



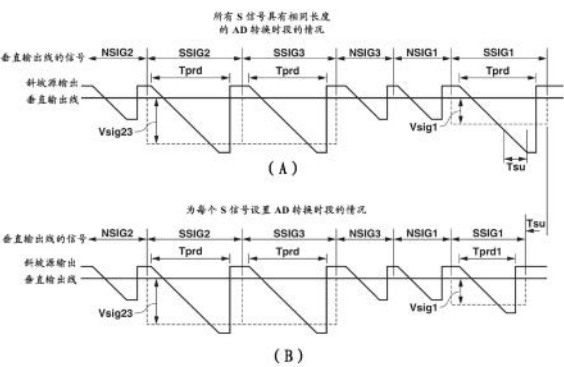
(21) 申请号 202110219472.6
(22) 申请日 2021.02.26
(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113329214 A
(43) 申请公布日 2021.08.31
(30) 优先权数据
2020-033819 2020.02.28 JP
(73) 专利权人 佳能株式会社
地址 日本东京
(72) 发明人 中村恒一
(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038
专利代理师 宋岩

(51) Int.Cl.
H04N 25/10 (2023.01)
H04N 25/11 (2023.01)
H04N 25/78 (2023.01)
H04N 25/53 (2023.01)
(56) 对比文件
US 7777170 B2, 2010.08.17
JP 2013211832 A, 2013.10.10
JP 2014075767 A, 2014.04.24
US 2017324917 A1, 2017.11.09
Manuel Innocent, et al..Pixel with
nested photo diodes and 120 db s ingle
exposure dynamic range.International
Image Sensor Workshop.2019,95-98.
审查员 吴方萍

权利要求书4页 说明书22页 附图24页

(54) 发明名称
光电转换装置、图像捕获系统和移动体

(57) 摘要
公开了光电转换装置、图像捕获系统和移动体。光电转换装置包括：像素、A/D转换部和输出电路。像素包括第一光电转换部和第二光电转换部以及被配置成在除光电转换部以外的位置中累积信号电荷的累积部。A/D转换部被配置成对基于在光电转换中生成的信号电荷的信号执行A/D转换。输出电路读出基于在电荷累积期间在第一光电转换部和第二光电转换部中累积的第一信号电荷和第二信号电荷的第一信号和第二信号,以及基于在第二光电转换部中生成并在电荷累积期间累积在累积部中的第三信号电荷的第三信号。对第一信号、第二信号或第三信号中的至少两个信号执行模数转换的转换时段具有不同的长度。



1. 一种光电转换装置,其特征在于,包括:

像素,包括第一光电转换部、第二光电转换部、浮动扩散部、被配置成在除第一光电转换部和第二光电转换部以外的位置中累积信号电荷的电容器元件、以及输出电路;以及

模数转换电路,被配置成对基于在第一光电转换部中生成的信号电荷的信号和基于在第二光电转换部中生成的信号电荷的信号执行模数转换,

其中,输出电路读出基于在电荷累积时段期间累积在第一光电转换部中的第一信号电荷的第一信号,基于在电荷累积时段期间累积在第二光电转换部中的第二信号电荷的第二信号,以及基于第三信号电荷的第三信号,第三信号电荷是在第二光电转换部中生成并在电荷累积时段期间累积在电容器元件中的,并且

其中,对第一信号或第二信号执行的模数转换的转换时段的长度不同于对第三信号执行的模数转换的转换时段的长度。

2. 根据权利要求1所述的光电转换装置,还包括:微透镜,

其中,在像素中,第一光电转换部和第二光电转换部部署在微透镜下方。

3. 根据权利要求1所述的光电转换装置,其中,电容器元件经由晶体管电连接到输出电路的输入节点。

4. 根据权利要求3所述的光电转换装置,

其中,在输出电路的输入节点未连接到电容器元件的状态下输出第一信号和第二信号,并且

其中,在输出电路的输入节点连接到电容器元件的状态下输出第三信号电荷。

5. 根据权利要求1所述的光电转换装置,还包括:

存在于第一光电转换部上的第一滤光器;以及

存在于第二光电转换部上的第二滤光器,

其中,第一滤光器的透光率与第二滤光器的透光率不同。

6. 根据权利要求1所述的光电转换装置,其中,第一光电转换部的灵敏度比第二光电转换部的灵敏度高。

7. 根据权利要求1所述的光电转换装置,其中,第一光电转换部的受光面的面积比第二光电转换部的受光面的面积大。

8. 根据权利要求6所述的光电转换装置,其中,对第一信号执行的第一模数转换的转换时段比对第二信号执行的第二模数转换的转换时段长。

9. 根据权利要求6所述的光电转换装置,其中,对第一信号执行的第一模数转换的转换时段比对第二信号执行的第二模数转换的转换时段短。

10. 根据权利要求6所述的光电转换装置,其中,对第一信号执行的第一模数转换的转换时段比对第三信号执行的第三模数转换的转换时段长。

11. 根据权利要求6所述的光电转换装置,其中,对第一信号执行的第一模数转换的转换时段比对第三信号执行的第三模数转换的转换时段短。

12. 根据权利要求6所述的光电转换装置,其中,对第二信号执行的第二模数转换的转换时段比对第三信号执行的第三模数转换的转换时段长。

13. 根据权利要求6所述的光电转换装置,其中,对第二信号执行的第二模数转换的转换时段比对第三信号执行的第三模数转换的转换时段短。

14. 根据权利要求1所述的光电转换装置,

其中,模数转换电路包括被配置成输出参考信号的参考信号源和被配置成将信号与参考信号进行比较的比较器,并且

其中,光电转换装置获得与从开始参考信号的扫描的时间到信号与参考信号之间的大小关系反转的时间的时段对应的数字数据。

15. 根据权利要求14所述的光电转换装置,其中,用于从参考信号的振幅的一端到参考信号的振幅的另一端的参考信号的扫描的时段与转换时段的长度对应。

16. 根据权利要求14所述的光电转换装置,

其中,模数转换电路包括计数器,并且

其中,从计数器开始计数的时间到计数器完成计数的时间的时段与转换时段的长度对应。

17. 根据权利要求1所述的光电转换装置,其中,转换时段的长度根据模数转换中的逐次逼近的数量之差而变化。

18. 根据权利要求8所述的光电转换装置,

其中,模数转换电路包括被配置成输出参考信号的参考信号源和被配置成将信号与参考信号进行比较的比较器,并且

其中,将通过对用于第一模数转换的参考信号施加偏移量而获得的信号设置为用于第二模数转换的参考信号。

19. 根据权利要求1所述的光电转换装置,还包括:被配置成放大从输出电路输出的第一信号、第二信号和第三信号的放大器电路,

其中,不同的放大增益被应用于第一信号、第二信号或第三信号中的至少两个信号。

20. 根据权利要求1所述的光电转换装置,其中,光电转换装置具有堆叠多个半导体基板的构造。

21. 根据权利要求1所述的光电转换装置,其中,分别输出要从第一信号减去的第一重置信号、要从第二信号减去的第二重置信号、和要从第三信号减去的第三重置信号。

22. 根据权利要求21所述的光电转换装置,其中,按照第二重置信号、第二信号、第三信号、第三重置信号、第一重置信号和第一信号的次序读出第一信号、第二信号和第三信号以及第一重置信号、第二重置信号和第三重置信号。

23. 一种图像捕获系统,其特征在于,包括:

根据权利要求1-22中的任一项所述的光电转换装置;以及
处理装置,被配置成对从光电转换装置输出的信号执行处理。

24. 一种移动体,其特征在于,包括:

根据权利要求1-22中的任一项所述的光电转换装置;
处理装置,被配置成对从光电转换装置输出的信号执行处理;以及
控制单元,被配置成基于处理的结果来控制移动体。

25. 一种光电转换装置,其特征在于,包括:

像素,包括第一光电转换部、第二光电转换部、浮动扩散部、被配置成在除第一光电转换部和第二光电转换部以外的位置中累积信号电荷的电容器元件、以及输出电路;以及
模数转换电路,被配置成对基于在第一光电转换部中生成的信号电荷的信号和基于在

第二光电转换部中生成的信号电荷的信号执行模数转换,

其中,输出电路读出基于在电荷累积时段期间累积在第一光电转换部中的第一信号电荷的第一信号,基于在电荷累积时段期间累积在第二光电转换部中的第二信号电荷的第二信号,以及基于第三信号电荷的第三信号,第三信号电荷是在第二光电转换部中生成并在电荷累积时段期间累积在电容器元件中的,并且

其中,对第一信号或第二信号执行的模数转换的转换分辨率不同于对第三信号执行的模数转换的转换分辨率。

26. 根据权利要求25所述的光电转换装置,其中,用于将第一信号转换成数字数据的第一分辨率与用于将第二信号转换成数字数据的第二分辨率不同。

27. 根据权利要求25所述的光电转换装置,其中,用于将第一信号转换成数字数据的第一分辨率与用于将第三信号转换成数字数据的第三分辨率不同。

28. 根据权利要求25所述的光电转换装置,其中,用于将第二信号转换成数字数据的第二分辨率与用于将第三信号转换成数字数据的第三分辨率不同。

29. 一种光电转换装置,其特征在于,包括:

像素,包括光电转换部、浮动扩散部、电容器元件和输出电路,输出电路包括用于接收在光电转换部中生成的信号电荷的输入节点并且被配置成输出基于信号电荷的信号;以及模数转换电路,被配置成对信号执行模数转换,

其中,电容器元件经由晶体管电连接到输入节点并且形成输入节点的电容的一部分,并且

其中,对在电容器元件和输入节点电连接的情况下从输出电路输出的第一信号执行模数转换的转换时段与对在电容器元件和输入节点不电连接的情况下从输出电路输出的第二信号执行模数转换的转换时段具有不同的长度。

30. 一种光电转换装置,其特征在于,包括:

像素,包括光电转换部、浮动扩散部、电容器元件和输出电路,输出电路包括用于接收在光电转换部中生成的信号电荷的输入节点并且被配置成输出基于信号电荷的信号;以及模数转换电路,被配置成对信号执行模数转换,

其中,电容器元件经由晶体管电连接到输入节点并且形成输入节点的电容的一部分,并且

其中,对在电容器元件和输入节点电连接的情况下从输出电路输出的第一信号执行模数转换的转换分辨率与对在电容器元件和输入节点不电连接的情况下从输出电路输出的第二信号执行模数转换的转换分辨率不同。

31. 一种光电转换装置,其特征在于,包括:

像素,包括光电转换部和浮动扩散部;

电容器元件,被配置成在除光电转换部以外的位置中累积在光电转换部中生成的信号电荷;

模数转换电路,被配置成对基于在光电转换部中生成的信号电荷的信号执行模数转换;以及

输出电路,

其中,输出电路读出基于在电荷累积时段期间累积在光电转换部中的第一信号电荷的

第一信号,并且读出基于在电荷累积时段期间累积在电容器元件中的第二信号电荷的第二信号,并且

其中,对第一信号和第二信号执行的模数转换的转换时段具有不同的长度。

32.一种光电转换装置,其特征在于,包括:

像素,包括光电转换部和浮动扩散部;

电容器元件,被配置成在除光电转换部以外的位置中累积在光电转换部中生成的信号电荷;

模数转换电路,被配置成对基于在光电转换部中生成的信号电荷的信号执行模数转换;以及

输出电路,

其中,输出电路读出基于在电荷累积时段期间累积在光电转换部中的第一信号电荷的第一信号,并且读出基于在电荷累积时段期间累积在电容器元件中的第二信号电荷的第二信号,并且

其中,对第一信号和第二信号执行的模数转换的转换分辨率不同。

光电转换装置、图像捕获系统和移动体

技术领域

[0001] 实施例的一个公开方面涉及光电转换装置、图像捕获系统和移动体。

背景技术

[0002] 近年来,需要具有宽动态范围的光电转换装置。作为增大动态范围的技术,2019年6月,IISW Dig.Tech.Papers第13页的Manuel Innocent等人的“Pixel with nested photo diodes and 120dB single exposure dynamic range”讨论了包括如下像素的图像捕获装置,每个像素具有其中部署了具有大受光面积的光电二极管、具有小受光面积的光电二极管和溢出电容的构造。在“Pixel with nested photo diodes and 120dB single exposure dynamic range”中讨论的图像捕获装置读出三个信号,从而增大了动态范围。首先,图像捕获装置读出通过由浮动扩散(下文中称为“FD”)电容将由具有大受光面积的光电二极管光电转换的电荷转换成电压而获得的信号,并且还读出通过由FD电容将具有小受光面积的光电二极管光电转换的电荷转换成电压而获得的信号。另外,图像捕获装置读出通过由FD电容和溢出电容的组合电容将已经由具有小受光面积的光电二极管进行了光电转换并已经溢出的电荷转换成电压而获得的信号。

[0003] 在“Pixel with nested photo diodes and 120dB single exposure dynamic range”中讨论的图像捕获装置中,来自具有大受光面积的光电二极管的信号、来自具有小受光面积的光电二极管的信号和累积在溢出电容中的信号被依次读出。但是,该文献没有公开用于对三个信号执行模数转换(下文中称为“AD转换”)的技术,并且未能公开或建议如何执行AD转换。

[0004] 这些信号覆盖不同的信号范围和不同的亮度范围。每个信号可以采用的信号值的范围取决于图像捕获装置的电路配置或元件配置来确定,并且该范围通常是共用的。但是,每个信号实际上可以采用信号值范围的哪一部分用于图像数据取决于由每个信号覆盖的亮度范围的设置而变化。例如,对于三个信号其中的一个信号,该信号可以采用的信号值范围的仅一部分可以用于图像数据。因而,如果对三个信号执行相同的AD转换,那么取决于信号,会发生冗余操作。

[0005] 鉴于上述情况提出了本公开的示例性实施例,并且其针对改善 AD转换性能。

发明内容

[0006] 如上面所提到的,在AD转换中会发生冗余操作。例如,通过省略冗余操作或用另一个操作代替该操作,可以缩短AD转换时段并且可以优化AD转换的分辨率,这带来AD转换性能的改善。根据实施例的一方面,一种光电转换装置包括像素和模数转换电路。像素包括第一光电转换部、第二光电转换部以及被配置成在除第一光电转换部和第二光电转换部以外的位置中累积信号电荷的累积部。模数转换电路被配置成对基于在第一光电转换部中生成的信号电荷的信号和基于在第二光电转换部中生成的信号电荷的信号执行模数转换。光电转换装置读出:(1)基于在电荷累积时段期间累积在第一光电转换部中的第一信号电荷的

第一信号, (2) 基于在电荷累积时段期间累积在第二光电转换部中的第二信号电荷的第二信号, 以及 (3) 基于第三信号电荷的第三信号。第三信号电荷是在第二光电转换部中生成并在电荷累积时段期间累积在累积部中的。对第一、第二或第三信号中的至少两个信号执行的模数转换的转换时段具有不同的长度。

[0007] 根据实施例的另一方面, 一种光电转换装置包括像素和模数转换电路。像素包括第一光电转换部、第二光电转换部以及被配置成在除第一光电转换部和第二光电转换部以外的位置中累积信号电荷的累积部。模数转换电路被配置成对基于在第一光电转换部中生成的信号电荷的信号和基于在第二光电转换部中生成的信号电荷的信号执行模数转换。光电转换装置读出: (1) 基于在电荷累积时段期间累积在第一光电转换部中的第一信号电荷的第一信号, (2) 基于在电荷累积时段期间累积在第二光电转换部中的第二信号电荷的第二信号, 以及 (3) 基于第三信号电荷的第三信号。第三信号电荷是在第二光电转换部中生成并在电荷累积时段期间累积在累积部中的。对第一、第二或第三信号中的至少两个信号执行模数转换的转换分辨率是不同的。

[0008] 根据实施例的又一方面, 一种光电转换装置包括像素和模数转换电路。像素包括光电转换部、电容器元件和输出部。输出部包括用于接收在光电转换部中生成的信号电荷的输入节点并且被配置成输出基于信号电荷的信号。模数转换电路被配置成对信号执行模数转换。电容器元件经由晶体管电连接到输入节点并且形成输入节点的电容的一部分。对在电容器元件和输入节点电连接的情况下从输出部输出的第一信号执行模数转换的转换时段与对在电容器元件和输入节点不电连接的情况下从输出部输出的第二信号执行模数转换的转换时段具有不同的长度。

[0009] 根据实施例的又一方面, 一种光电转换装置包括像素和模数转换电路。像素包括光电转换部、电容器元件和输出部。输出部包括用于接收在光电转换部中生成的信号电荷的输入节点并且被配置成输出基于信号电荷的信号。模数转换电路被配置成对信号执行模数转换。电容器元件经由晶体管电连接到输入节点并且形成输入节点的电容的一部分。对在电容器元件和输入节点电连接的情况下从输出部输出的第一信号执行模数转换的转换分辨率与对在电容器元件和输入节点不电连接的情况下从输出部输出的第二信号执行模数转换的转换分辨率不同。

