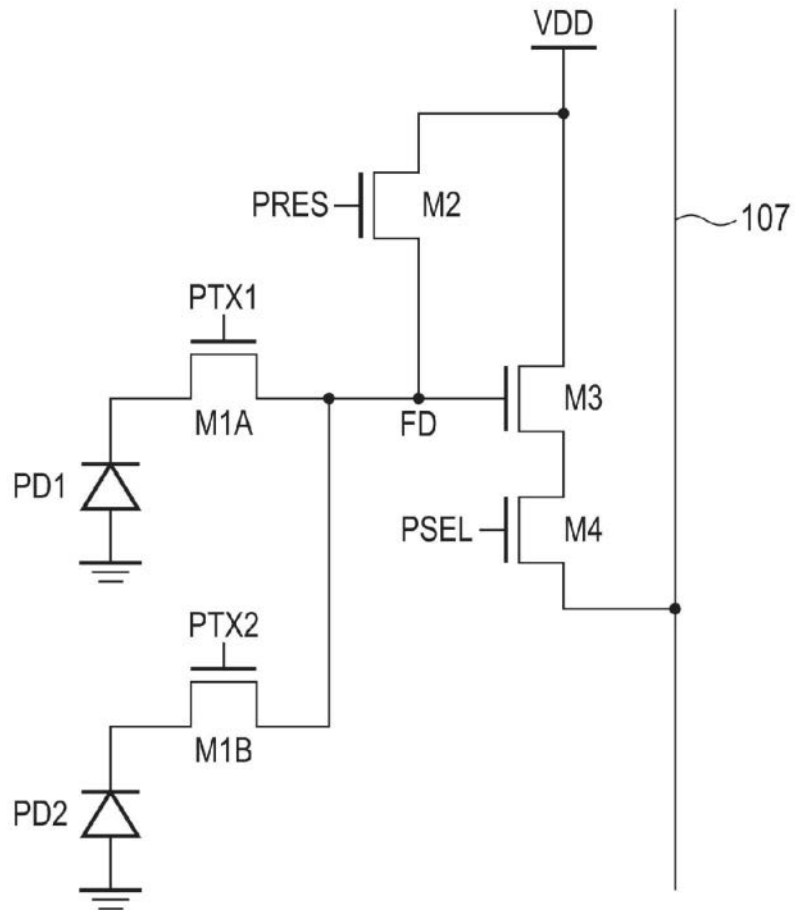


图13

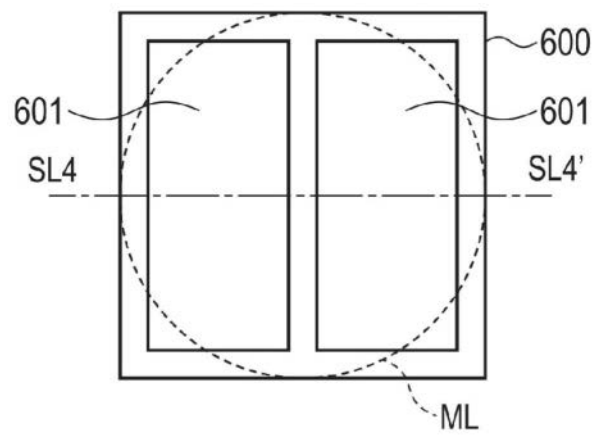


图14

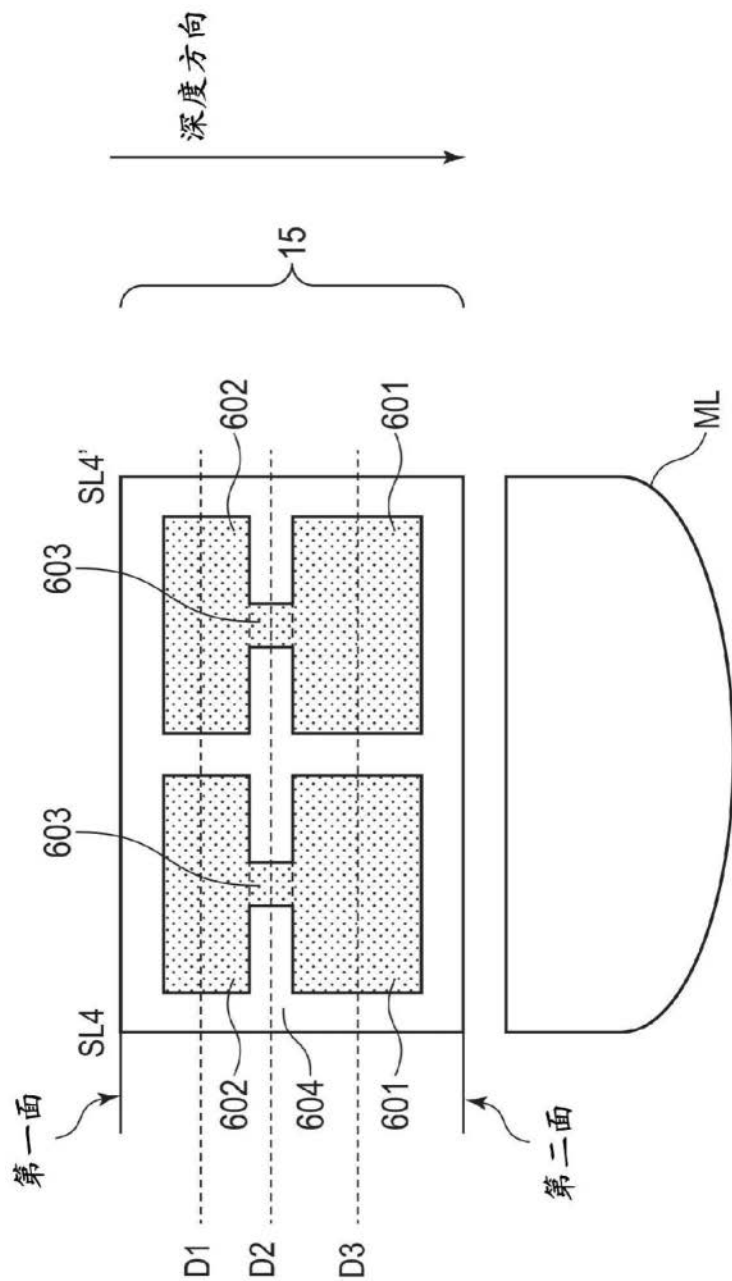


图15

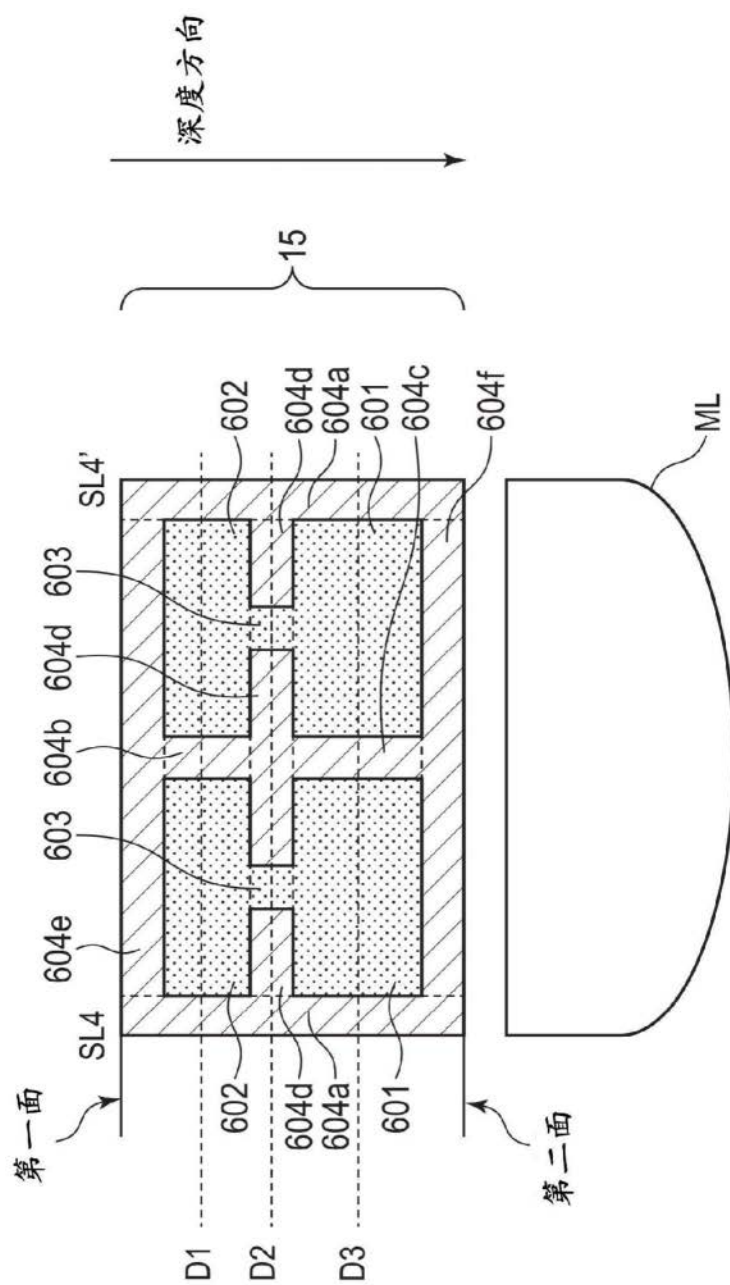


图16

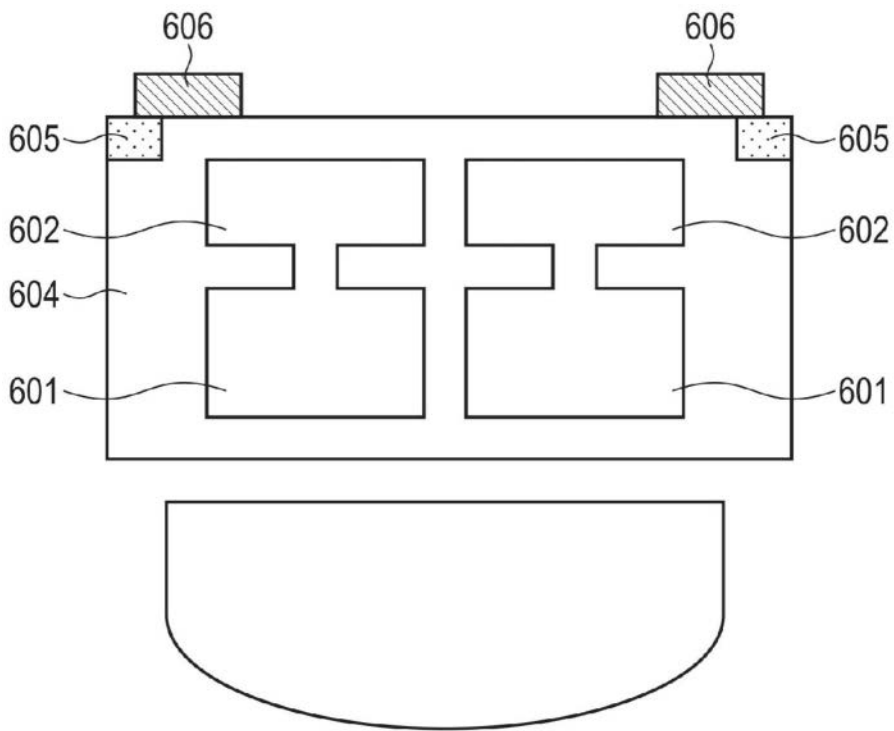