[0010] 根据实施例的又一方面, 一种光电转换装置包括像素、累积部和模数转换电路。像素包括光电转换部。累积部被配置成在除光电转换部以外的位置中累积在光电转换部中生成的信号电荷。模数转换电路被配置成对基于在光电转换部中生成的信号电荷的信号执行模数转换。光电转换装置读出基于在电荷累积时段期间累积在光电转换部中的第一信号电荷的第一信号, 并且读出基于在电荷累积时段期间累积在累积部中的第二信号电荷的第二信号。对第一信号和第二信号执行的模数转换的转换时段具有不同的长度。

[0011] 根据实施例的又一方面, 一种光电转换装置包括像素、累积部和模数转换电路。像素包括光电转换部。累积部被配置成在光电转换部以外的位置中累积在光电转换部中生成的信号电荷。模数转换电路被配置成对基于在光电转换部中生成的信号电荷的信号执行模数转换。光电转换装置读出基于在电荷累积时段期间累积在光电转换部中的第一信号电荷的第一信号, 并且读出基于在电荷累积时段期间累积在累积部中的第二信号电荷的第二信号。对第一信号和第二信号执行的模数转换的转换分辨率不同。

[0012] 根据实施例的又一方面,一种光电转换装置包括像素和模数转换电路。像素包括光电转换部。模数转换电路被配置成对基于在光电转换部中生成的信号电荷的信号执行模数转换。模数转换电路包括比较器,该比较器被配置成将信号与用于模数转换的参考信号进行比较。能够由参考信号覆盖的第一电位范围比能够由要与参考信号进行比较的信号覆盖的第二电位范围窄。

[0013] 通过以下参考附图对示例性实施例的描述,本公开的其它特征将变得清楚。

附图说明

[0014] 图1是图示根据本公开的示例性实施例的光电转换装置的示意图。

[0015] 图2是图示根据示例性实施例的光电转换装置中的像素电路的构造示例的电路图。

[0016] 图3示意性地图示了根据示例性实施例的光电转换装置的平面结构。

[0017] 图4是图示根据示例性实施例的光电转换装置中的像素电路的操作的时序图。

[0018] 图5是图示根据示例性实施例的用于光电转换装置的模数(AD)转换方法的时序图。

[0019] 图6A是图示根据示例性实施例的光电转换装置中的斜坡源的构造示例的电路图。

[0020] 图6B是图示根据示例性实施例的光电转换装置中的斜坡源的操作的时序图。

[0021] 图7是图示根据示例性实施例的光电转换装置中的每个信号的亮度和信号振幅的图。

[0022] 图8A和图8B是各自图示根据示例性实施例的光电转换装置中的每个信号的亮度与数字数据之间的关系的图。

[0023] 图9是图示根据示例性实施例的光电转换装置中每个信号的亮度与信号振幅之间的关系的图。

[0024] 图10的(A)和图10的(B)是各自图示根据示例性实施例的光电转换装置中的AD转换部的操作的时序图。

[0025] 图11是图示根据示例性实施例的光电转换装置中每个信号的亮度与信号振幅之间的关系的图。

[0026] 图12A和图12B是各自图示根据示例性实施例的光电转换装置中的AD转换部的操作的时序图。

[0027] 图13是图示根据示例性实施例的光电转换装置中每个信号的亮度与信号振幅之间的关系的图。

[0028] 图14A和图14B是各自图示根据示例性实施例的光电转换装置中的AD转换部的操作的时序图。

[0029] 图15是图示根据示例性实施例的光电转换装置中每个信号的亮度与信号振幅之间的关系的图。

[0030] 图16A和图16B是各自图示根据示例性实施例的光电转换装置中的AD转换部的操作的时序图。

[0031] 图17A和图17B是各自图示根据示例性实施例的光电转换装置中的AD转换部的操作的时序图。

- [0032] 图18是图示根据示例性实施例的光电转换装置的示意图。
- [0033] 图19是图示根据示例性实施例的光电转换装置中的AD转换部的操作的时序图。
- [0034] 图20是图示根据示例性实施例的光电转换装置中的AD转换部的操作的时序图。
- [0035] 图21是图示具有堆叠结构的光电转换装置的示意图。
- [0036] 图22是图示根据示例性实施例的图像捕获系统的框图。
- [0037] 图23A示意性地图示了根据示例性实施例的移动体的外观,并且图23B是图示根据示例性实施例的移动体的内部结构的框图。

具体实施方式

[0038] 在下文中,将参考附图详细描述实施例。注意的是,以下实施例并非旨在限制本公开的范围。在实施例中描述了多个特征,但是不限于要求所有此类特征的实施例,并且可以适当地组合多个此类特征。此外,在附图中,相同的附图标记被赋予相同或相似的构造,并且省略其重复描述。

[0039] 将参考附图描述用于执行第一示例性实施例的模式示例。图1 是图示根据本示例性实施例的光电转换装置的构造的示意图。根据本示例性实施例的光电转换装置被应用于图像捕获装置、测距传感器、红外传感器、放射线传感器和其它光电检测器传感器。

[0040] 图1中所示的光电转换装置包括:像素部60,其包括以矩阵部署的像素电路10;电流源组61,其包括电流源11;比较电路64,其部署在每列中;斜坡源63;列存储器65,其部署在每列中;计数器电路67;以及运算处理单元66。

[0041] 每个像素电路10将入射光转换成信号,并输出基于入射光的信号。每个电流源11向源极跟随器晶体管(将在下面描述)供应电流。每个电流源11和源极跟随器晶体管形成源极跟随器电路。源极跟随器电路用作输出电路,以将从对应的像素电路10读出的信号输出到垂直输出线12。

[0042] 每个比较电路64、斜坡源63和计数器电路67是模数转换部或用于在对从每个像素电路10输出的信号执行模数转换(下文中称为 AD转换)的电路的示例。每个比较电路64的两个输入端子分别连接到垂直输出线12和斜坡源63的输出端子。斜坡源63是参考信号源的示例,该参考信号源输出用于AD转换的参考信号,诸如斜坡信号。每个比较电路64是将垂直输出线12的电位与斜坡源63的电位进行比较的比较器。当电位之间的大小关系反转时,比较电路64的输出电位从高电平反转到低电平,或从低电平反转到高电平。每个比较电路64的输出端子连接到对应的列存储器65。另外,每个列存储器65接收从计数器电路67输出的信号。当每个比较电路64的输出电位反转时,对应的列存储器65存储从计数器电路67输出的计数值作为数字数据。在执行AD转换之后存储在列存储器65中的数字数据是从输出自对应像素电路10的信号转换的数字数据。

[0043] 存储在每个列存储器65中的数字数据被传送到运算处理单元66,并且运算处理单元66对数字数据执行诸如上述相关双采样(CDS) 处理或偏移量校正之类的运算处理,并将经历运算处理的数据输出到光电转换装置的外部。

[0044] 在图1中,省略了用于向光电转换装置的外部和其它电路输出数据的发送器的图示。

[0045] 图2是根据本示例性实施例的像素电路10的等效电路图。将描述图2中所示的像素

电路10。像素电路10包括第一光电二极管PD1 和第二光电二极管PD2。另外,像素电路10包括传送开关MTX1和 MTX2、溢出开关MOF和浮动扩散 (FD) 电容CFD、增益控制开关MGC、电容器元件C1g、重置开关MRES、源极跟随器晶体管 MSF以及选择开关MSEL。

[0046] 将描述每个元件的功能以及元件之间的连接。第一光电二极管 PD1和第二光电二极管PD2是光电转换部或电路的示例。当光入射在第一光电二极管PD1和第二光电二极管PD2中的每一个上时,通过光电转换生成电荷。第一光电二极管PD1和第二光电二极管PD2中的每一个累积生成的电荷作为信号电荷。

[0047] 传送开关MTX1的源极与第一光电二极管PD1的阴极电连接,并且传送开关MTX1的漏极与源极跟随器晶体管MSF的输入节点 (栅极) 电连接。传送开关MTX2的源极与第二光电二极管PD2的阴极电连接,并且传送开关MTX2的漏极与源极跟随器晶体管MSF 的输入节点电连接。

[0048] 传送开关MTX1和MTX2的栅极分别接收控制信号TX1和 TX2。当每个控制信号处于高电平时,信号电荷从每个光电二极管传送到源极跟随器晶体管MSF的输入节点。

[0049] 溢出开关MOF的漏极连接到电源VDD。溢出开关MOF的源极连接到第一光电二极管PD1的阴极。溢出开关MOF的栅极接收控制信号OF。在溢出开关MOF中,形成与栅极电位对应的势垒。当控制信号OF处于高电平时,信号电荷从第一光电二极管PD1传送到电源VDD。当控制信号OF具有中间电位LM1 (低<LM1<高) 时,电源VDD和第一光电二极管PD1之间的势垒被设置为低于其它区域中的势垒的电平,从而使得能够将过量的电荷放电到电源VDD。

[0050] 传送开关MTX1的漏极、传送开关MTX2的漏极、增益控制开关MGC的源极和源极跟随器晶体管MSF的栅极连接在一起并形成一个节点。这一个节点也被称为FD节点或FD部。在图2中,FD 部的电容由FD电容CFD表示。FD电容CFD可以包括形成FD部的线的寄生电容分量和连接到FD部的晶体管的栅极的寄生电容分量。FD电容CFD还可以包括形成FD部的半导体区域的PN结电容分量,以及连接到FD部的晶体管的源极或漏极的PN结电容分量。FD电容CFD不仅可以包括这些电容分量,而且可以包括诸如PIP电容、MIM电容和MOS电容之类的电容器元件。在部署这些电容器元件的情况下,每个电容器元件的一端连接到传送开关MTX1的漏极、传送开关MTX2的漏极、增益控制开关MGC的源极以及源极跟随器晶体管MSF的栅极。

[0051] 增益控制开关MGC的漏极连接到电容器元件C1g的端子之一和重置开关MRES的源极。增益控制开关MGC的栅极接收控制信号 GC。在电容器元件C1g中累积了电荷的状态下,控制信号GC被设置为低电平并且增益控制开关MGC被断开,从而使电容器元件C1g 与电容CFD分离。另外,控制信号GC被切换为高电平或低电平并且增益控制开关MGC被接通或断开,从而使得能够切换是否将电容器元件C1g作为FD电容的一部分来处置。因此,可以改变用于电荷电压转换的增益。另外,当控制信号GC处于中间电位LM1 (低<LM1<高) 时,电容器元件C1g与第二光电二极管PD2之间的势垒被设置为低于其它区域中的势垒的电平,从而使得能够将过量的电荷放电到电容器元件C1g。

[0052] 电源VDD连接到重置开关MRES的漏极和源极跟随器晶体管 MSF的漏极中的每一个。重置开关MRES的栅极接收控制信号RES。当控制信号RES为高电平时,重置开关MRES接通。当重置开关 MRES接通时,第一光电二极管PD1、第二光电二极管PD2、FD部和电容器元件C1g中的一些或全部可以被重置。

[0053] 源极跟随器晶体管MSF的源极经由选择开关MSEL连接到垂直输出线12。选择开关

MSEL的栅极接收控制信号SEL。当控制信号 SEL处于高电平时,选择开关MSEL接通并且源极跟随器晶体管 MSF和电流源11形成源极跟随器电路。

[0054] 在本文中,假设第一光电二极管PD1的阳极和第二光电二极管 PD2的阳极各自连接到地电位,并且电容CFD和电容器元件C1g中的每一个的另一个端子连接到地电位。

[0055] 第二光电二极管PD2包括由用作信号电荷的电子形成的低电位区域,并且与信号电荷对应的势垒在该区域周围形成。换句话说,在第二光电二极管PD2的阴极中存在电位局部高的区域。因而,生成的信号电荷累积在第二光电二极管PD2的阴极中。随着用作信号电荷的电子被累积,第二光电二极管PD2的阴极处的电位降低。因此,在第二光电二极管PD2周围形成的势垒的电平降低。

[0056] 通过光电转换生成的电荷的量可能超过能在光电二极管中累积的电荷的量,从而可能生成过量的电荷。如果大量的光入射在第二光电二极管PD2上并且生成过量的电荷,那么过量的电荷从势垒的最低部溢出。

[0057] 传送开关MTX2存在于第二光电二极管PD2与FD部之间,并且增益控制开关MGC存在于FD部与电容器元件C1g之间。可以通过传送开关MTX2的控制信号TX2来控制传送开关MTX2的栅极正下方的区域中(即,在传送开关MTX2的沟道区域中)的势垒的电平。类似地,可以通过增益控制开关MGC的控制信号GC来控制增益控制开关MGC的栅极正下方的区域中(即,在增益控制开关 MGC的沟道区域中)的势垒的电平。

[0058] 传送开关MTX2的控制信号TX2被控制,使得光电二极管PD2 与FD部之间的势垒被设置为包围光电二极管PD2的势垒中的最低电平。在这种情况下,在第二光电二极管PD2中生成的过量电荷通过传送开关MTX2被放电。当增益控制开关MGC断开时,被放电的过量电荷被保持在FD部中。增益控制开关MGC的接通/断开由输入到增益控制开关MGC的控制信号GC控制。当增益控制开关 MGC接通时,被放电的过量电荷被保持在FD部和电容器元件C1g 中。

[0059] 将参考图3描述图2中所示的像素电路10中的第一光电二极管 PD1和第二光电二极管PD2的布置的示例。图3示意性地图示了根据本示例性实施例的光电转换装置的平面结构。具体而言,图3图示了第一光电二极管PD1和第二光电二极管PD2在光电转换装置的受光面上的布置的示例。

[0060] 在本示例性实施例中,第二光电二极管PD2的受光面以圆形形状部署在像素的中心,并且第一光电二极管PD1的受光面部署在包围第二光电二极管PD2的受光面的区域中。如图3中所示,第一光电二极管PD1的受光面的面积大于第二光电二极管PD2的受光面的面积。因而,当具有均匀强度的光入射在整个受光面上时,即,当相同的每单位面积的入射光量入射在整个受光面上时,在第一光电二极管PD1中生成的电荷的量大于在第二光电二极管PD1中生成的电荷的量。换句话说,第一光电二极管PD1对光的灵敏度高于第二光电二极管PD2对光的灵敏度。

[0061] 第一光电二极管PD1和第二光电二极管PD2的形状和布置不限于图3中所示的示例中的形状和布置。例如,第二光电二极管PD2 可以具有矩形形状或任意其它形状。光电二极管之一(第一光电二极管PD1)不需要包围另一个光电二极管(第二光电二极管PD2)。

[0062] 在本示例性实施例中,第一光电二极管PD1的受光面的面积不同于第二光电二极管PD2的受光面的面积。但是,第一光电二极管PD1的受光面的面积可以等于第二光电二极管PD2的受光面的面积。在这种情况下,第一光电二极管PD1的灵敏度等于第二光电二极管

PD2的灵敏度。通过使用具有不同灵敏度的两个光电二极管可以获得增大动态范围的有利效果。但是,在本示例性实施例中不一定需要通过使用具有不同灵敏度的两个光电二极管来增大动态范围的有利效果。可以改变用于提供具有不同灵敏度的两个光电二极管(PD1和PD2)的构造。例如,可以将具有不同透光率的滤光器分别部署在第一光电二极管PD1和第二光电二极管PD2上。可替代地,可以根据遮光膜的开口的面积来设置每个光电二极管的受光面的面积。

[0063] 在提供用于将入射光引导到光电转换部上的微透镜的情况下,每个微透镜被部署成覆盖两个光电二极管PD1和PD2。因而,当单个微透镜投影在受光面上时,微透镜的投影部分地与光电二极管PD1 和PD2中的每一个的受光面重叠。

[0064] 图4是图示根据本示例性实施例的操作的时序图。将参考图4描述图2中所示的像素电路10的操作。图4图示了控制信号TX1、控制信号TX2、控制信号RES、控制信号GC和控制信号OF。在图4 中,“ADC”示意性地表示其中对从像素电路10读取的信号执行 AD转换的时段。

[0065] 在本文中,将时间T2之后的时段称为从像素电路读取信号的读出时段。虽然在图4中未示出,但是在与其中读出信号的行对应的行中,在读出时段中控制信号SEL处于高电平并且选择开关MSEL接通。

[0066] 在一行中读出信号的操作期间,从像素电路10读出六个信号,即,信号SSIG1、SSIG2和SSIG3以及重置信号NSIG1、NSIG2和 NSIG3。在由与图4中的“ADC”对应的符号指示的每个时段期间,对上述六个信号执行AD转换。

[0067] 信号SSIG1是基于在第一光电二极管PD1中累积的电荷Q1的信号。信号SSIG2是基于在第二光电二极管PD2中累积的电荷Q2 的信号。信号SSIG3是基于在第二光电二极管PD2中累积的电荷 Q2和在累积时段期间从第二光电二极管PD2溢出的电荷(QCFD和 QC1g)的信号。重置信号NSIG1、NSIG2和NSIG3是表示分别与信号SSIG1、SSIG2和SSIG3对应的处于重置状态下的噪声电平(N1、N2和N3)的信号。

[0068] 在图4所示的示例中,按照重置信号NSIG2、信号SSIG2、信号SSIG3、重置信号NSIG3、重置信号NSIG1和信号SSIG1的次序读出信号。按照这个次序读取信号使得能够对低亮度侧的信号SSIG1 和SSIG2执行CDS,从而降低了噪声。但是,本示例性实施例不限于读出信号的该次序。

[0069] 在图4中,控制信号TX2、GC和OF可以分别设置为中间电位 LM1、LM2和LM3(低<LM<高)。将控制信号TX2、GC和OF 分别设置为中间电位LM1、LM2和LM3的原因是,在大量光入射在光电二极管PD1和PD2上的情况下,在光电二极管PD1和PD2 中生成的过量电荷被控制。这个控制操作使得能够减少或防止过量电荷部分对外围像素和元件的不利影响。

[0070] 当光入射在光电二极管PD1和PD2上时,光电二极管PD1和 PD2中的每一个的阴极电位取决于入射光的量而降低。在第一光电二极管PD1的情况下,当溢出开关MOF的栅极电位LM3与阴极电位的电位差(Vgs)超过溢出开关MOF的阈值时,溢出开关MOF 接通。在溢出开关MOF接通之后,在第一光电二极管PD1中生成的电荷流到电源VDD。因而,第一光电二极管PD1的阴极电位没有进一步降低。换句话说,第一光电二极管PD1中累积的电荷的量由溢出开关MOF的栅极电位LM3限制。

[0071] 将描述用于使第一光电二极管PD1中生成的电荷经由溢出开关 MOF流向电源VDD

的电位的状态。首先,处于重置状态的第一光电二极管PD1包括用于用作信号电荷的电子的低电位区域,并且与信号电荷对应的势垒在该区域周围形成。具体而言,在第一光电二极管PD1的阴极中存在电位局部高的区域。因而,生成的信号电荷被累积在第一光电二极管PD1的阴极中。随着用作信号电荷的电子被累积,第一光电二极管PD1的阴极电位降低。因此,在第一光电二极管PD1周围形成的势垒的电平降低。另外,当大量光入射在第一光电二极管PD1上并生成过量电荷时,过量电荷从势垒的最低部溢出。

[0072] 溢出开关MOF的栅极电位LM3可以控制溢出开关MOF的栅极正下方的区域,即,溢出开关MOF的沟道区域中的势垒的电平。类似地,第一传送开关MTX1的控制信号TX1可以控制第一传送开关MTX1的栅极正下方的区域,即,第一传送开关MTX1的沟道区域中的势垒的电平。因而,在本示例性实施例中,在电荷累积时段期间将溢出开关MOF的栅极电位LM3设置为高于控制信号TX1的电位。因此,在第一光电二极管PD1和电源VDD之间的区域(溢出开关MOF的沟道区域)中的势垒低于将第一光电二极管PD1与另一个区域分开的势垒。因此,在大量光入射在第一光电二极管PD1上并且生成过量电荷的情况下,电荷能经由溢出开关MOF从第一光电二极管PD1传送到电源VDD。因此,即使在大量光入射在第一光电二极管PD1上并且在第一光电二极管PD1中生成过量电荷的情况下,也可以将过量电荷放电到电源VDD。

[0073] 在第二光电二极管PD2的情况下,当控制信号TX2和控制信号GC处于中间电位并且生成不能累积在第二光电二极管PD2中的过量电荷时,电荷可以保持在电容CFD和电容器元件C1g中。由于仅第二传送开关MTX2连接到第二光电二极管PD2,因此第二光电二极管PD2中累积的电荷的量受到第二传送开关MTX2的栅极电位LM1的限制。

[0074] 提供增益控制开关MGC以在电容CFD与电容器元件C1g之间形成势垒。在电容CFD与电容器元件C1g之间形成势垒的情况下,首先将从第二光电二极管PD2溢出的过量电荷保持在电容CFD中。此后,如果电荷从势垒溢出并且生成过量电荷,那么过量电荷被保持在电容器元件C1g中。因而,如果在将控制电压GC设置为中间电位的状态下读出信号,那么取决于电容CFD中保持的电荷的量,将在下面描述的信号NSIG2与SSIG2之间没有差异。换句话说,基于第二光电二极管PD2中保持的电荷的信号不能被准确地读出。出于这个原因,可能期望接通增益控制开关MGC一次以减少保持在电容CFD中的电荷的量,使得可以将保持在电容CFD中的电荷分发到电容器元件C1g。如果电荷累积在电容CFD和电容器元件C1g中,那么不需要提供势垒。具体而言,在第二光电二极管PD2中生成的过量电荷被保持在电容CFD和电容器元件C1g中的情况下,当控制信号TX2处于中间电位时,控制信号GC可以被设置为高电平。

[0075] 通过如上所述将控制信号OF、TX2和GC设置为中间电位,可以将光电二极管PD1和PD2中生成的过量电荷放电并保持在电源VDD、电容CFD和电容器元件C1g中。这导致电荷向外围像素和元件的泄漏的减少。

[0076] 将描述图4中所示的时序图与像素电路10的操作之间的对应关系。首先,从时间T0到时间T1的时段是其中光电二极管PD1和PD2被重置的时段。在时间T0,控制信号TX1、TX2、RES和GC从低电平转变到高电平,并且开关MTX1、MTX2、MRES和MGC被接通。在这种情况下,形成从电源VDD到第一光电二极管PD1的阴极的电气路径和从电源VDD到第二光电二极管PD2的电气路径,并且光电二极管PD1和PD2被重置。而且,在这种情况下,FD部的电位被重置为电源VDD的电位。

[0077] 时间T1之后的时段与电荷累积时段对应。在时间T1,控制信号TX1转变到低电平,并且控制信号TX2转变到中间电位LM1 (低<LM1<高)。在时间T1,传送开关MTX1和MTX2被断开,并且光电二极管PD1和PD2通过光电转换开始电荷的累积,因此电荷累积时段开始。

[0078] 在时间T1之后,控制信号RES转变到低电平,并且重置开关 MRES断开。当重置开关 MRES断开时,包括电容CFD和电容器元件C1g的节点电浮动。在这种情况下,电容CFD和电容器元件C1g 的电压与噪声信号N1对应。由于当重置开关MRES断开时电源 VDD的变化的影响以及紧接在重置开关MRES断开之前在重置开关 MRES的沟道区域中残留的电荷的影响,噪声信号N1可以包括随机噪声分量。然后,控制信号GC转变到中间电位LM2 (低<LM2<高)。此时,增益控制开关MGC断开。换句话说,中间电位LM2 被设置为在重置状态下在电容CFD与电容器元件C1g之间生成势垒的电位。控制信号OF恒定地设置在中间电位LM3 (低<LM3<高)。

[0079] 在时间T2,控制信号GC转变到高电平并且增益控制开关MGC 接通,使得电容CFD的电位变得等于电容器元件C1g的电位。在这种情况下,在第二光电二极管PD2中生成的过量电荷被保持在电容 CFD和电容器元件C1g中的每一个中。之后,在时间T3,控制信号 GC转变到低电平并且增益控制开关MGC断开。在这种情况下,在第二光电二极管PD2中生成并保持在电容CFD中的过量电荷由 QCFD表示。保持在电容器元件C1g中的过量电荷由QC1g表示。

[0080] 在从时间T3到时间T4的时段期间,读出重置信号NSIG2并对重置信号NSIG2执行AD转换。在时间T3,控制信号TX2从中间电位LM2转变到低电平。将在下面描述的时间T4处电位的转变量被设置为等于时间T5处电位的转变量,以使电容CFD的电位可以在时间T3至时间T4的时段期间(其中读出重置信号NSIG2)以及时间T4至时间T5的时段期间(其中读出信号SSIG2)期间保持在恒定电平。

[0081] 由源极跟随器晶体管MSF和电流源11形成的源极跟随器电路将重置信号NSIG2输出到垂直输出线12。FD部的电位与当在时间 T1之后将重置开关MRES断开时生成的噪声叠加在电源VDD的电位上的电位(噪声信号N1)结合叠加了电荷QCFD的电位变化的电位对应。因而,重置信号NSIG2是基于噪声信号N1和电荷QCFD 的信号。在这个时段期间,对从垂直输出线12输出的重置信号 NSIG2执行AD转换。

[0082] 在时间T4,控制信号TX2转变到高电平并且传送开关MTX2 接通,从而由第二光电二极管PD2光电转换的电荷Q2被传送到电容CFD。

[0083] 在从时间T5到时间T6的时段期间,信号SSIG2被读出并且执行AD转换。在时间T5,控制信号TX2转变到低电平,并且传送开关MTX2断开。此时,在时间T3之后累积在电容CFD中的电荷 QCFD和在从时间T4至时间T5的时段期间传送的电荷Q2被保持在电容CFD中。电荷QCFD和电荷Q2通过电容CFD被转换成电压信号。因而,此时的FD部的电位与由于电荷QCFD和电荷Q2而引起的电位变化被叠加在噪声信号N1上的电位对应。源极跟随器电路将信号SSIG2输出到垂直输出线。换句话说,信号SSIG2是基于噪声信号N1、电荷QCFD和电荷Q2中的每一个的信号。在这个时段期间,对从垂直输出线12输出的信号SSIG2执行AD转换。

[0084] 在从时间T6到时间T8的时段期间,信号SSIG3被读出并且执行AD转换。在时间T6,控制信号TX2和GC转变到高电平并且传送开关MTX2和增益控制开关MGC被接通。在这种情况下,与仅将电荷传送到电容CFD的情况相比,由于从时间T4到时间T5的时段期间的传送操作中电容CFD的容量不足而累积在第二光电二极管 PD2中并且不能传送到电容CFD的电荷被传送到电容CFD和具有更大容量的电容器元件C1g。

[0085] 在时间T7,控制信号TX2转变到低电平并且传送开关MTX2 断开。此时,保持在电容CFD中的电荷QCFD、电荷Q2和保持在电容器元件C1g中的电荷QC1g被转换成具有电容CFD和电容器元件C1g的组合电容的电压。因而,在这种情况下,FD部的电位与由于电荷QCFD、电荷QC1g和电荷Q2而引起的电位变化被叠加在噪声信号N1上的电位对应。在这个时段期间从源极跟随器电路输出的信号SSIG3作为基于噪声信号N1、电荷QCFD、电荷QC1g和电荷 Q2的信号被输出到垂直输出线。之后,对信号SSIG3执行AD转换。

[0086] 用于将信号电荷转换成电压信号的转换增益与转换电容的倒数成比例。因而,如果电荷的量相同,那么由电容CFD和电容器元件 C1g转换的电压小于由电容CFD转换的电压。

[0087] 在从时间T8到时间T10的时段期间,读出重置信号NSIG3并执行AD转换。在时间T8,控制信号RES转变到高电平并且重置开关MRES接通。由于增益控制开关MGC已经接通,因此电容CFD 和电容器元件C1g中的每一个的电位被重置为电源VDD的电位。

[0088] 在时间T9,控制信号RES转变到低电平并且重置开关MRES 断开。此时,电容CFD和电容器元件C1g中的每一个的电位与当在时间T9处重置开关MRES断开时造成的噪声被叠加在电源VDD的电位上的电位(噪声信号N2)对应。因此,基于噪声信号N2的重置信号NSIG3被输出到垂直输出线12,然后对重置信号NSIG3执行AD转换。

[0089] 在从时间T10到时间T11的时段期间,FD部再次被重置。在时间T10,控制信号RES转变到高电平,重置开关MRES被接通,并且电容CFD和电容器元件C1g被重置。然后,控制信号GC转变到低电平。在时间T11,控制信号RES转变到低电平。因此,重置开关MRES和增益控制开关MGC断开。此时,FD部的电位与当在 T10之后将重置开关MRES和增益控制开关MGC断开时造成的噪声叠加在电源VDD的电位上的电位(噪声信号N3)对应。

[0090] 从垂直输出线12输出电容CFD的噪声信号N3作为重置信号 NSIG1,并且在从时间T11到时间T12的时段期间对重置信号 NSIG1执行AD转换。

[0091] 在完成对重置信号NSIG1的AD转换之后,在时间T12,控制信号TX1转变到高电平并且传送开关MTX1接通,从而在时间T13 之前累积在第一光电二极管PD1中的电荷Q1被传送到电容CFD。

[0092] 在时间T13,控制信号TX1转变到低电平并且传送开关MTX1 断开,因此电荷累积时段结束。在这种情况下,保持在电容CFD中的电荷Q1作为基于信号N3的信号SSIG1从垂直输出线12输出,然后对信号SSIG1执行AD转换。在对信号SSIG1完成AD转换之后,控制信号SEL转变到低电平并且一行的读出操作完成。

[0093] 在一行的读出操作期间从像素电路读取的信号SSIG1、SSIG2和 SSIG3以及重置信号NSIG1、NSIG2、NSIG3中的每一个包括如上所述的以下信息。

[0094] SSIG1:噪声信号N3+电荷Q1

[0095] NSIG1:噪声信号N3

[0096] SSIG2:噪声信号N1+电荷QCFD+电荷Q2

[0097] NSIG2:噪声信号N1+电荷QCFD

[0098] SSIG3:噪声信号N1+电荷QCFD+电荷QC1g+电荷Q2

[0099] NSIG3:噪声信号N2

[0100] 将参考图5中所示的时序图详细描述根据本示例性实施例的光电转换装置的AD转

换操作。图5图示了控制信号TX2、从斜坡源63 输出的参考信号的电位(斜坡源输出)、垂直输出线12的电位(重置信号NSIG2和信号SSIG2的信号值)、来自比较电路64的输出以及来自计数器电路67的计数值。

[0101] 为了简化,如上所述,使用将对信号SSIG2和重置信号NSIG2 执行的AD转换来描述本示例性实施例。首先,将重置信号NSIG2 输出到垂直输出线12。另外,将斜坡源输出设置为初始值。

[0102] 在时间T70,重置信号NSIG2上的AD转换开始并且计数器电路67开始计数操作。另外,斜坡源63输出其电位随时间减小的斜坡信号。换句话说,斜坡源输出的电位从初始值开始改变。

[0103] 在时间T71,从斜坡源63输出的信号的电位与垂直输出线12的电位之间的大小关系反转,并且从比较电路64输出的信号从低电平转变到高电平。假设此时获得的计数值由ND表示,那么列存储器 65存储计数值ND。

[0104] 在时间T72,完成斜坡信号对电位振幅的设定下限的扫掠(sweep)并且完成对重置信号NSIG2的AD转换。从斜坡源63输出的信号返回到在输出斜坡信号之前的电位。在这种情况下,从斜坡源63输出的信号的电位高于垂直输出线12的电位,并且从比较电路 64输出的信号从高电平转变到低电平。计数器电路67还终止计数操作。

[0105] 在时间T73,控制信号TX2转变到高电平并且由第二光电二极管PD2光电转换的电荷被传送到FD电容CFD,然后与该电荷对应的信号SSIG2被输出到垂直输出线12。然后,控制信号TX2转变到低电平。

[0106] 在时间T74,对信号SSIG2的AD转换开始。计数器电路67开始计数操作并且斜坡源63输出斜坡信号。换句话说,斜坡源输出的电位从初始值改变。

[0107] 在时间T75,从斜坡源63输出的信号的电位低于垂直输出线12 的电位,并且从比较电路64输出的信号从低电平转变到高电平。假设此时获得的计数值由SD表示,那么列存储器65存储计数值SD。

[0108] 在时间T76,完成斜坡信号对电位振幅的设定下限的扫掠并且完成对信号SSIG2的AD转换。从斜坡源63输出的信号返回到在输出斜坡信号之前的电位。在这种情况下,从斜坡源63输出的信号的电位高于垂直输出线12的电位,并且从比较电路64输出的信号从高电平转变到低电平。计数器电路67还终止计数操作。

[0109] 通过上述AD转换获得的计数值SD和计数值ND各自被传送到运算处理单元66。

[0110] 类似地,当斜坡信号被输入到比较电路64并且计数器电路67执行计数操作时,还可以对信号SSIG1和SSIG3以及重置信号NSIG1 和NSIG3执行AD转换。