图17



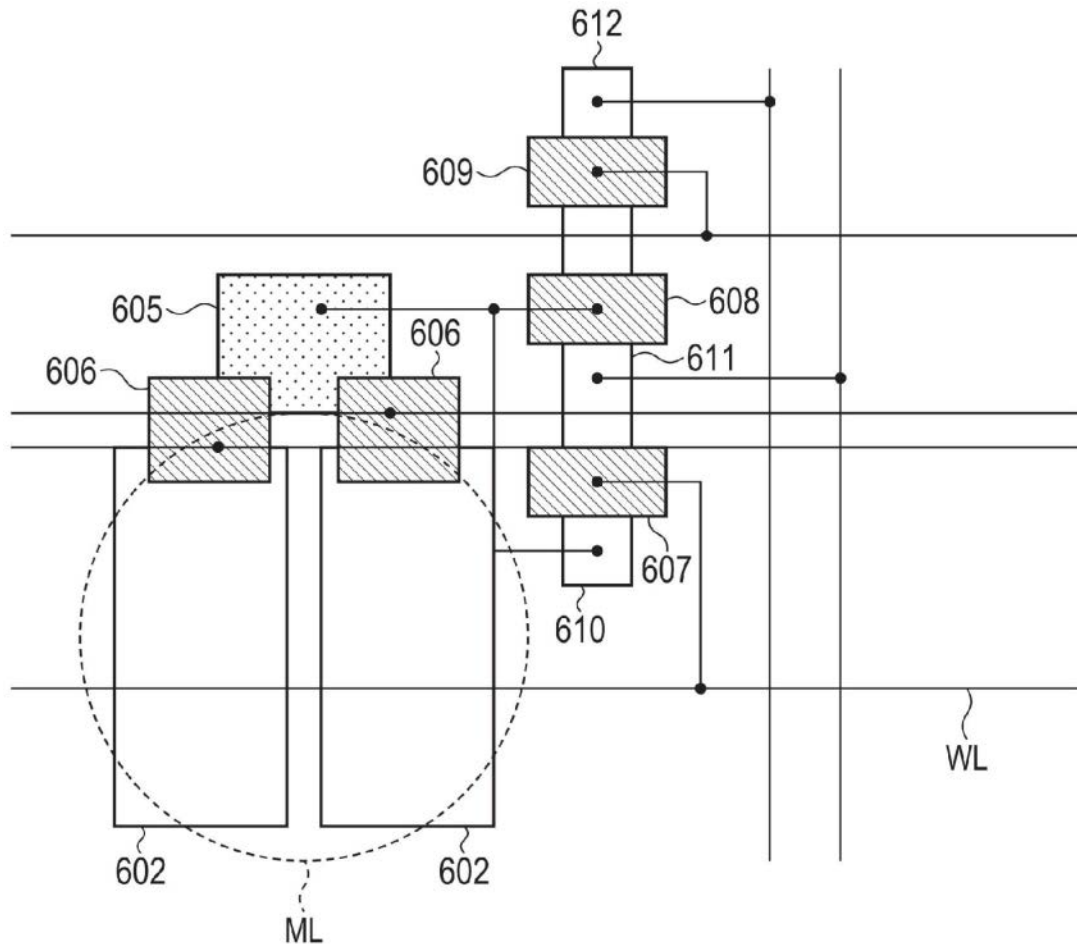


图18

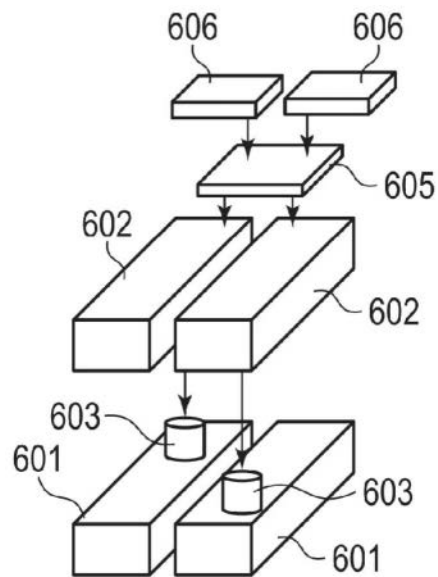


图19A

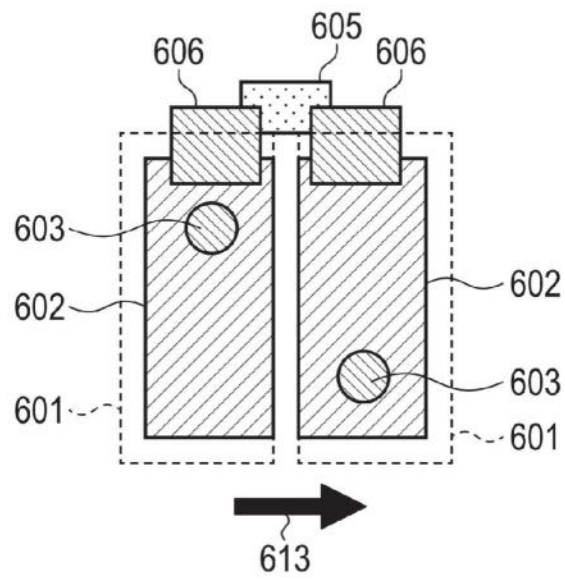


图19B

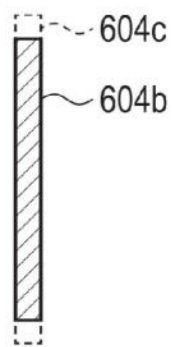


图19C

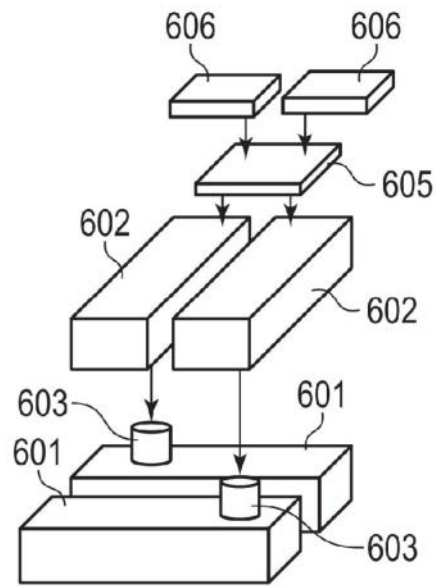


图20A

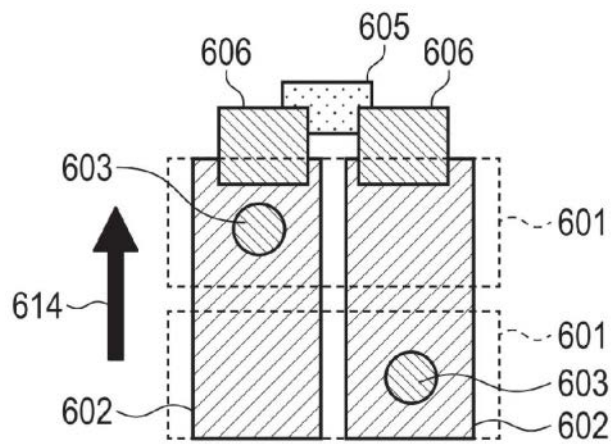


图20B

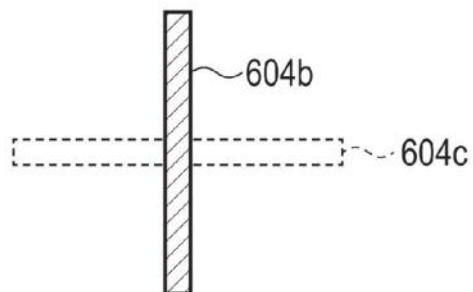


图20C

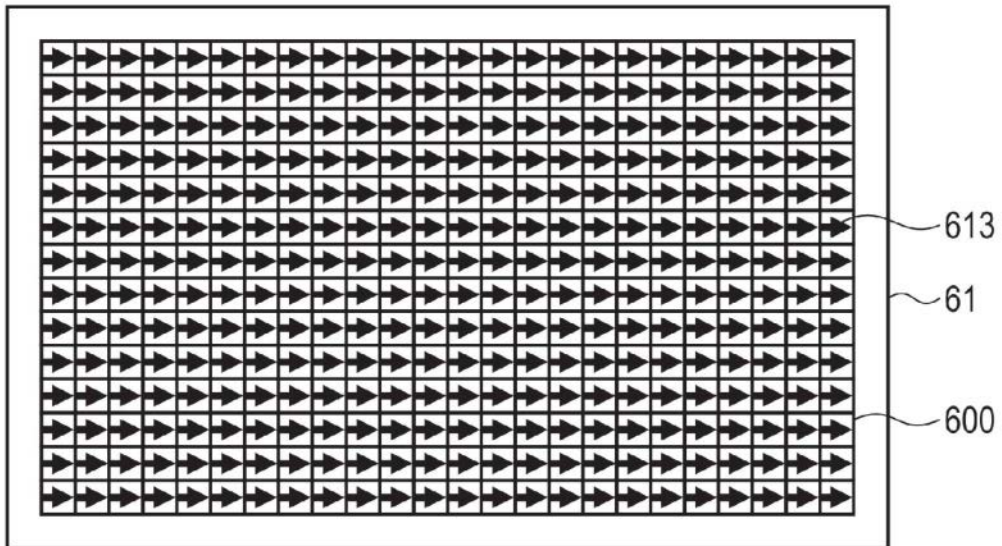


图21A

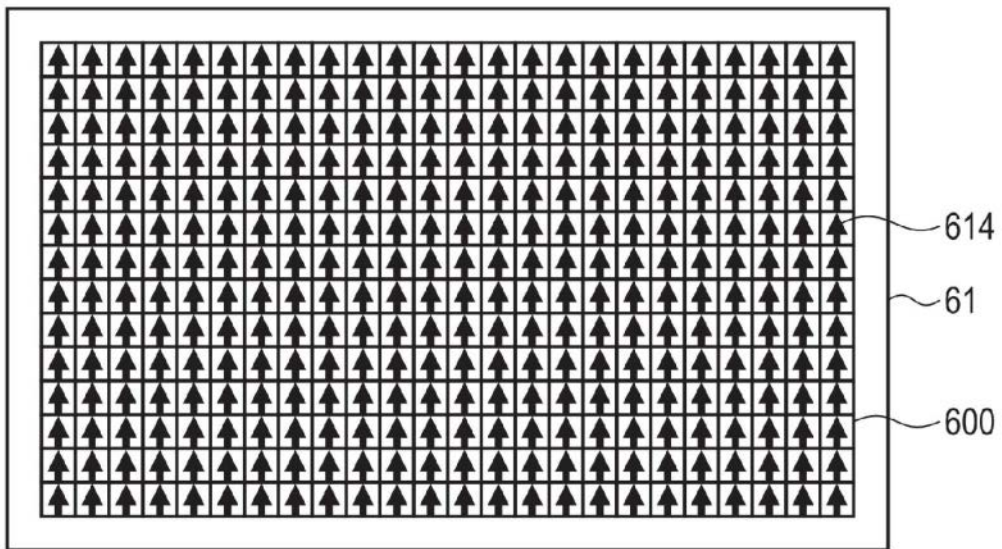


图21B