[0111] 如图5中所示,在信号SSIG2的AD转换中,该信号从初始值扫掠到斜坡信号的振幅的最大值。因而,从斜坡源63输出的信号从振幅的一端扫掠到振幅的另一端要花费长时段。因此,如果将相同的斜坡信号施加到三个信号SSIG1、SSIG2和SSIG3,那么AD转换会被执行过长的时段。光电转换装置中的读出时段增大,这导致光电转换装置的AD转换性能劣化。

[0112] 在本示例性实施例中,分别适当地设置三种类型的重置电平信号 NSIG1、NSIG2和NSIG3以及与像素信号SSIG1、SSIG2和SSIG3 对应的AD转换时段,从而实现光电转换装置的AD转换性能的改善。

[0113] 图6A图示了斜坡源63的示例。图6A是斜坡源63的等效电路图。斜坡源63包括电阻

器R和串联连接到电阻器R的电源I、2I、4I和8I。电源I、2I、4I和8I形成并联连接的路径。分别与电源I、2I、4I和8I对应的开关S1、S2、S4和S8连接到电阻器R和对应电源之间的节点。图6B图示了图示开关S1至S8的操作的时序图以及从斜坡源63输出的参考信号的电位(斜坡源输出)。

[0114] 在图6A中所示的电路中,当开关S1至S8中的任意一个接通时,电流从与接通的开关对应的电源流向电阻器R。斜坡源输出被表达为 $VDD - R(I_{ofs} + nI)$,并且斜坡源63的电位根据流动的电流而减小。从每个电源输出的信号相对于“I”采用以二的幂表示的值。因而,当如图6B的时序图所示地接通/断开每个开关时,流向电阻器R的电流逐渐增大与“I”对应的量,并且斜坡源63的电位逐渐减少与“IR”对应的量。

[0115] 电流源 I_{ofs} 是用于使偏置电流流动的电流源。当斜坡信号开始扫掠时的偏置电流的电位被表达为 $VDD - R \times I_{ofs}$ 。电流源 I_{ofs} 对于斜坡源63的构造不是必不可少的,并且可以将电位VDD设置为当开始斜坡信号时的电位。电源I至8I中的任意一个也可以用作电流源 I_{ofs} 。

[0116] 在本示例性实施例中,从斜坡源63输出的斜坡信号是其电位随时间减小的斜坡信号,但是代替地,可以是其电位随时间增大的斜坡信号。在这种情况下,流向电阻器R的电流逐渐减小与“I”对应的量。

[0117] 将描述要对通过AD转换获得的数字数据执行的操作处理。例如,从通过对已经由第一光电二极管PD1光电转换并读出的信号SSIG1 执行AD转换而获得的数字数据中减去通过对处于重置电平的重置信号NSIG1执行AD转换而获得的数字数据。因此,获得仅与电荷Q1对应的数据。在本示例性实施例中,从包含关于噪声信号N3和电荷 Q1的信息的信号SSIG1中减去包含关于噪声信号N3的信息的重置信号NSIG1,从而获得关于电荷Q1的信息。

[0118] 类似地,从与信号SSIG2对应的数字数据中减去与重置信号 NSIG2对应的数字数据,从而获得仅与电荷Q2对应的数据。在本示例性实施例中,从包含关于噪声信号N1、电荷QCFD和电荷Q2的信息的信号SSIG2中减去包含关于噪声信号N1和电荷QCFD的信息的重置信号NSIG2,从而获得关于电荷Q2的信息。

[0119] 因此,可以通过从每个信号中减去重置信号来实现每个信号的 CDS。这是因为,如果按照上述次序执行读出操作,那么可以读出重置信号NSIG1和NSIG2,然后在FD部维持在浮动状态的同时可以读出信号SSIG1和SSIG2。

[0120] 本示例性实施例图示了从信号SSIG3的对应数字数据中减去与重置信号NSIG3对应的数字数据的情况。信号SSIG3包含关于噪声信号N1、电荷QCFD、电荷QC1g和电荷Q2的信息,而重置信号 NSIG3包含关于噪声信号N2的信息。换句话说,包含在重置信号 NSIG3中的噪声信号N2的重置电平不等于信号SSIG3(噪声信号 N1)的重置电平,因此不能为信号SSIG3实现CDS。但是,由于认为噪声信号N1与N2之间的差异小,因此可以将通过从信号SSIG3 减去重置信号NSIG3而获得的数据作为与电荷QCFD、电荷QC1g 和电荷Q2之和对应的数据来处置。另外,可以移除每个像素中的固定模式噪声。

[0121] 信号SSIG1、SSIG2和SSIG3在下文中也统称为S信号,并且重置信号NSIG1、NSIG2和NSIG3在下文中也统称为N信号。

[0122] 图7是图示信号SSIG1、SSIG2和SSIG3相对于亮度的信号值的图。在本示例性实施例中,信号SSIG1、SSIG2和SSIG3的信号值各自由电压的大小表达。亮度指示每单位面积的

入射光的量。为了简化,假设均匀量的光入射在整个受光面上。

[0123] 如果每单位面积的入射光的量是均匀的,那么由具有更大受光面积的第一光电二极管PD1进行光电转换的电荷量大于要由具有较小受光面积的第二光电二极管PD2进行光电转换的电荷量。通过电容CFD将保持在第一光电二极管PD1中的电荷Q1和保持在第二光电二极管PD2中的电荷Q2转换成电荷电压,并作为信号SSIG1和 SSIG2输出。因而,关于具有相同亮度的光,信号SSIG1的信号值大于信号SSIG2的信号值。即使当光量小时,具有更大受光面积的第一光电二极管PD1也可以生成更大量的电荷。对于低亮度的光,可以获得具有优异S/N比的信号。但是,即使当光具有相对低的亮度时,电路可以处置的电压范围也达到上限。另一方面,与在具有较小受光面积的第二光电二极管PD2中生成的电荷对应的信号SSIG2可以具有维持相对于具有比信号SSIG1的亮度更高的亮度的光的线性的信号值。

[0124] 接下来,将在下面描述为什么信号SSIG3可以被用于光电转换亮度比信号SSIG2的亮度高的光的原因。因为信号SSIG3是基于比信号SSIG2的电荷量更大的电荷量的信号,所以可以对具有更高亮度的光进行光电转换。此外,为了即使在生成大量电荷的状态下也维持线性,当读出信号SSIG3时用于将电荷转换成电压的转换增益低于信号SSIG2的转换增益。

[0125] 如上所述,通过由电容CFD将保持在第二光电二极管PD2中的电荷Q2转换成电压来获得信号SSIG2。另一方面,通过由电容CFD 和电容器元件C1g的组合电容将第二光电二极管PD2中保持的电荷Q2和从第二光电二极管PD2溢出的过量电荷QCFD和QC1g转换成电压,获得信号SSIG3。因而,通过将从第二光电二极管PD2溢出的电荷也转换成电压而获得的信号SSIG3可以具有与有着比信号 SSIG2的亮度更高的亮度的光对应的信号值。

[0126] 另外,由于用于将电荷信号转换成电压信号的转换增益作为转换电容的倒数被获得,因此由电容CFD和电容器元件C1g的组合电容转换的电压小于仅由电容CFD转换的电压。当信号SSIG3被读出时,电容器元件C1g连接到FD部。换句话说,FD部的转换电容相对大。另一方面,当信号SSIG2被读出时,电容器元件C1g未连接到FD 部。换句话说,FD部的转换电容相对小。现在将以示例的方式描述从第二光电二极管PD2没有溢出的电荷的量转换成电荷电压的情况。由于没有电荷从第二光电二极管PD2溢出,因此电荷QCFD和电荷 QC1g为零,因此在以下描述中省略了电荷QCFD和QC1g的描述。在读出信号SSIG3的操作中,电荷Q2通过电容CFD和电容器元件 C1g的组合电容被转换成电荷电压。另一方面,在读出信号SSIG2的情况下,电荷Q2通过电容CFD被转换成电荷电压。因而,电压相对于信号SSIG3的电荷量的变化小于电压相对于信号SSIG2的电荷量的变化。换句话说,电压相对于信号SSIG3的亮度变化的变化减小,这使得能够进行亮度比信号SSIG2的亮度的高的光的光电转换。

[0127] 图8A和图8B各自图示了通过选择性地使用与每个信号对应的数字数据来增大动态范围的图像。在图8A和图8B中,横轴表示入射光的亮度,纵轴表示由每个数字数据指示的信号值。

[0128] 对信号SSIG1执行减法处理之后获得的数字数据由CDSS1表示。对信号SSIG2执行减法处理之后获得的数字数据由CDSS2表示。对信号SSIG3执行减法处理之后获得的数字数据由CDSS3表示。在本示例性实施例中,即使入射具有任意亮度范围的光,也可以从每个像素电路10获得三种类型的信号CDSS1、CDSS2和CDSS3。在形成图像的情况下,执行如图8A和图8B中所示的用于从针对每种亮度读出的信号中选择一个信号的处理。

[0129] 因而,例如,与信号SSIG1对应并在减法处理之后获得的数字数据被用于低亮度入射光,与信号SSIG2对应并在减法处理之后获得的数字数据被用于中亮度入射光,而与信号SSIG3对应并在减法处理之后获得的数字数据被用于高亮度入射光。另外,对每条数字数据执行用于偏移量校正的操作处理,从而实现动态范围的增大。

[0130] 图8A图示了由与偏移量校正处理之前的每个亮度对应的数字数据指示的信号值,并且图8B图示了由对数据CDSS2和CDSS3执行偏移量校正处理之后的数字数据指示的值。

[0131] 一般而言,关于亮度变化的低亮度侧的可见度高于高亮度侧的可见度。因而,可能期望对亮度具有更高灵敏度和更低S/N比的信号 SSIG1覆盖低亮度侧。

[0132] 如上所述,由于通过共用电路读出三个信号,因此唯一地确定三个信号中的每一个的上限。另一方面,三个信号相对于亮度变化的信号值具有不同的变化率,因此在信号达到电压的上限之前可以由每个信号覆盖的亮度范围彼此不同(图7)。可以从图像形成中可以被每个信号覆盖的亮度范围当中选择要被每个信号覆盖的亮度范围。下面将描述图8A中所示的数字数据和亮度范围的示例。在图8A中,从在数据CDSS2达到上限之前可以被覆盖的亮度范围当中选择从数据 CDSS1达到上限的亮度到数据CDSS2达到上限的亮度的范围作为要由数据CDSS2覆盖的亮度范围。另外,从在数据CDSS3达到上限之前可以被覆盖的亮度范围当中选择从数据CDSS2达到上限的亮度到数据CDSS3达到上限的亮度的范围作为要由数据CDSS3覆盖的亮度范围。在这种情况下,可以获得要由具有最高灵敏度的信号SSIG1 覆盖的宽亮度范围,从而可以优先使用具有优异S/N比的信号。本示例性实施例不限于图8A中所示的示例,而是代替地即使当信号与另一个信号重叠并且因此关于该信号的信息不用于图像形成时,也可以考虑例如所需的图像质量和对信号执行AD转换的时段的长度来确定每个信号要覆盖的亮度范围。

[0133] 如上所述,本示例性实施例具有包括第一光电二极管PD1、第二光电二极管PD2和累积部的构造。在这种情况下,还能够获得例如可以覆盖比仅使用第一光电二极管PD1时获得的数据CDSS1可以覆盖的亮度范围高的亮度的数据CDSS2和CDSS3。换句话说,可以作为数字数据被处置的亮度范围增大,并且光电转换装置的动态范围增大。

[0134] 图9是图示与图8A中所示的示例不同的由S信号覆盖的亮度范围与信号电压范围之间的关系的示例的图。在这个示例中,与要由信号SSIG1覆盖的亮度范围对应的电压范围的上限 V_{sig1} 小于与要由信号SSIG2和SSIG3覆盖的亮度范围对应的电压范围的上限 V_{sig23} 。如上所述,考虑到相对于亮度变化的可见性,可能期望信号SSIG1 在低亮度侧覆盖尽可能高的亮度。但是,在信号SSIG1覆盖与上限 V_{sig23} 对应的电压范围的情况下,在信号SSIG2可以覆盖的亮度范围内,与由信号SSIG1覆盖的亮度范围重叠的亮度范围被信号SSIG1覆盖,因此不使用关于信号SSIG2的信息。换句话说,对与信号SSIG2和信号SSIG1可以覆盖的亮度范围重叠的亮度范围内的信号SSIG2执行的AD转换是冗余的。在信号SSIG1具有大信号值的亮度区域中,信号SSIG2的信号值增大到可以得到足够高的S/N 比的程度。因而,与要由信号SSIG1覆盖的亮度范围对应的电压的上限 V_{sig1} 仅被设置为小于信号SSIG1的信号值所能达到的电压范围的上限的电压范围,具体而言,仅被设置为低亮度侧的范围。随着与要由信号SSIG1覆盖的亮度范围对应的电压范围的上限 V_{sig1} 减小,与要由信号SSIG1覆盖的电压范围对应的亮度范围和与信号 SSIG2重叠的亮度范围也减小,并且优化了要对信号SSIG2执行的 AD转换。

[0135] 图10的(A)和图10的(B)各自图示了在图9所示的S信号的电压范围内执行AD转换的情况下的时序图的示例。如图10的(A)和图10的(B)的时序图所示执行AD转换的次序是基于图4的时序图。

[0136] 图10的(A)是图示为所有S信号设置相同的AD转换时段的情况的时序图。在这种情况下用于每个S信号的AD转换时段由 T_{prd} 表示。如上所述,与要由信号SSIG1覆盖的亮度范围对应的电压范围的上限由 V_{sig1} 表示,并且上限 V_{sig1} 小于与要由信号SSIG2和SSIG3覆盖的亮度范围对应的电压范围的上限 V_{sig23} 。但是,在图10的(A)所示的示例中,在对每个S信号的AD转换中,以相同的电压振幅扫描斜坡源输出。因而,为所有S信号设置AD转换时段 T_{prd} 。如图9中所示,与要由信号SSIG1覆盖的亮度范围对应的电压振幅小于其它信号的振幅。因此,要使用以与其它信号相同的振幅扫描的斜坡源输出来执行AD转换是冗余的。换句话说,在信号SSIG1的情况下,相对于要处置的电压振幅,AD转换时段过长,长出了与在冗余范围内扫描斜坡源输出所需的时段对应的量。如图所示,在时段 T_{su} 期间执行的操作是冗余的,因此可以省略。图10的(B)图示了在时段 T_{su} 被消除的情况下的时序图。通过将用于信号SSIG1的AD转换时段减少与时段 T_{su} 对应的量,可以缩短每行的读出时段。

[0137] 图11图示了要由每个S信号覆盖的亮度范围和信号电压范围的另一个示例。

[0138] 在这个示例中,与要被信号SSIG2覆盖的亮度范围对应的电压范围的上限 V_{sig2} 小于与要被信号SSIG1和SSIG3覆盖的亮度范围对应的电压范围的上限 V_{sig13} 。

[0139] 图12A是图示在相同的AD转换时段中对具有图11中所示的电压范围的每个S信号执行AD转换的情况的时序图。在对信号SSIG2的AD转换中,鉴于被覆盖的信号范围 V_{sig2} 而将在AD转换时段 T_{su2} 期间执行的操作是冗余的,因此可以被省略。图12B图示了在时段 T_{su2} 被消除的情况下的时序图。

[0140] 通过从针对信号SSIG2的AD转换时段中减去时段 T_{su2} ,可以将一行的读出时段减少时段 T_{su2} 。

[0141] 如图13中所示,与要被信号SSIG3覆盖的亮度范围对应的电压范围的上限 V_{sig3} 可以小于与要被信号SSIG1和SSIG2覆盖的亮度范围对应的电压范围的上限 V_{sig12} 。

[0142] 而且,在这种情况下,如上所述,针对信号SSIG3的AD转换时段也可以设置为短于针对信号SSIG1和SSIG2的AD转换时段。图14A图示了在相同的AD转换时段中对在图13中所示的电压范围内的每个S信号执行AD转换的情况下的时序图的示例。图14B图示了在消除了冗余时段 T_{su3} 的情况下的时序图。因此,在图13中所示的情况下,也可以缩短一行的读出时段。

[0143] 在上述本示例性实施例中,着眼于减少一行的读出时段。如上所述,每个信号可以采用的电压的上限是相同的。另一方面,从每个信号要覆盖的电压的下限到上限的范围根据信号而变化。在对每个信号进行AD转换期间,可以至少在从每个信号要覆盖的电压的下限到上限的范围内扫描斜坡信号。如上所述,要由至少一个信号覆盖的电压的下限到上限的范围比一个信号可以采用的电压的下限到上限的范围窄。因而,通过将用于扫描斜坡信号的范围设置得比每个信号可以采用的电压范围窄,可以实现通过本示例性实施例获得的有益效果的一方面。在这种情况下,要对多个信号执行的AD转换的转换时段可以具有相同的长度。例如,通过使用斜率比其它AD转换情况下更缓和的斜坡信号来缩窄扫描斜坡信号的范围。虽然不能总是获得减少读出时段的有益效果,但是可以以高精度实现转换并且可