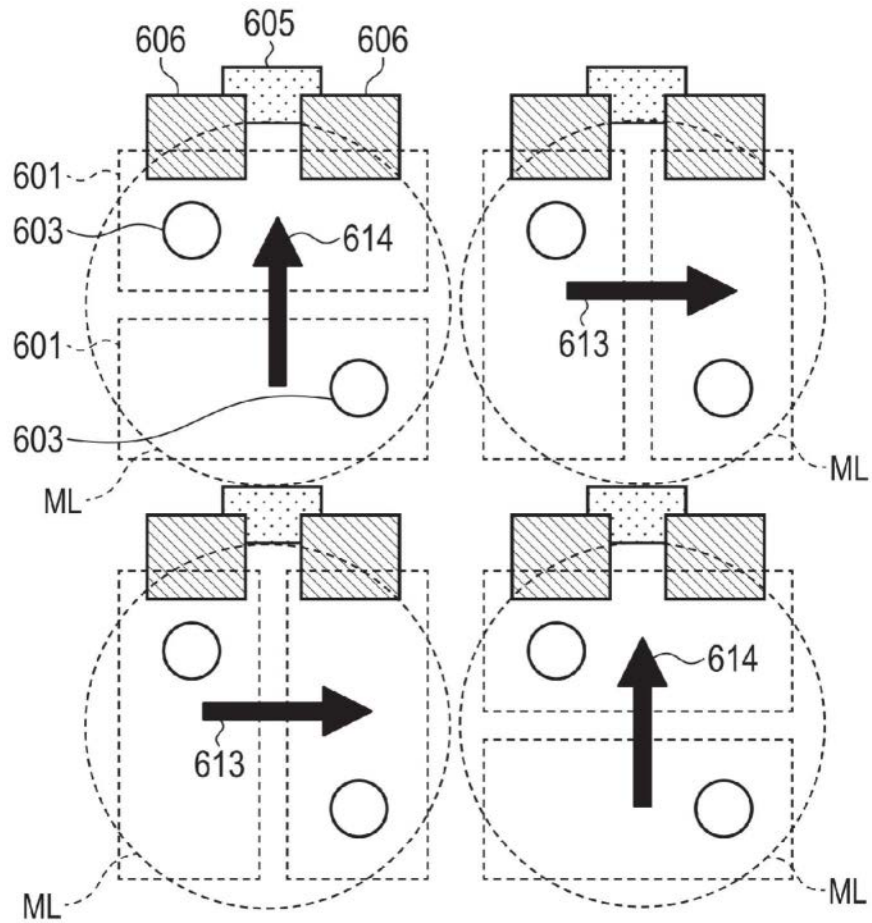


图22

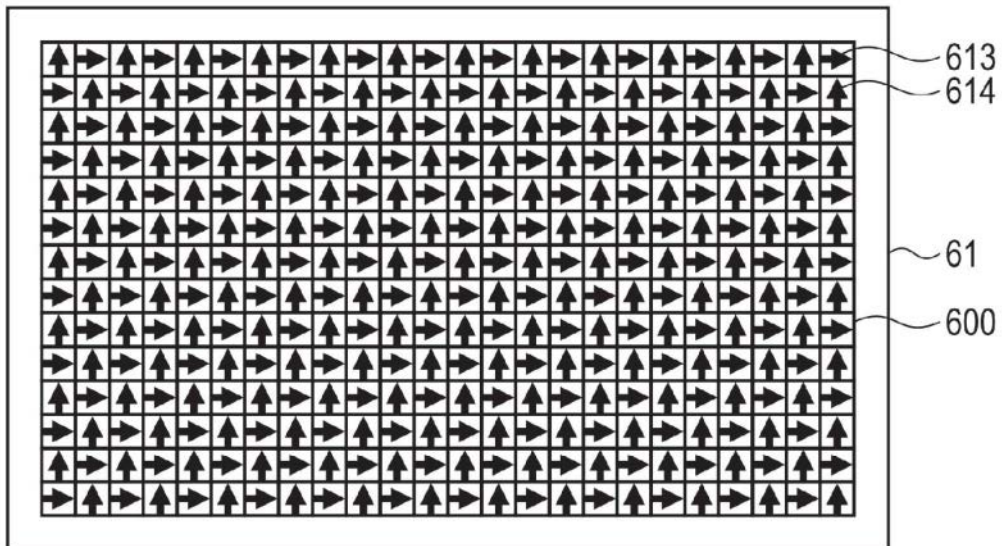


图23



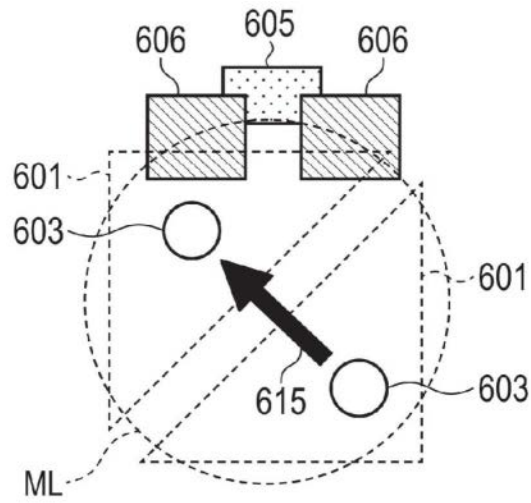


图24

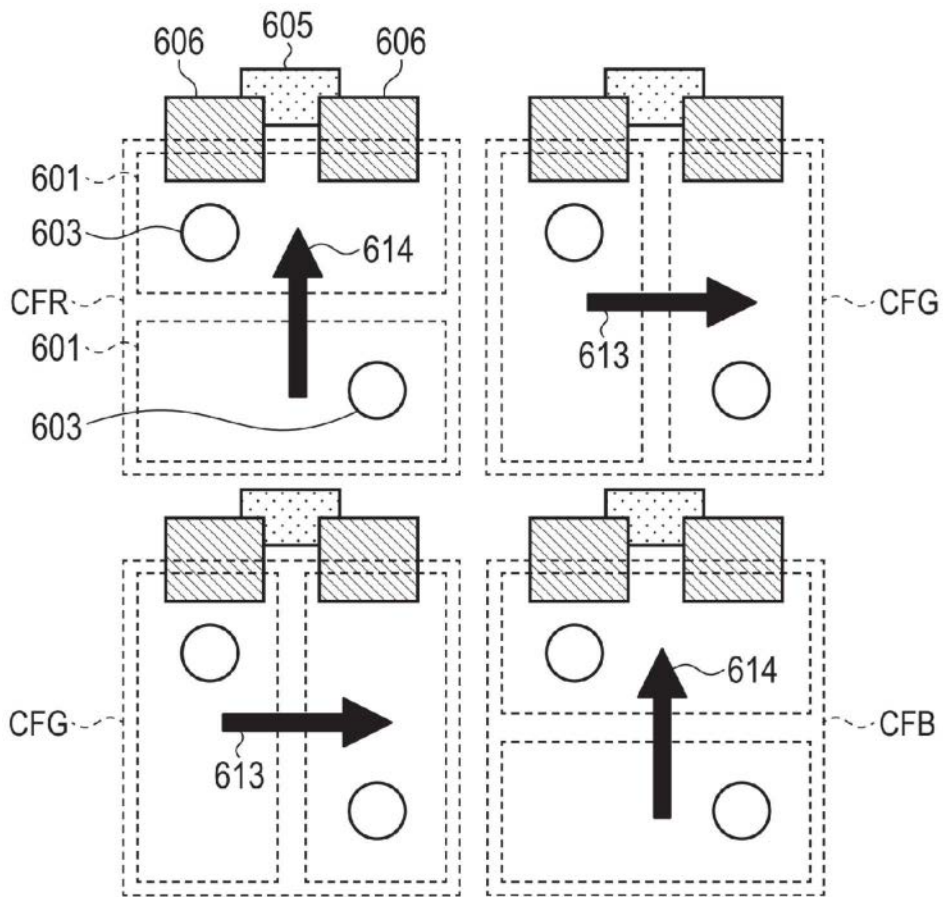


图25

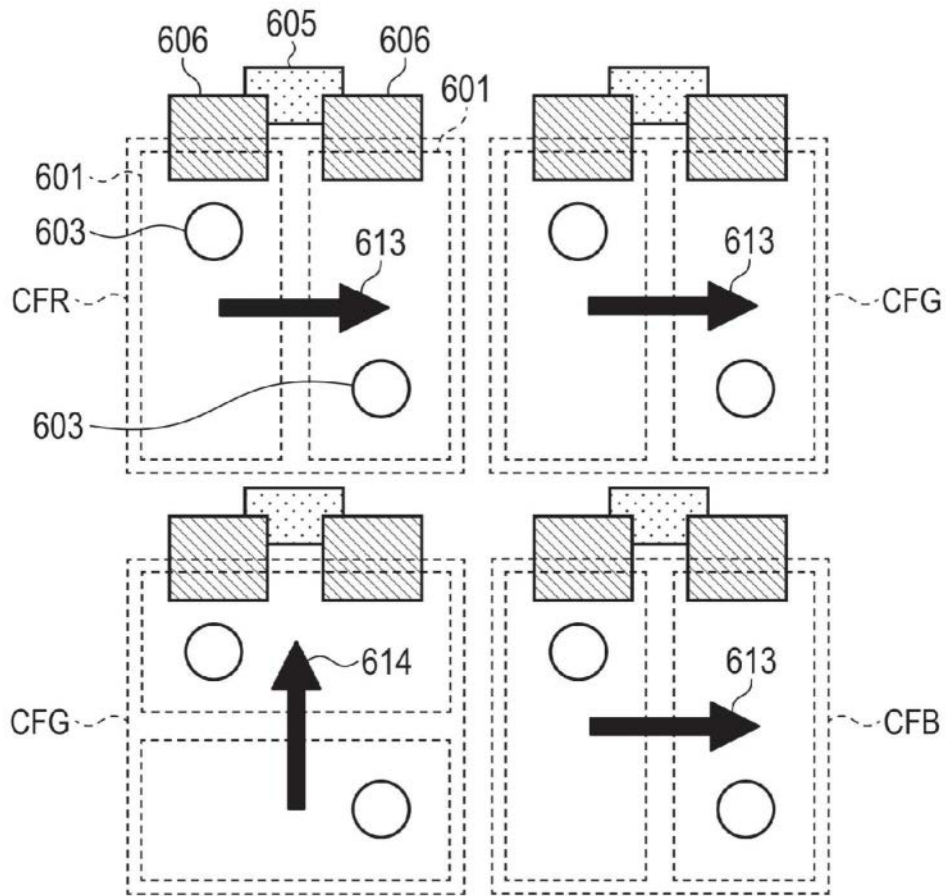


图26

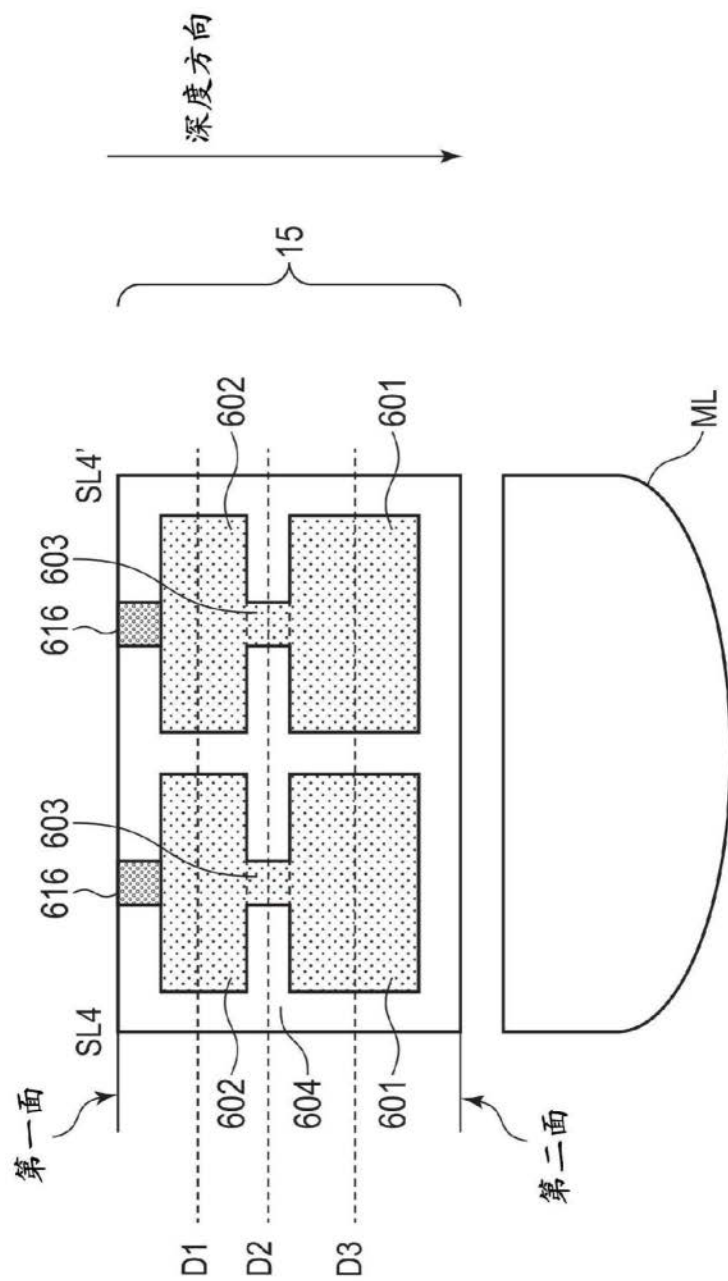


图27



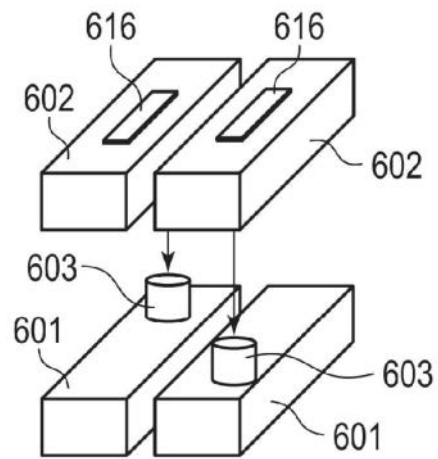


图28A

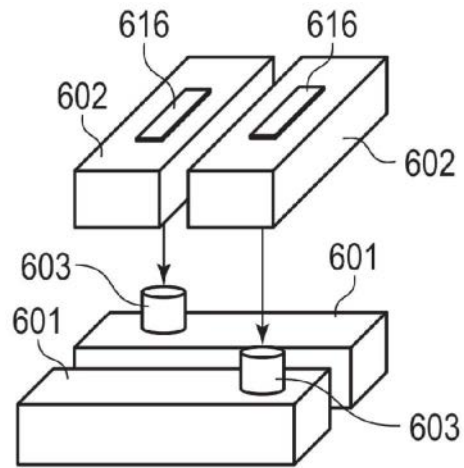


图28B

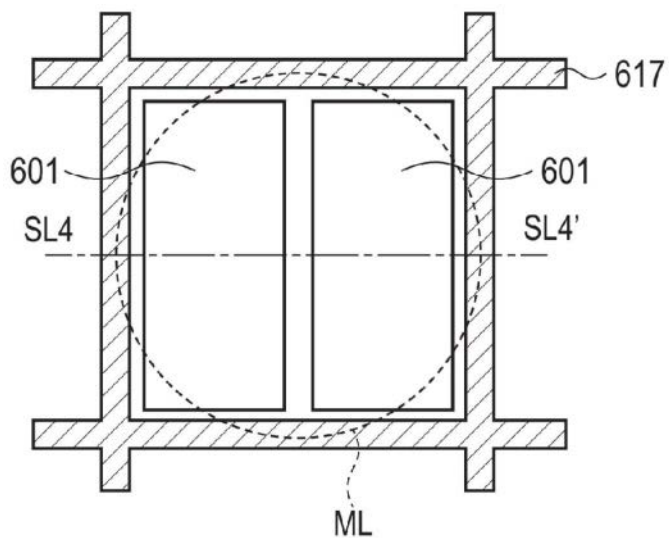


图29