以改善AD转换性能。

[0144] 在上述本示例性实施例中,通过使用三种类型的S信号中的仅一个来缩短AD转换时段。可替代地,例如,可以通过使用三种类型的S信号中的两个来减小AD转换时段,或者可以为各个S信号设置不同的AD转换时段。虽然上面已经描述了每个S信号的转换时段的缩短,但是如果可用,那么也可以分别为N信号设置不同的AD转换时段。

[0145] 如上所述,在本示例性实施例中,为每个信号设置与振幅对应的 AD转换时段。因此,在其中部署了具有不同受光面积的多个光电二极管和各自具有电容的像素的光电转换装置中,与为所有S信号设置相同的AD转换时段的情况相比,可以缩短一行的读出时段。因此,可以改善光电转换装置的AD转换性能。

[0146] 虽然上面已经参考图3描述了多个光电二极管的布置的示例,但是本示例性实施例不限于这个示例。本示例性实施例可以应用于任意布置,只要提供对光具有不同灵敏度的多个光电转换部即可。设置不同灵敏度的方法不限于通过例如改变遮光膜的开口面积或安装具有不同光吸收率的滤光器来为相应光电转换部设置不同面积的方法。

[0147] 虽然上面已经参考图4的时序图描述了每个像素电路的操作的示例,但是本示例性实施例不限于这个示例。本示例性实施例可以与图4的时序图所示的定时不同的任意定时应用。

[0148] 将参考附图描述第二示例性实施例。

[0149] 在本示例性实施例中,可以通过改变每个信号的AD转换分辨率来缩短每行的读出时段。根据第二示例性实施例的光电转换装置和像素电路的构造以及光电转换装置和像素电路的操作与第一示例性实施例的那些相同。因而,省略重复的描述,并且将仅主要描述与第一示例性实施例的部分不同的部分。

[0150] 考虑如下情况,其中将由所有S信号覆盖的亮度范围对应的电压范围的上限与图15中所示的相同。图16A图示了在图15所示的电压范围内、所有斜坡信号具有相同斜率(即,具有相同的每LSB 的电压并且具有相同的AD转换分辨率)的情况下的时序图的示例,并且还图示了每个信号的AD转换时段以及执行AD转换的次序。对每个信号执行AD转换的次序基于图4中所示的时序图。

[0151] 在图16A所示的时序图中,相同的电压振幅被所有S信号覆盖,并且斜坡信号具有相同的斜率,因此为所有S信号设置相同的AD转换时段。

[0152] 如上所述,已知与高亮度侧的亮度变化相比,可以更容易地识别低亮度侧的亮度变化。因而,在本示例性实施例中,将具有高可见度的低亮度侧的AD转换分辨率设置为较高的水平,将具有低可见度的高亮度侧的AD转换分辨率设置为较低的水平,并且根据每个分辨率设置AD转换时段,从而改善AD转换性能。

[0153] 图16B是在将高亮度侧的信号SSIG3和重置信号NSIG3的AD 转换分辨率设置为低于其它信号的AD转换分辨率的情况下的时序图。为了降低分辨率,设置具有更陡斜率的斜坡信号并增大每LSB的电压。如图16B中所示,信号SSIG3和重置信号NSIG3的分辨率降低,因此斜坡信号具有更陡的斜率。因而,与分辨率高的情况相比,从斜坡源63输出的信号开始被扫描的时间到信号达到最大振幅的电位的时间的时段更短。因此,与对具有相同分辨率的所有S信号执行 AD转换的情况相比,可以缩短AD转换时段。

[0154] 假设由 T_{ps} 表示在AD转换分辨率高的情况下的信号SSIG3的 AD转换时段,由 T_{pn} 表

示在AD转换分辨率高的情况下的重置信号 NSIG3的AD转换时段,由Tps2表示在AD转换分辨率低的情况下的信号SSIG3的AD转换时段,并且由Tpn2表示在AD转换分辨率低的情况下的重置信号NSIG3的AD转换时段。在这种情况下,可以通过降低信号SSIG3和重置信号NSIG3的分辨率来缩短($Tps - Tps2 + Tpn - Tpn2$)的时段,因而可以缩短每行的读出时段。

[0155] 在这种情况下,将具有高可见度的低亮度侧的AD转换分辨率设置为较高的水平,并将具有低可见度的高亮度侧的AD转换分辨率设置为较低的水平,因此对图像质量的影响较小。此外,可以考虑图像质量来设置每个信号的AD转换分辨率。

[0156] 上面描述的本示例性实施例图示了使用一种类型的S信号和在该S信号的重置电平处的一种类型的N信号来降低AD转换分辨率的示例。可替代地,例如,可以使用两种类型的S信号和在该S信号的重置电平处的两种类型的N信号来改变AD转换分辨率。还可替代地,可以将覆盖中亮度的信号SSIG2和重置信号NSIG2的AD转换分辨率设置为比低亮度侧的信号SSIG1和重置信号NSIG1的AD转换分辨率低并且比高亮度侧的信号SSIG3和重置信号NSIG3的AD转换分辨率高。以这种方式,使用两个或更多个S信号和N信号来降低AD转换分辨率,并且为每个信号设置AD转换分辨率,从而使得能够进一步缩短一行的读出时段。此外,预期可以获得高的帧速率。

[0157] 在本示例性实施例中,可以通过为每个信号设置AD转换分辨率来缩短AD转换时段。此外,也可以使用在第一示例性实施例中如上所述的用于根据信号振幅来设置AD转换时段的技术。例如,虽然可以为信号SSIG1和SSIG2设置相同的AD转换分辨率,但是信号SSIG1和SSIG2的AD转换时段可以具有不同的长度,并且可以将信号SSIG3的AD转换分辨率设置为小于信号SSIG1和SSIG2的AD转换分辨率。

[0158] 如果信号具有不同的AD转换分辨率,那么可以如下设置每个信号的AD转换的等级。即,例如,低亮度侧的等级可以被设置为12位,高亮度侧的等级可以被设置为10位,并且中亮度侧的等级可以被设置为11位。

[0159] 将参考附图描述第三示例性实施例。在本示例性实施例中,通过在开始扫描斜坡信号时对电位施加偏移量来缩短每行的读出时段。根据第三示例性实施例的光电转换装置和像素电路的构造以及光电转换装置和像素电路的操作与第一示例性实施例的那些相同。因而,省略重复的描述,并且将仅主要描述与第一示例性实施例的部分不同的部分。

[0160] 考虑要由所有S信号覆盖的电压范围的上限与图15中所示的相同的情况。图17A图示了其中当在图15所示的电压范围内开始斜坡信号的扫描时斜坡信号具有相同斜率并且具有相同电位的时序图的示例,并且还图示了每个信号的AD转换时段以及执行AD转换的次序。对信号执行AD转换的次序基于图4所示的时序图。

[0161] 在图17A所示的时序图中,相同的电压振幅被所有S信号覆盖,并且在开始扫描时,斜坡信号具有相同的斜率和相同的电位。因而,为所有S信号设置相同的AD转换时段。

[0162] 图15图示了所有信号SSIG1、SSIG2和SSIG3覆盖电压范围 V_{sig123} 的情况。如上所述,在可以被信号SSIG2覆盖的亮度范围内与信号SSIG1重叠的亮度范围被信号SSIG1覆盖,并且不使用关于信号SSIG2的信息。类似地,在可以被信号SSIG3覆盖的亮度范围内与信号SSIG2重叠的亮度范围被信号SSIG2覆盖,并且不使用关于信号SSIG3的信息。换句话说,在可以被信号SSIG2覆盖的亮度范围内与信号SSIG1重叠的亮度范围内的AD转换和在可以被信号SSIG3覆盖的亮度范围内与信号SSIG2重叠的亮度范围内的AD转换是冗余的。因此,在

本示例性实施例中,将偏移量设置为当开始斜坡信号的扫掠时的电位,并且仅对使用了关于每个信号的信息的亮度执行AD转换。例如,作为用于对信号SSIG2执行AD转换的斜坡信号,使用通过对用于对信号SSIG1执行AD转换的斜坡信号施加偏移量而获得的信号,并且不对与信号SSIG1重叠的亮度范围内的信号SSIG2执行AD转换。利用这种配置,可以将用于每行的AD转换的时段缩短与在重叠的亮度范围上的AD转换的时段对应的量,从而改善AD转换性能。

[0163] 图17B是在信号SSIG2和信号SSIG3上的AD转换中调节了开始斜坡信号时的电位的情况下的时序图。如图17B中所示,不对没有使用AD转换结果的重叠的亮度范围执行AD转换。因而,与使用从相同电位开始扫掠的斜坡信号对所有S信号执行AD转换的情况相比,可以缩短AD转换时段。

[0164] 换句话说,在本示例性实施例中,当开始斜坡信号的扫掠时,信号具有不同的电位。虽然为图15中所示的三个S信号的电压范围设置了相同的上限,但与要被信号覆盖的亮度范围对应的电压范围的下限却不同。在对每个信号进行AD转换期间,将斜坡信号从每个信号的电压范围的下限扫掠到上限就足够了。因而,可以通过将电位设置为与对应于要被对应信号覆盖的亮度范围的电压范围的下限对应,针对每个信号不同地设置在开始扫掠斜坡信号时的电位。

[0165] 假设在开始用于AD转换的斜坡信号时设置相同电位的情况下针对信号SSIG1至SSIG3中的每一个的AD转换时段由 T_{ps} 表示,并且在开始斜坡信号时调节电位的情况下针对信号SSIG2和SSIG3中的每一个的AD转换时段由 T_{ps2} 表示。在这种情况下,可以通过降低信号SSIG3和重置信号NSIG3的分辨率来缩短 $(T_{ps}-T_{ps2}+T_{pn}-T_{pn2})$ 的时段,并且可以缩短一行的读出时段。

[0166] 虽然上面已经参考图17B描述了根据本示例性实施例的操作的示例,但是本示例性实施例不限于这个示例。例如,对于使用其它信号的AD转换结果的范围,可以将斜坡信号的每单位时间的变化率设置为相对大的值,并且在对其中使用AD转换结果的范围执行AD转换的情况下,可以将斜坡信号的每单位时间的变化率设置为相对小的值。

[0167] 将参考附图描述第四示例性实施例。在本示例性实施例中,放大每个信号,并且针对每个信号改变用于AD转换的时段,从而缩短一行的读出时段。根据第四示例性实施例的光电转换装置和像素电路的构造以及光电转换装置和像素电路的操作与第一示例性实施例的那些相同。因而,省略重复的描述,并且将仅主要描述与第一示例性实施例的部分不同的部分。

[0168] 图18是图示根据本示例性实施例的光电转换装置的示例的示意图。图18中所示的光电转换装置与图1中所示的光电转换装置的不同之处在于,每个列放大器150被部署在对应的比较电路64和垂直输出线12之间。列放大器150是放大器电路的示例,其放大来自垂直输出线12的信号并将放大的信号输入到比较电路64。每个列放大器150是反相放大器,并且列放大器150的增益是可变的。省略了与图4中所示的电路类似的电路的描述。

[0169] 图19是图示当在图18中所示的光电转换装置中一定量的光入射在光电二极管PD1和PD2上时AD转换操作的时序图。由于列放大器150是反相放大器,因此在图19所示的时序图中,垂直输出线12的电位被反相并输出。因而,如图19中所示,斜坡源63输出其电位与当列放大器150在上述配置中未提供时的斜坡源63的信号反相的信号。换句话说,在AD转换期

间,斜坡源63输出其电位随时间增大的斜坡信号。

[0170] 在这个示例中,在信号SSIG3和重置信号NSIG3上的AD转换中,通过使用用于将AD转换分辨率设置为低于其它信号的分辨率的技术,缩短了一行的读出时段,如以上在第二示例性实施例中所述。列放大器150的放大增益由“A”表示,并且垂直输出线12的信号被放大。当信号SSIG2的振幅由V2表示时,列放大器输出的信号振幅被表达为 $A \times V2$ 。当信号SSIG3的振幅由V3表示时,列放大器输出的信号振幅被表达为 $A \times V3$ 。当信号SSIG1的振幅由V1表示时,列放大器输出的信号振幅被表达为 $A \times V1$ 。同样对于每个N信号,以与对应的S信号相同的增益放大列放大器输出的信号振幅。

[0171] 而且,在如本示例性实施例中那样在提供列放大器150的情况下,取决于每个信号的信号振幅,可以仅改变每个信号的AD转换时段而不改变AD转换分辨率。另外,可以使用在不改变AD转换分辨率的情况下缩短AD转换时段的信号和通过改变AD转换分辨率缩短AD转换时段的信号。例如,信号SSIG1和SSIG2可以具有相同的AD转换分辨率和不同的AD转换时段,并且可以将信号SSIG3的AD转换分辨率设置为低于信号SSIG1和SSIG2的AD转换分辨率。

[0172] 另外,对于每个信号,列放大器150的增益可以不同。例如,可以将信号SSIG1和重置信号NSIG1中的每一个的增益设置为大于其它信号的增益,其中信号SSIG1和重置信号NSIG1是在低亮度侧上的容易识别噪声的信号。当增大增益从而增大像素信号时,由列放大器150或比较电路64引起的噪声相对小于像素信号和像素噪声,因此预期可以改善S/N比。

[0173] 另外,如图7中所示,基于每个S信号的亮度与信号振幅之间的关系,可以为由对应的列放大器150放大的信号设置相同的振幅。例如,相对于亮度具有最大信号振幅的信号SSIG1和与信号SSIG1对应的重置信号NSIG1的增益被设置为最低水平,并且相对于亮度具有最小信号振幅的信号SSIG3和与信号SSIG3对应的重置信号NSIG3的增益被设置为最高水平。信号SSIG2和重置信号NSIG2中的每一个的增益被设置为中间水平。通过针对每个信号设置列放大器的增益,能够使列放大器输出的振幅基本相同而与信号无关。因此,可以防止由于特定信号的振幅变得极小而在AD转换中出现冗余操作。换句话说,可以改善AD转换性能。

[0174] 将参考附图描述第五示例性实施例。在本示例性实施例中,在维持每行的读出时段的同时设置AD转换分辨率,从而优化AD转换时段。根据第五示例性实施例的光电转换装置和像素电路的构造以及光电转换装置和像素电路的操作与第一示例性实施例的那些相同。因而,省略重复的描述,并且将仅主要描述与第一示例性实施例的部分不同的部分。

[0175] 如上所述,在图10的(A)的时序图中,为所有S信号设置相同的AD转换时段,并且在信号SSIG1的情况下,要在时段 T_{su} 期间执行的操作是多余的。在本示例性实施例中,通过利用时段 T_{su} 来设置信号SSIG1的分辨率,从而优化AD转换时段。图20图示了通过利用冗余时段 T_{su} 将信号SSIG1的分辨率设置为高于其它信号的分辨率的时序图。在提高分辨率的情况下,设置具有较缓斜率的斜坡信号,从而降低每LSB的电压。在图20中,信号SSIG1和重置信号NSIG1中的每一个的分辨率提高,因此斜坡信号具有如图20中所示的平缓斜率。因而,从自斜坡源63输出的信号开始被扫描的时间到信号达到最大振幅的电位的的时间的时段比分辨率低时的时段长。因此,可以使用时段 T_{su} ,并且可以在不改变每行的读出时段的同时增强低亮度侧的图像质量。

[0176] 另外,在本示例性实施例中,在信号SSIG1上扫描用于AD转换的斜坡信号的上限Vsig1至少比上限Vsig23窄,并且比每个信号可以采用的电压范围窄。因此,可以通过将扫描斜坡信号的振幅范围设置得比信号可以采用的电压范围窄来实现第五示例性实施例。

[0177] 虽然上面已经参考图1和图18中所示的光电转换装置的示意图描述了第一至第五示例性实施例,但是图1和图18中所示的所有电路都可以部署在单个半导体基板上。另外,可以一起使用如图21中所示的电路部署在两个或更多个基板上并将基板接合在一起的堆叠结构。具有图21中所示的堆叠结构的光电转换装置包括第一基板170 和第二基板171。