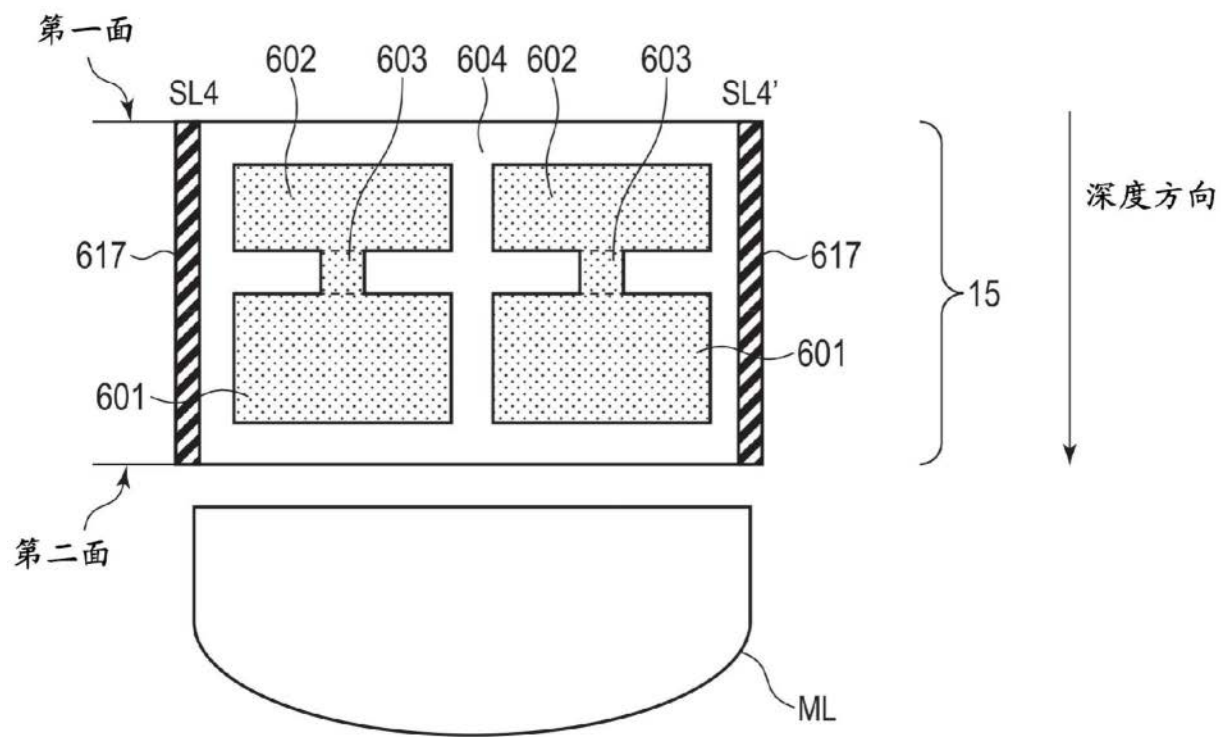


图30

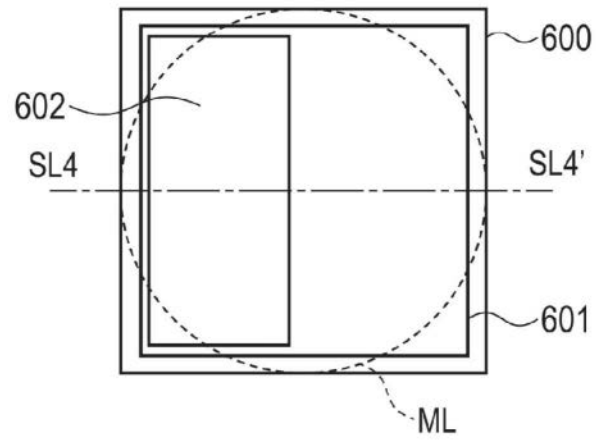


图31

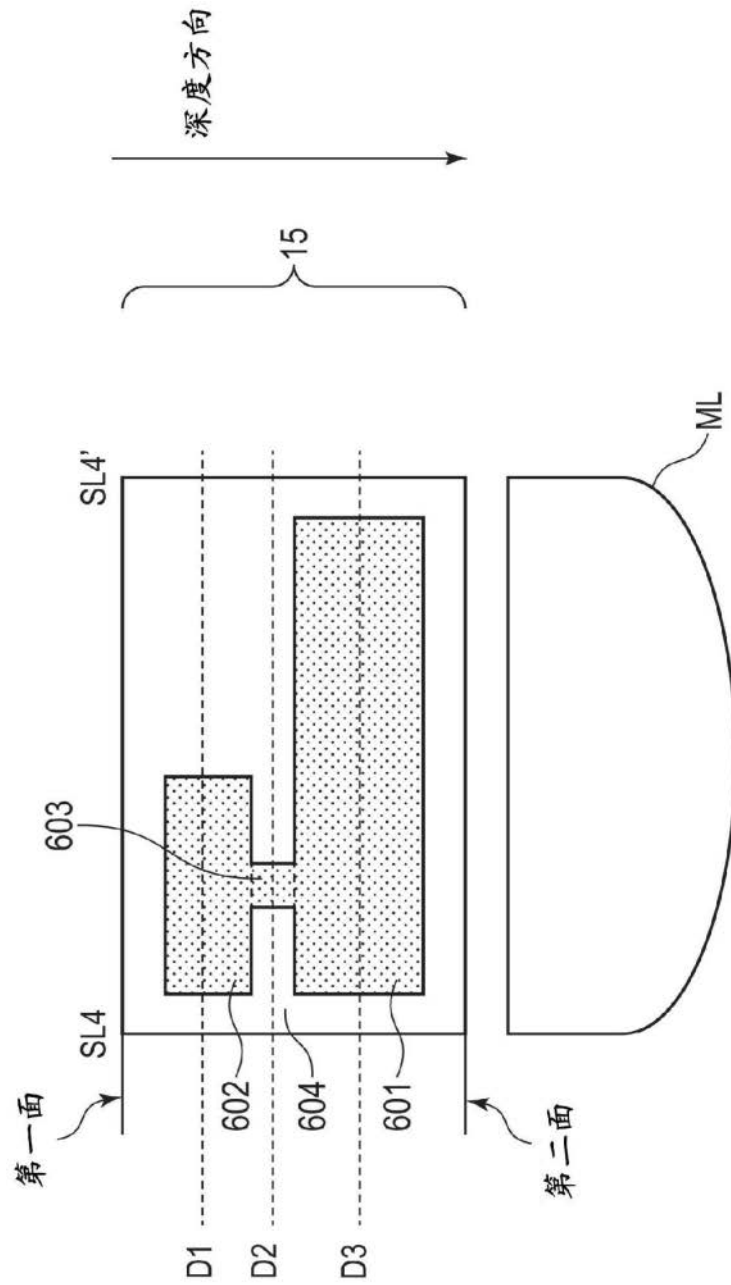


图32



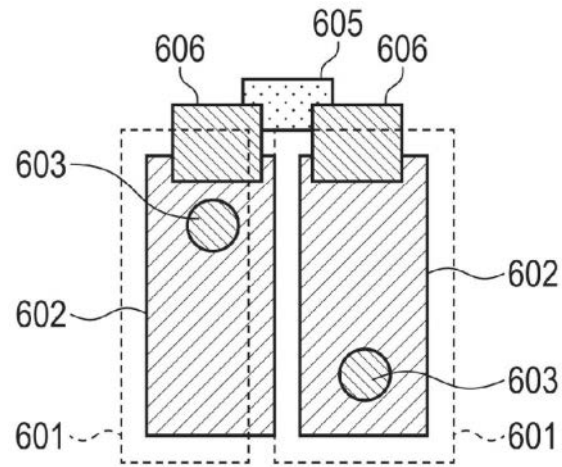


图35

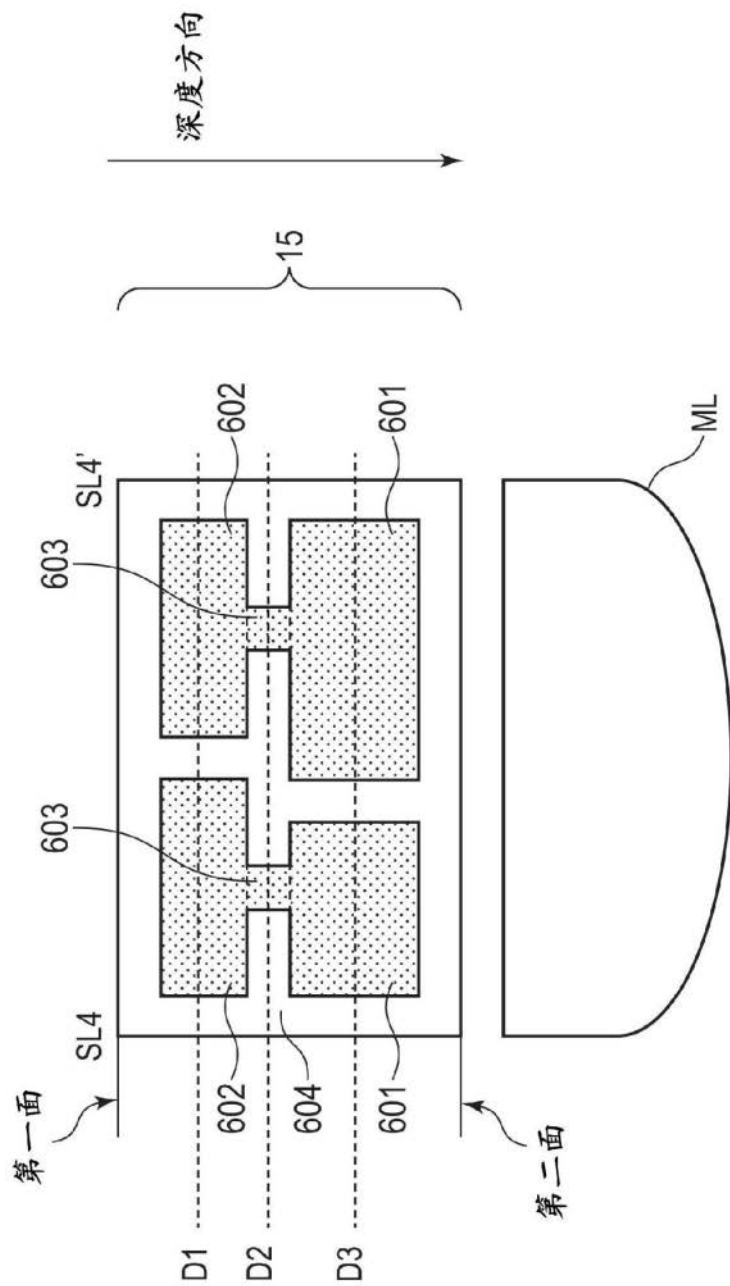


图36