[0178] 具有图21中所示的堆叠结构的光电转换装置是其中将图1的示意图划分为两个基板的构造的示例。在这个示例中,像素部60和电流源组61部署在第一基板170上。包括与所有列对应的比较电路64 的比较电路组640、包括与所有列对应的列存储器65的存储器组,以及操作处理单元66部署在第二基板171上。虽然在图21中未示出,但是斜坡源63和计数器电路67也部署在第二基板171上。与在图 18中所示的光电转换装置中一样,与所有列对应的列放大器150可以部署在第一基板170和第二基板171之一上。具有图21中所示的堆叠结构的光电转换装置仅仅是示例,并且本示例性实施例不限于这个示例。例如,比较电路组640可以部署在第一基板170上。在图 21中所示的示例中,第一基板170和第二基板171通过每个列电连接,但是代替地,可以例如通过每个像素连接。图21图示了其中堆叠两个基板的堆叠结构的示例。可替代地,例如,可以通过对电路进行分类或者添加电路或功能来形成其中堆叠三个基板的堆叠结构。

[0179] 在图1和图18中所示的构造示例中,斜坡源63的输出端子连接到每个比较电路64的输入端子。可替代地,可以在斜坡源63的输出端子与每个比较电路64之间的每一行或多列中部署共享的缓冲器电路,并且从斜坡源63输出的信号可以被缓冲并且缓冲的信号可以被输入到比较电路64。

[0180] 虽然上述第一至第五示例性实施例说明了斜坡型AD作为AD转换方法,但是本公开不限于这个示例。例如,可以将逐次逼近方法用作AD转换方法并且可以对逐次逼近的数量进行计数。如果可用,那么也可以使用任意其它AD转换方法。

[0181] 虽然上述第一至第五示例性实施例说明了基于图4的时序图的操作的示例,但是本公开不限于这个示例。例如,可以提供用于对每个信号执行采样并保持操作的机制,以在对经受采样并保持操作的信号执行AD转换的同时向垂直输出线12输出与经受采样并保持操作的信号不同的信号。

[0182] (第六示例性实施例)

[0183] 将描述根据第六示例性实施例的图像捕获系统。图像捕获系统的示例包括数字静态相机、数字便携式摄录机、相机头、复印机、传真机、蜂窝电话、车载相机和天文台。图22是图示作为图像捕获系统的示例的数字静态相机的框图。

[0184] 如图22中所示,挡板1001是用于保护透镜的挡板。透镜1002 在图像捕获装置1004上形成被摄体的光学图像。光圈1003用于改变已经通过透镜1002的光量。作为图像捕获装置1004,使用上述示例性实施例中描述的任意一种图像捕获装置。

[0185] 信号处理单元1007对从图像捕获装置1004输出的像素信号执行诸如校正和数据压缩之类的处理,并且获得图像信号。如图22中所示,定时生成单元1008将各种定时信号输出到图像捕获装置1004和信号处理单元1007,并且总体控制/计算单元1009控制数字静态

相机的总体操作。帧存储器单元1010用于临时存储图像数据。接口单元 1011被用于将数据记录在记录介质上或从记录介质读出数据。记录介质1012是用于记录或读出捕获的图像数据的可分离的记录介质,诸如半导体存储器。接口单元1013被用于与外部计算机等通信。

[0186] 图像捕获系统可以至少包括图像捕获装置1004和处理从图像捕获装置1004输出的像素信号的信号处理单元1007。在这种情况下,其它组件部署在图像捕获系统的外部。

[0187] 如上所述,在根据本示例性实施例的图像捕获系统中,根据第一至第五示例性实施例中的任意一个的图像捕获装置被用作图像捕获装置1004。这种构造使得能够增大从图像捕获装置获得的图像的动态范围。

[0188] 将描述根据第七示例性实施例的移动体。根据第七示例性实施例的移动体是包括车载相机的汽车。图23A示意性地图示了汽车2100 的外观,并且图23B图示了汽车2100的主要内部结构。汽车2100 包括图像捕获装置2102、图像捕获系统集成电路(例如,专用集成电路(ASIC))2103、警报设备2112和主控制单元2113。

[0189] 作为图像捕获装置2102,使用以上在示例性实施例中描述的图像捕获装置。在从图像捕获系统、车辆传感器、控制单元等接收到表示异常的信号后,警报设备2112向驾驶员发出警报。主控制单元 2113以一体化的方式控制图像捕获系统、车辆传感器、控制单元等的操作。汽车2100可以不包括主控制单元2113。在这种情况下,图像捕获系统、车辆传感器和控制单元各自包括通信接口,并且经由通信网络(例如,控制器区域网络(CAN)标准)发送和接收控制信号。

[0190] 图23B是图示汽车2100的系统配置的框图。汽车2100包括第一图像捕获装置2102和第二图像捕获装置2102。换句话说,根据本示例性实施例的车载相机实施例是立体相机。光学单元2114在图像捕获装置2102上形成被摄体图像。从图像捕获装置2102输出的像素信号由图像预处理单元2115处理,然后被发送到图像捕获系统集成电路2103。图像预处理单元2115执行诸如S/N计算和同步信号相加的处理。

[0191] 图像捕获系统集成电路2103包括图像处理单元2104、存储器 2105、光学测距单元2106、视差计算单元2107、物体识别单元2108、异常检测单元2109和外部接口(I/F)单元2116。图像处理单元 2104处理像素信号并生成图像信号。另外,图像处理单元2104对图像信号执行校正处理并且对异常像素执行插值处理。存储器2105临时保持图像信号。存储器2105还可以将异常像素的已知位置存储在图像捕获装置2102中。光学测距单元2106使用图像信号对被摄体执行聚焦或测距。视差计算单元2107使用视差图像来执行被摄体匹配(立体匹配)。物体识别单元2108分析图像信号并识别诸如汽车、人、标志或道路之类的物体。异常检测单元2109检测图像捕获装置 2102中的故障或错误操作。在检测到故障或错误操作后,异常检测单元2109将指示检测到异常的信号发送到主控制单元2113。外部 I/F单元2116在图像捕获系统集成电路2103的每个部分与主控制单元2113、各种控制单元等之间进行信息的发送和接收。

[0192] 汽车2100包括车辆传感器2110和驾驶支持控制单元2111。车辆传感器2110包括速度/加速度传感器、角速度传感器、转向角传感器、测距雷达和压力传感器。

[0193] 驾驶支持控制单元2111包括碰撞确定单元。碰撞确定单元基于来自光学测距单元2106、视差计算单元2107和物体识别单元2108 的信息来确定是否存在与物体碰撞的可能性。光学测距单元2106和视差计算单元2107是距离信息获取单元的示例,其获取关于到物

体的距离的信息。具体而言,距离信息是关于视差、散焦量、到物体的距离等的信息。碰撞确定单元可以基于任意一条距离信息来确定与物体碰撞的可能性。距离信息获取单元可以由专用的硬件模块来实现,或者可以由软件模块来实现。

[0194] 虽然上述本示例性实施例图示了驾驶支持控制单元2111控制汽车2100以防止汽车2100与另一个物体碰撞的示例,但是本示例性实施例也可以应用于例如用于通过跟随另一个车辆进行自动驾驶的控制操作,以及用于防止车辆偏离车道的自动驾驶的控制操作。

[0195] 汽车2100还包括用于行驶的驱动单元,诸如安全气囊、加速器、制动器、转向器和变速器。汽车2100还包括用于控制驱动单元的控制单元。每个控制单元基于来自主控制单元2113的控制信号来控制对应的驱动单元。

[0196] 根据本示例性实施例的图像捕获系统不限于汽车,而是代替地可以应用于例如移动体(移动设备),诸如船、飞行器或工业机器人。此外,本示例性实施例不限于移动体,而是代替地可以应用于广泛使用物体识别的设备,诸如智能运输系统(ITS)。

[0197] 如上所述,在根据本示例性实施例的汽车中,根据第一至第五示例性实施例的图像捕获装置中的任意一个被用作图像捕获装置2102。根据这种构造,能够增大从图像捕获装置获得的图像的动态范围。

[0198] 根据上述示例性实施例,能够改善AD转换性能。

[0199] 虽然已经参考示例性实施例描述了本公开,但是应该理解的是,本公开不限于所公开的示例性实施例。以下权利要求的范围应被赋予最宽泛的解释,以涵盖所有这样的修改以及等同的结构和功能。

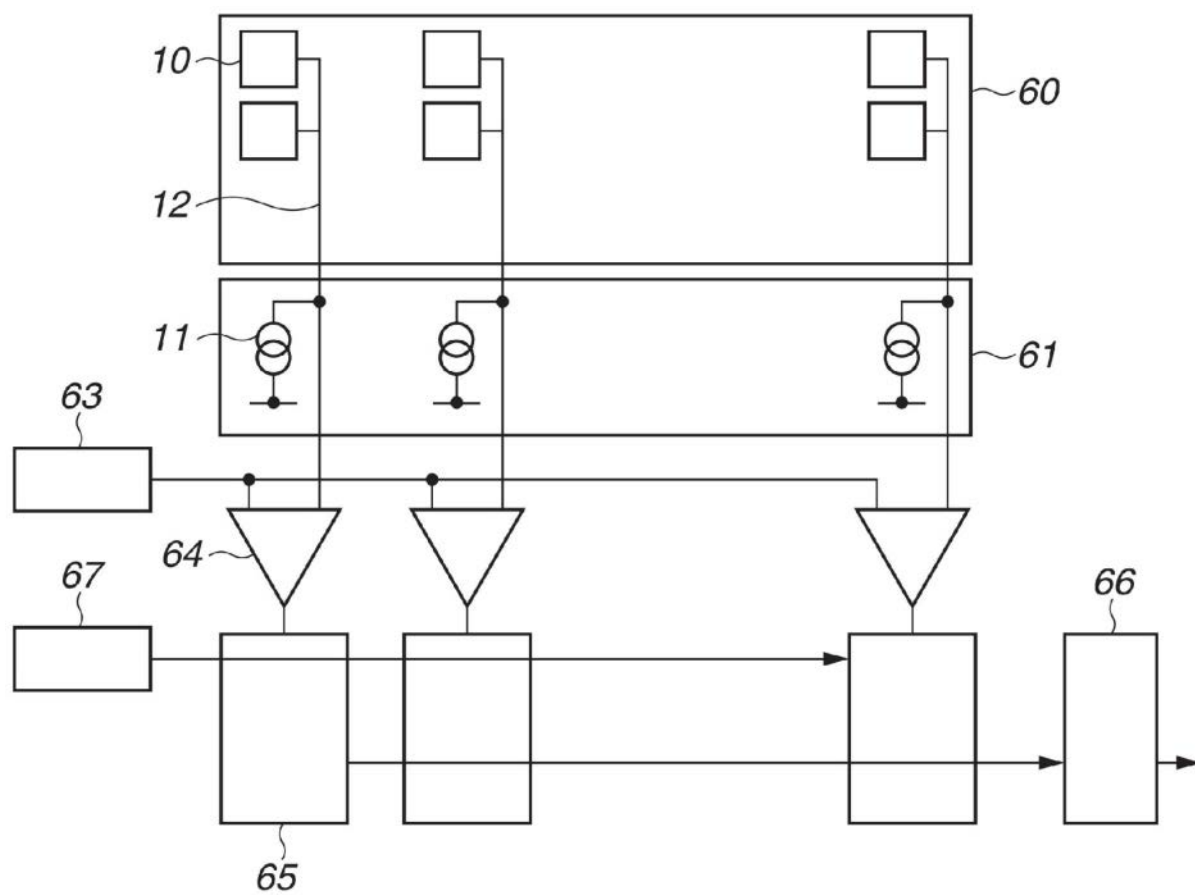


图1

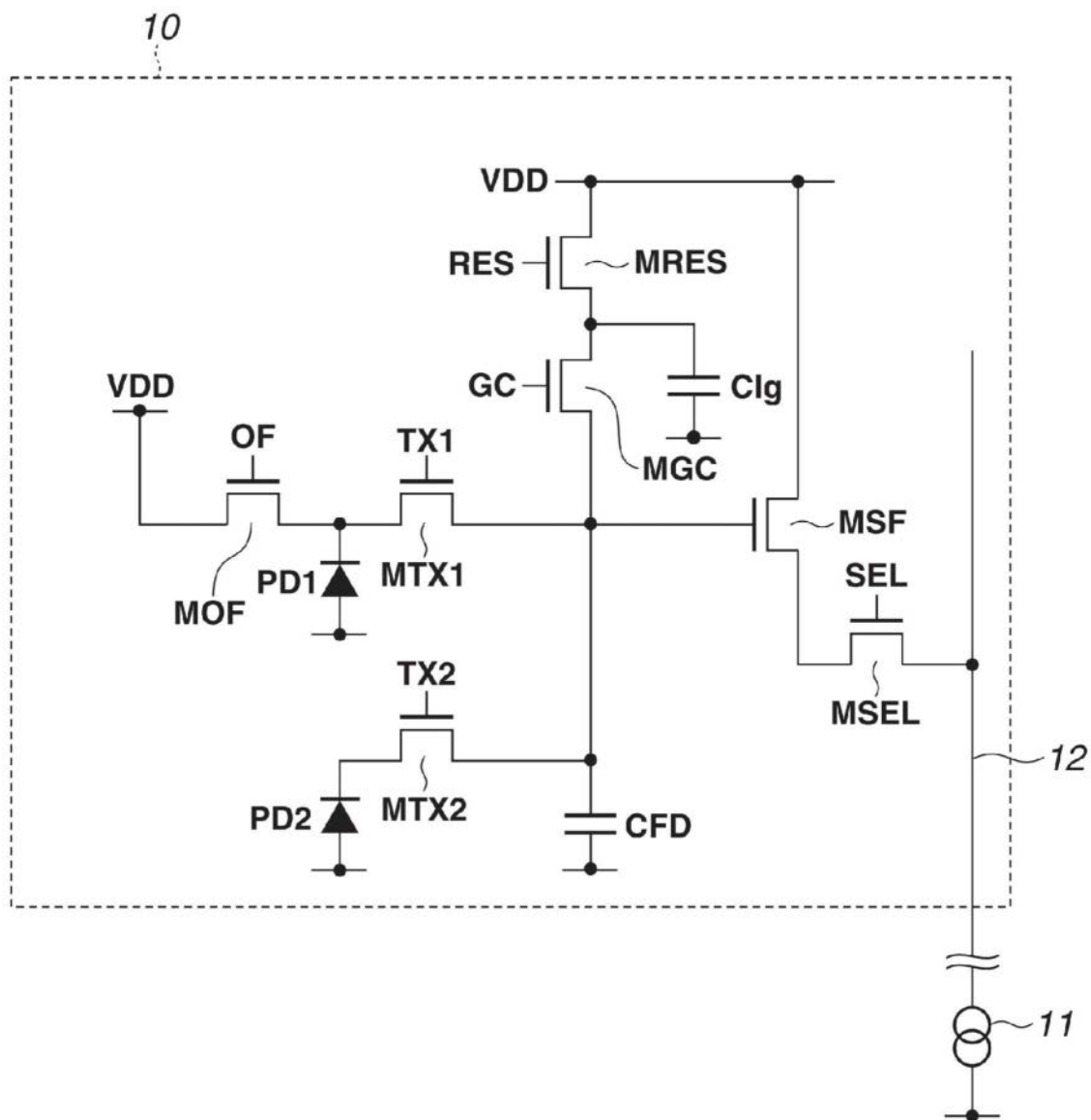


图2

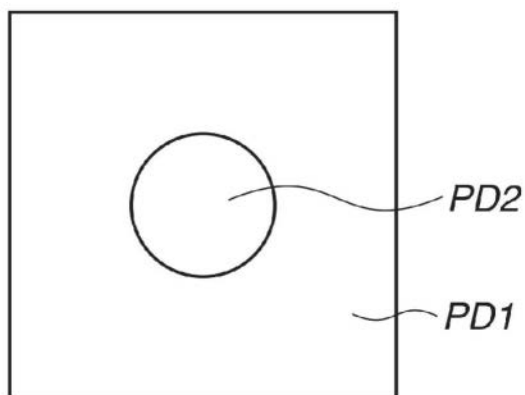


图3

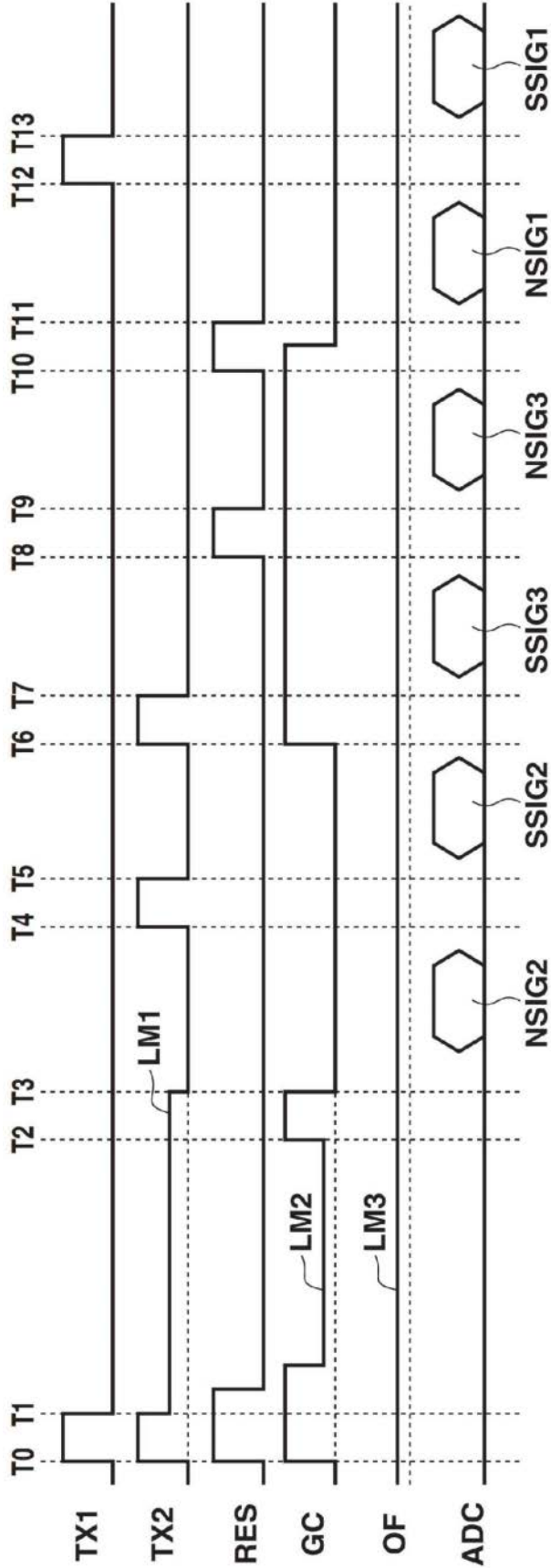


图4

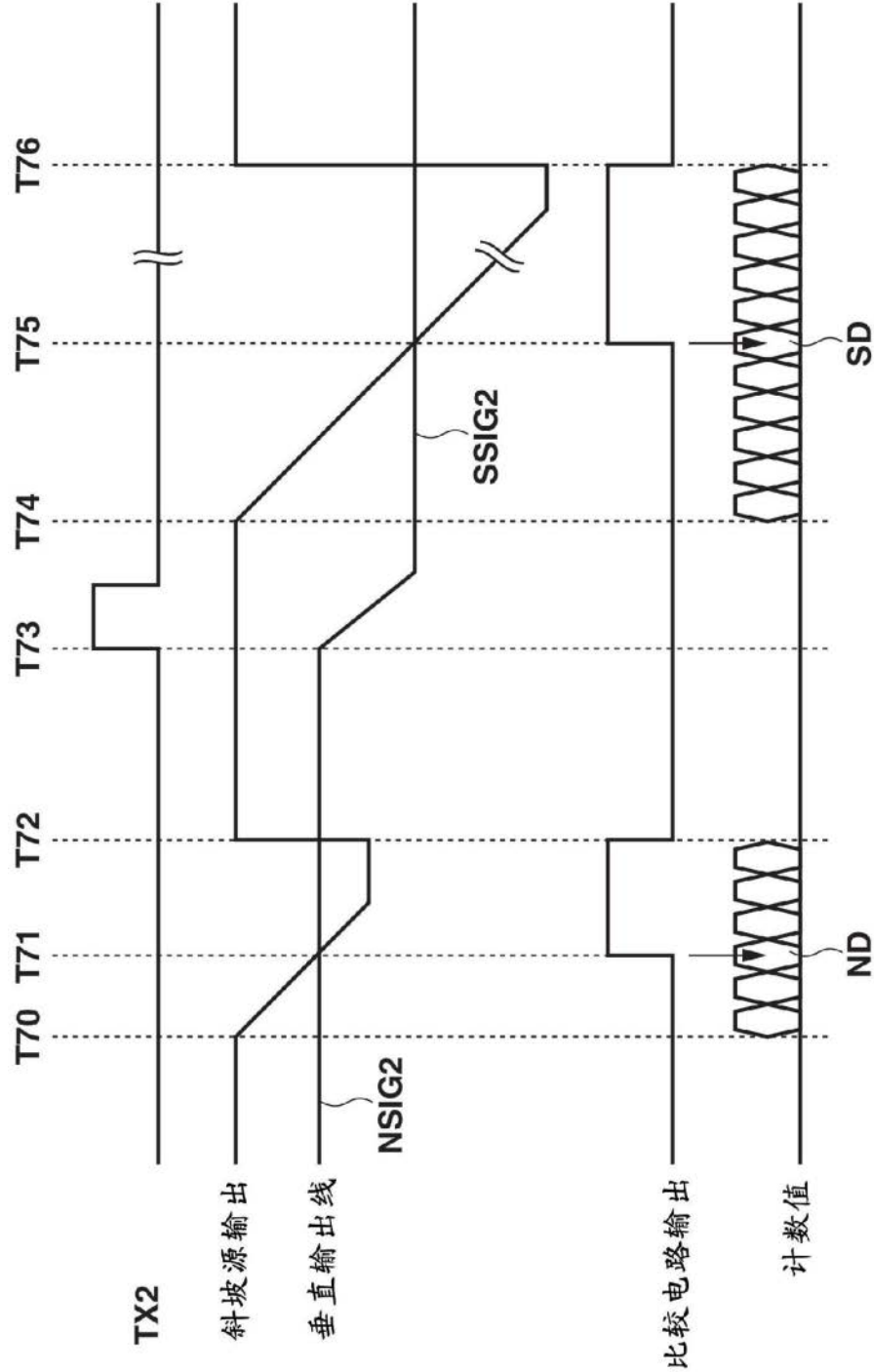


图5

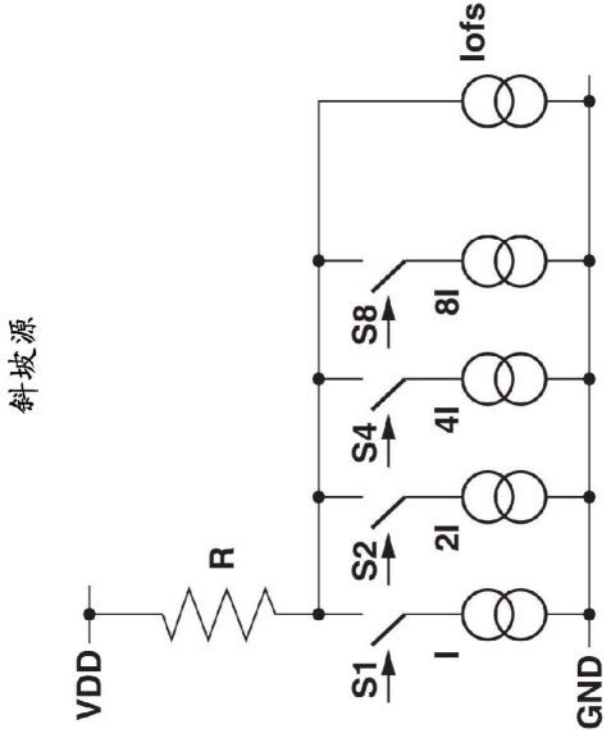


图6A

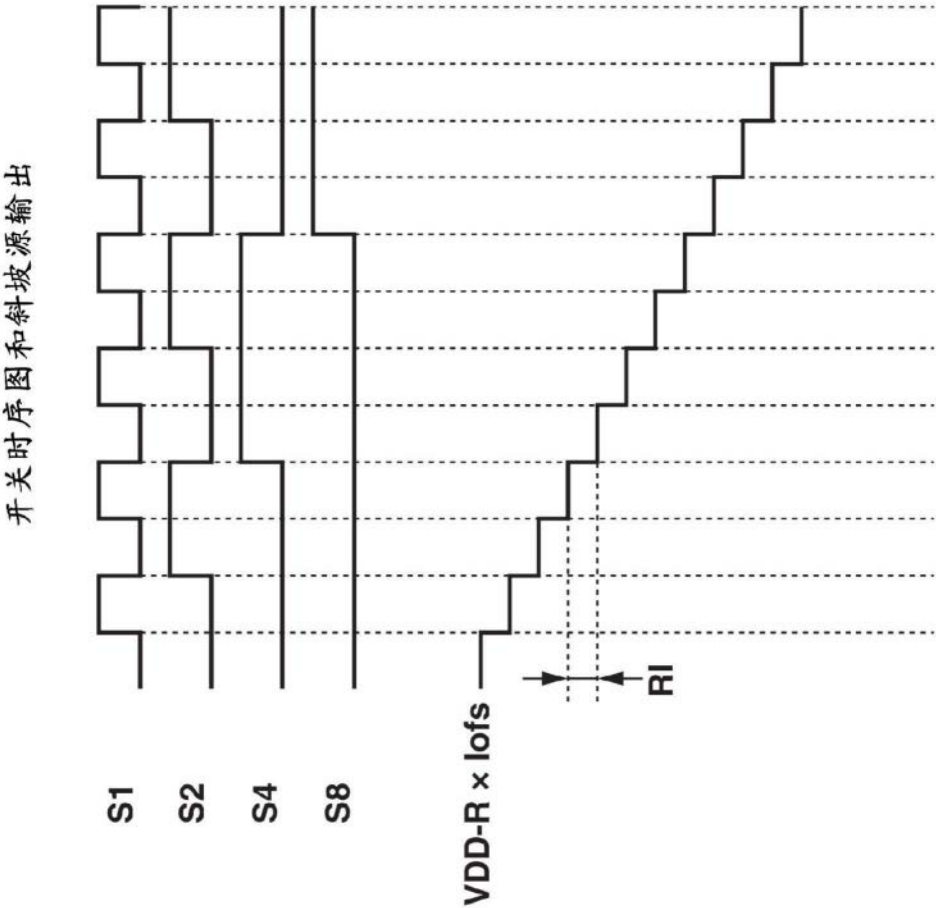


图6B

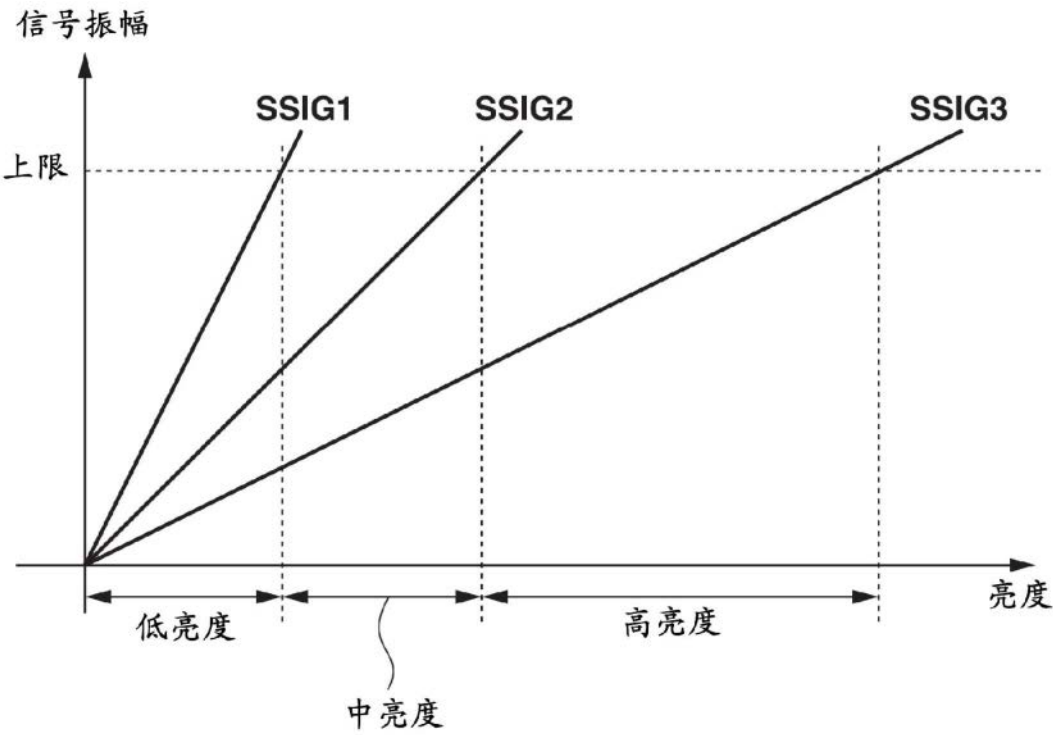


图7

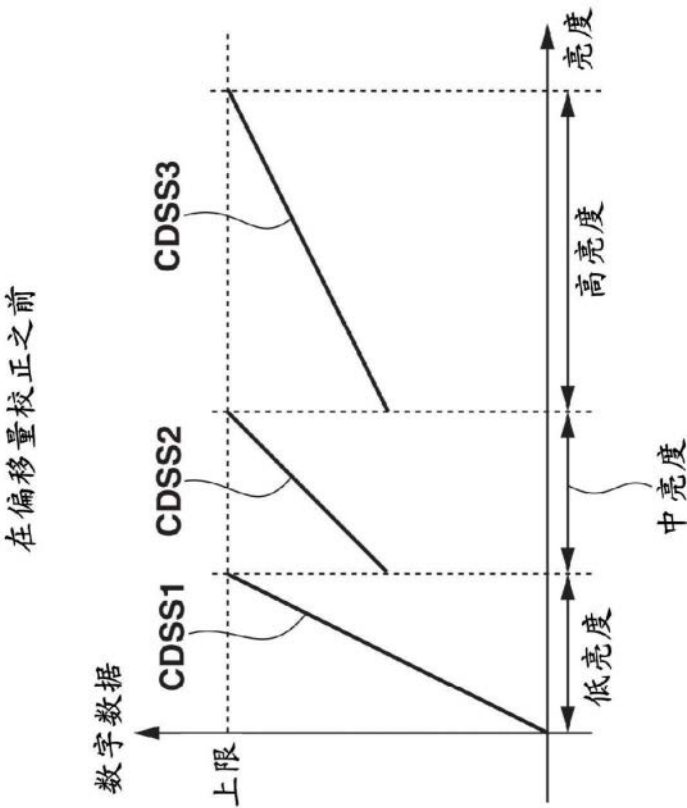


图8A

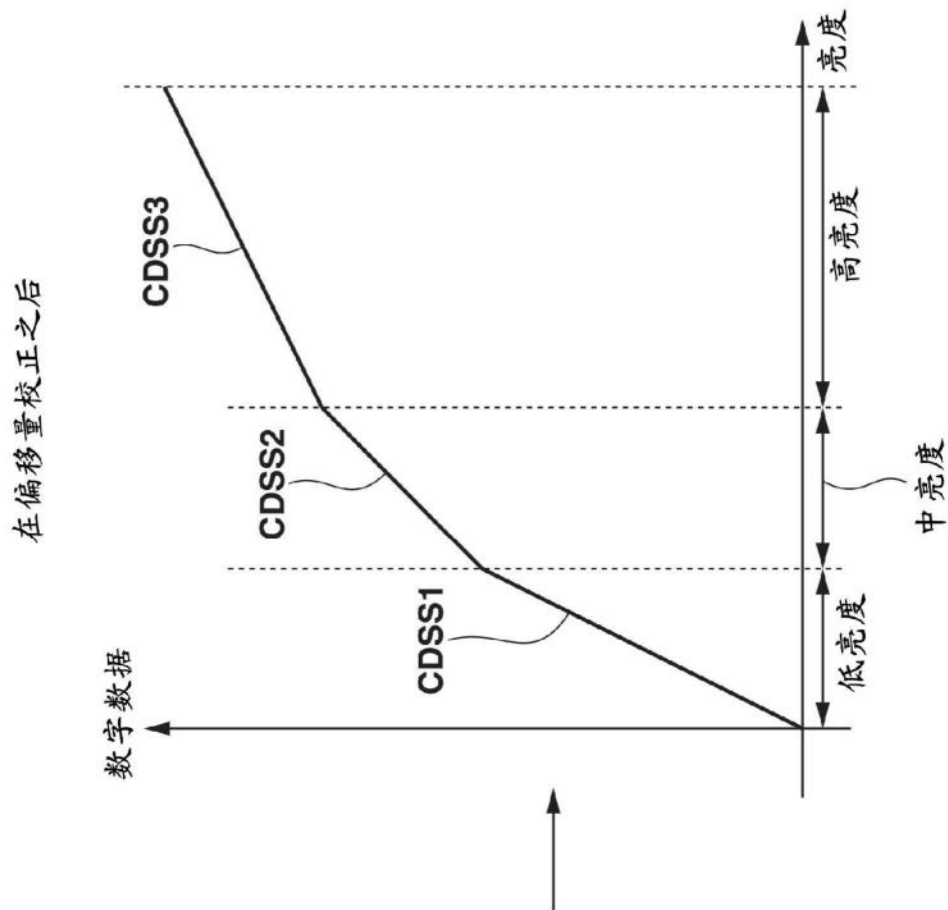