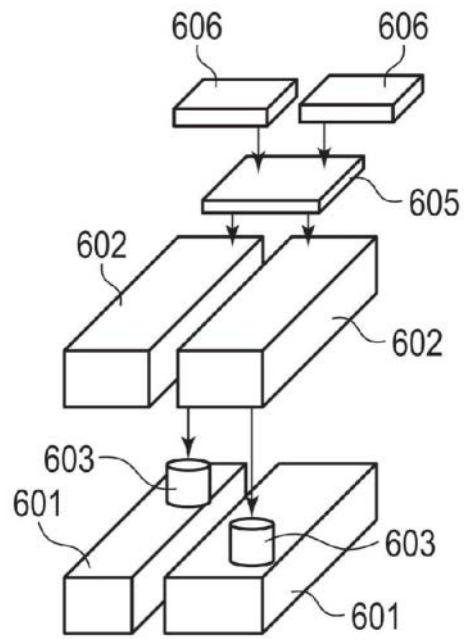


图37



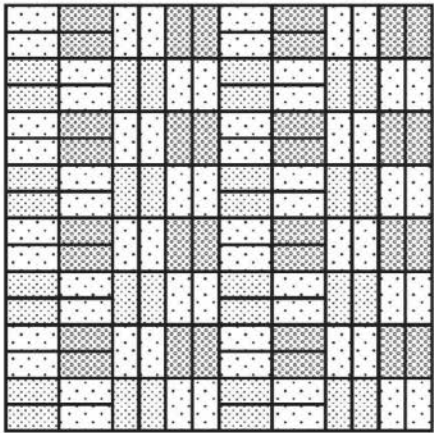


图 38A

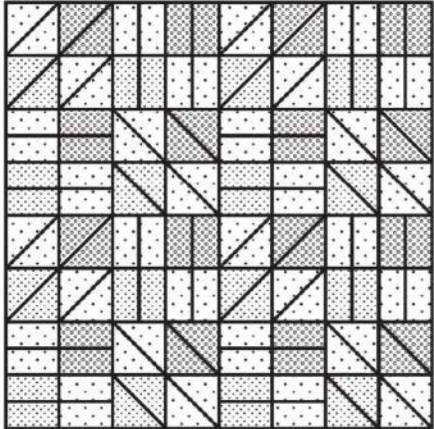


图 38B

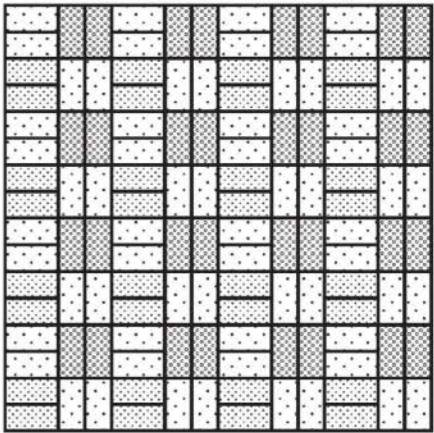


图 38C

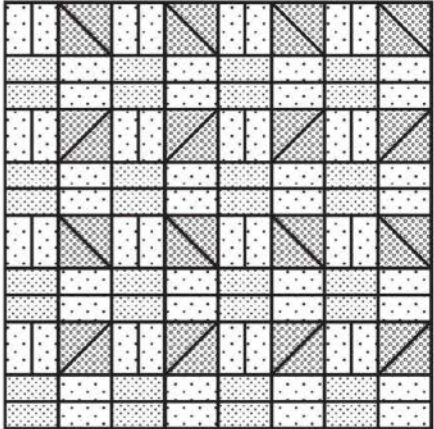


图 38D



红色像素  
绿色像素  
蓝色像素  
水平隔离  
垂直隔离  
第一对角隔离  
第二对角隔离

图 38E

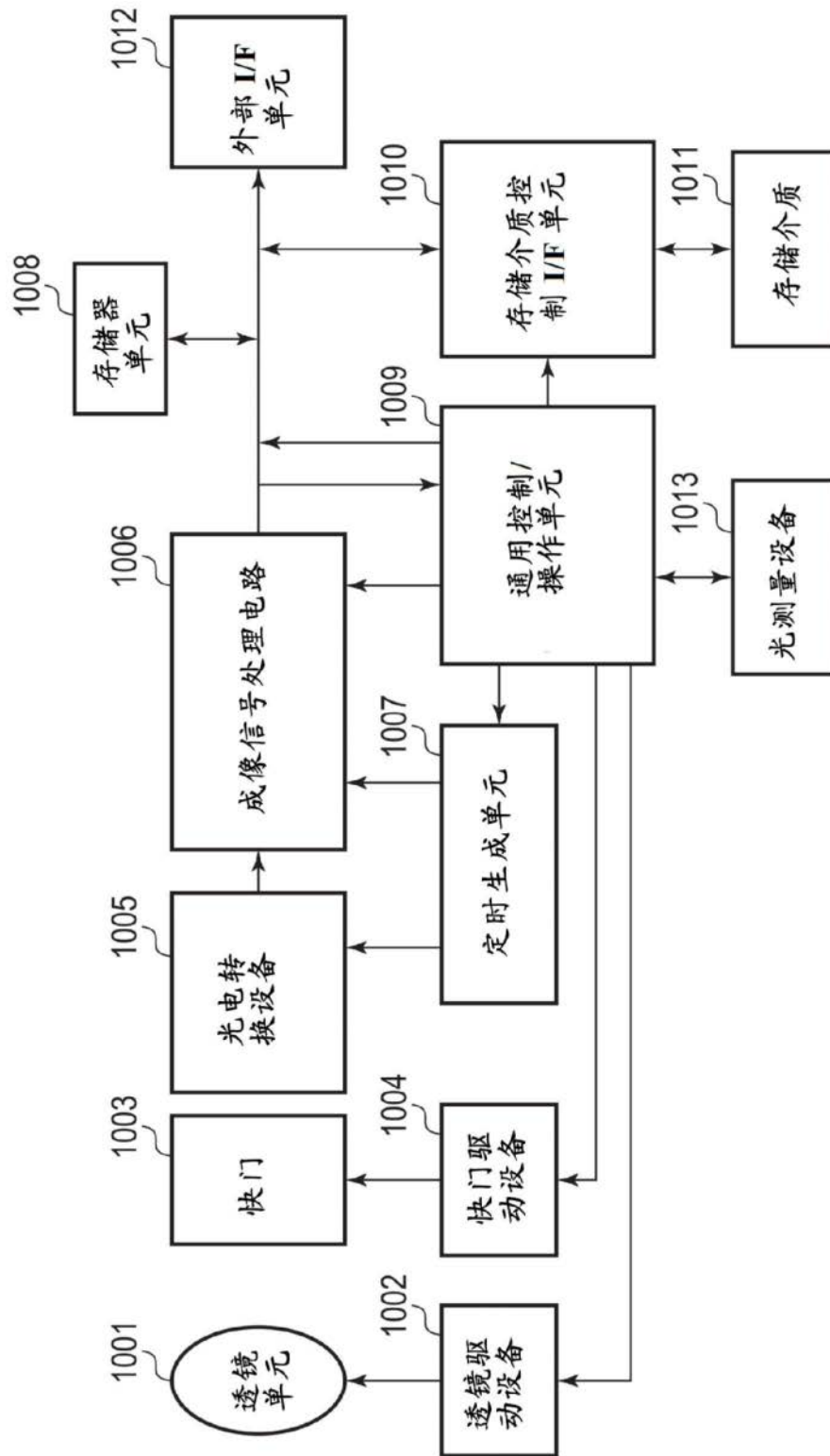


图39

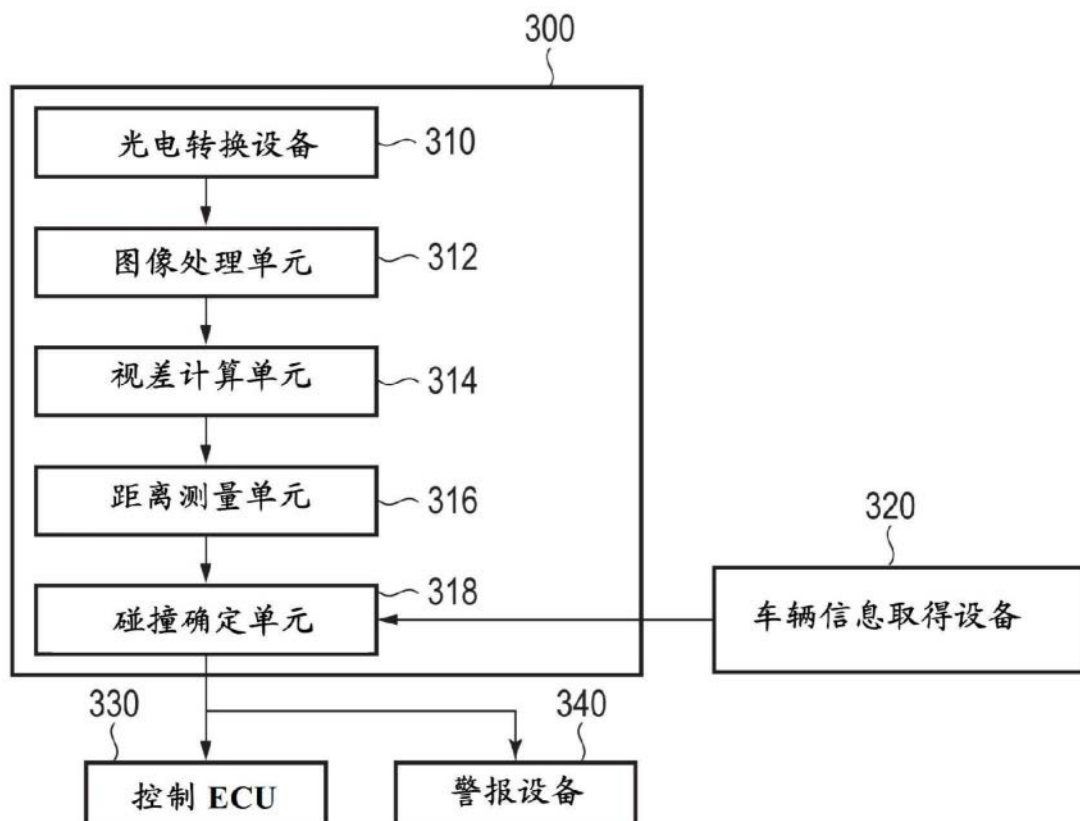


图40A

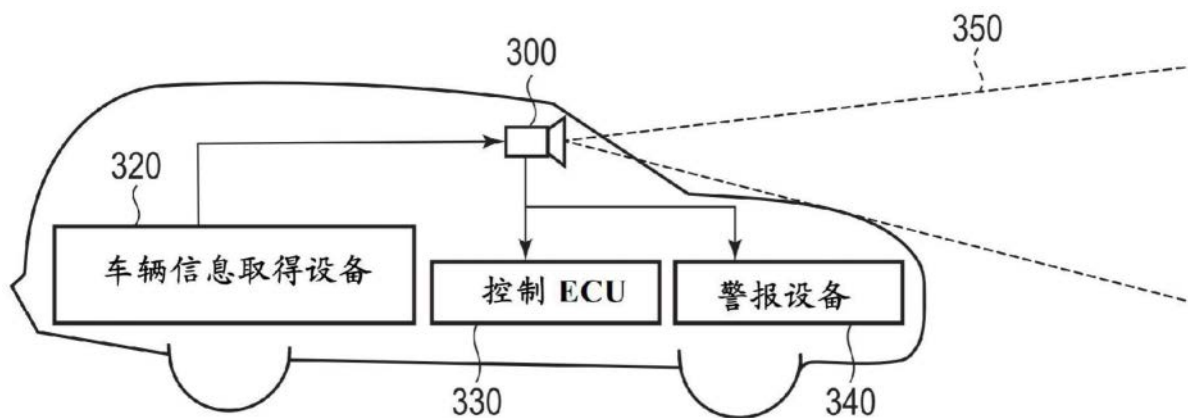


图40B