图8B

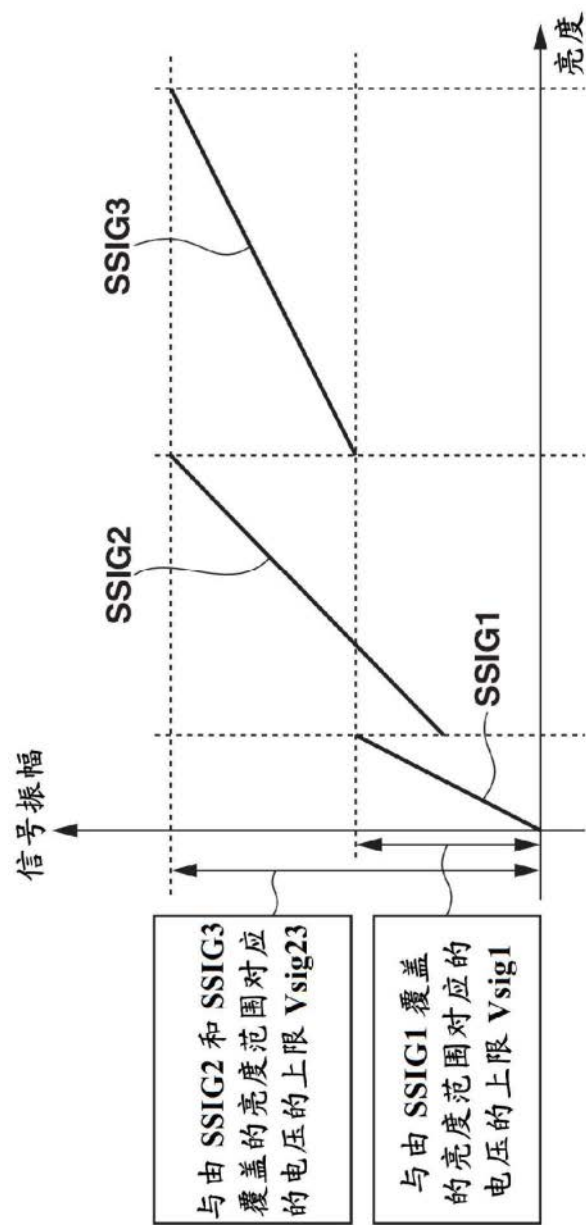


图9

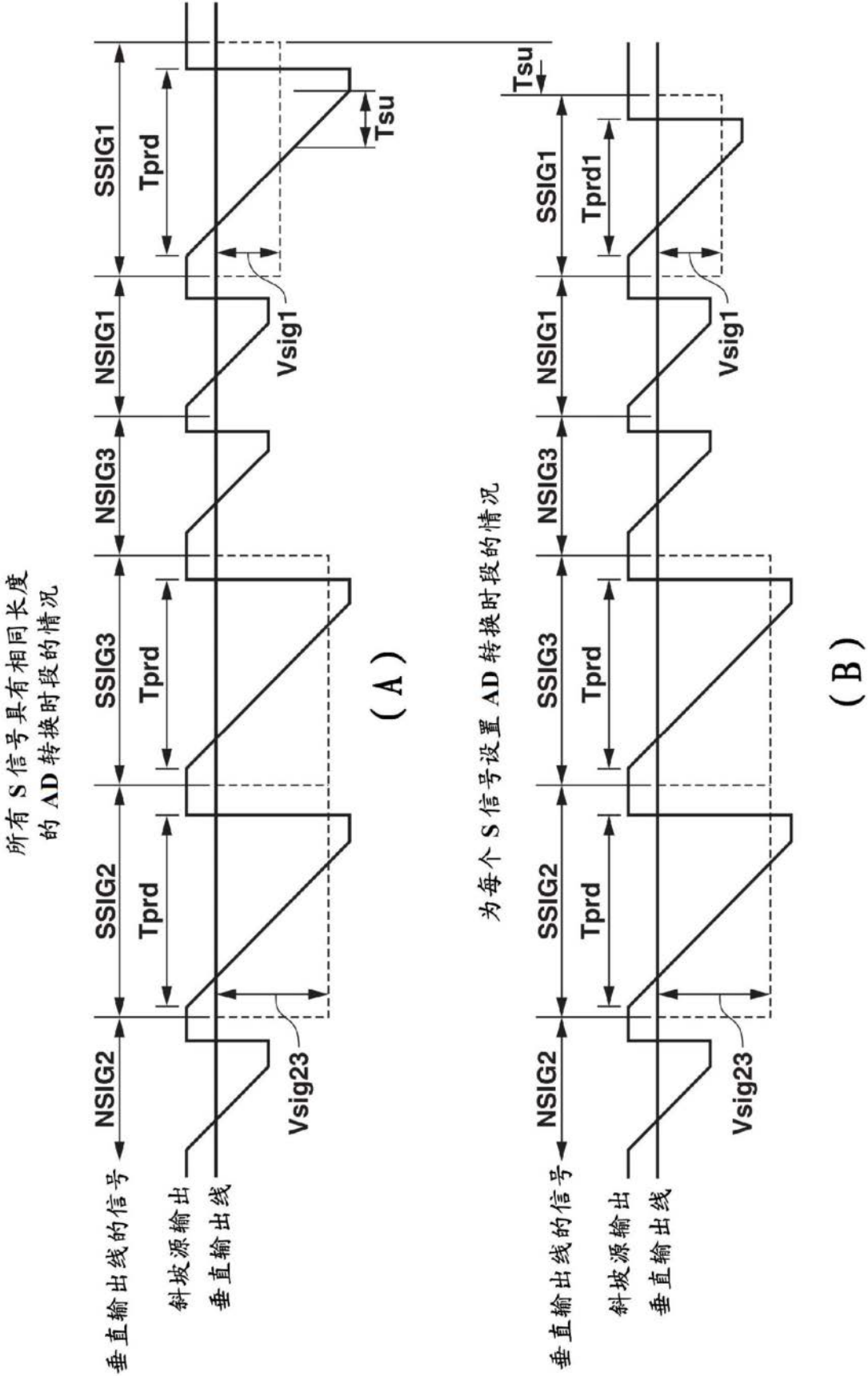


图10

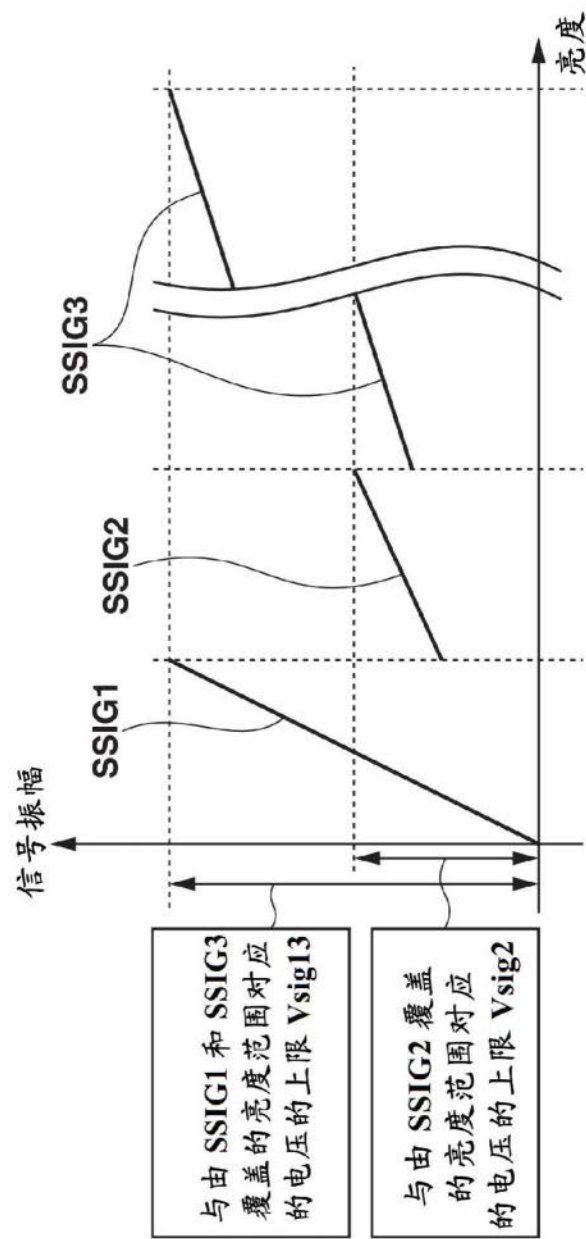


图11

所有 S 信号具有相同长度
的 AD 转换时段的情况

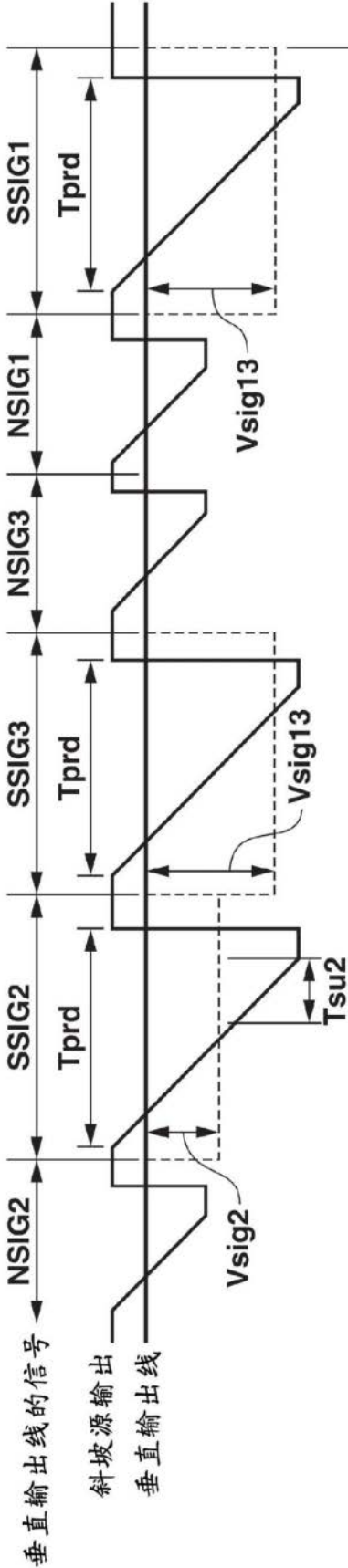


图12A

为每个 S 信号设置 AD 转换时段的情况

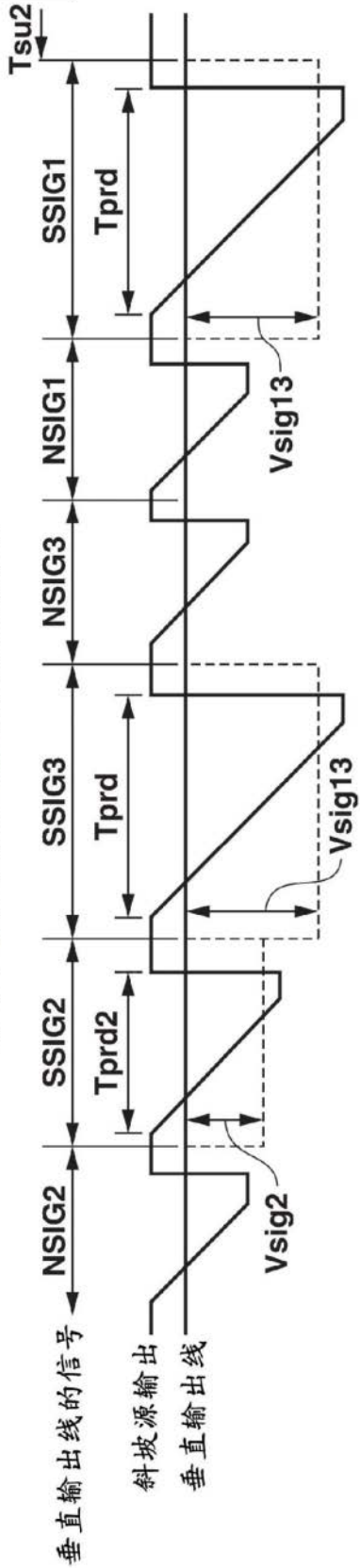


图12B

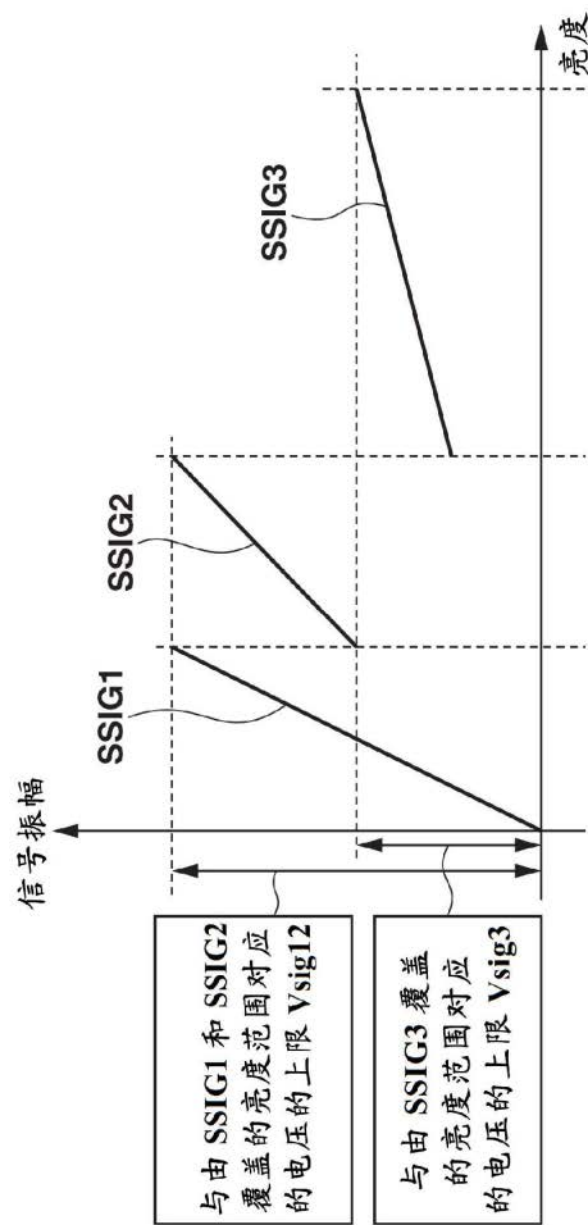


图13

所有 S 信号具有相同长度
的 AD 转换时段的情况

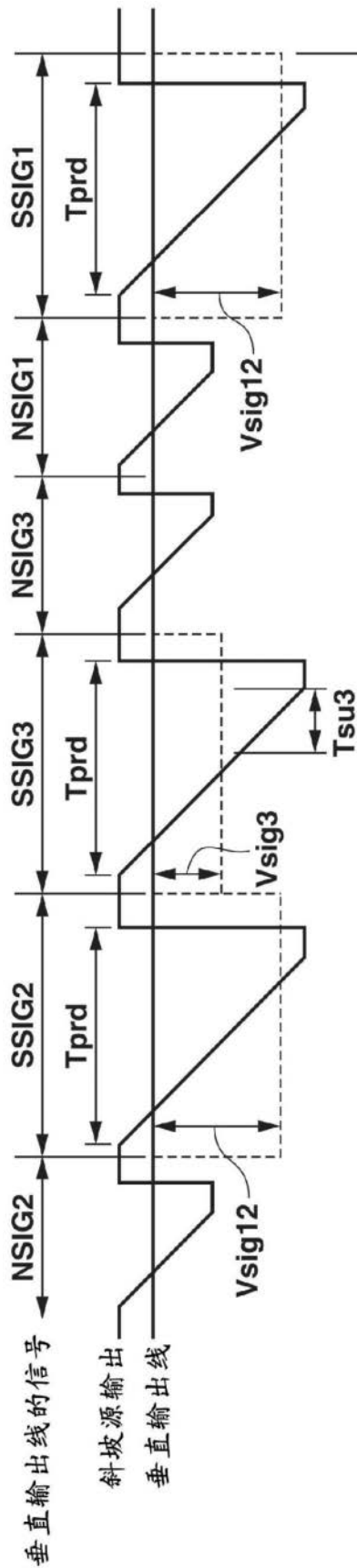


图 14A

为每个 S 信号设置 AD 转换时段的情况

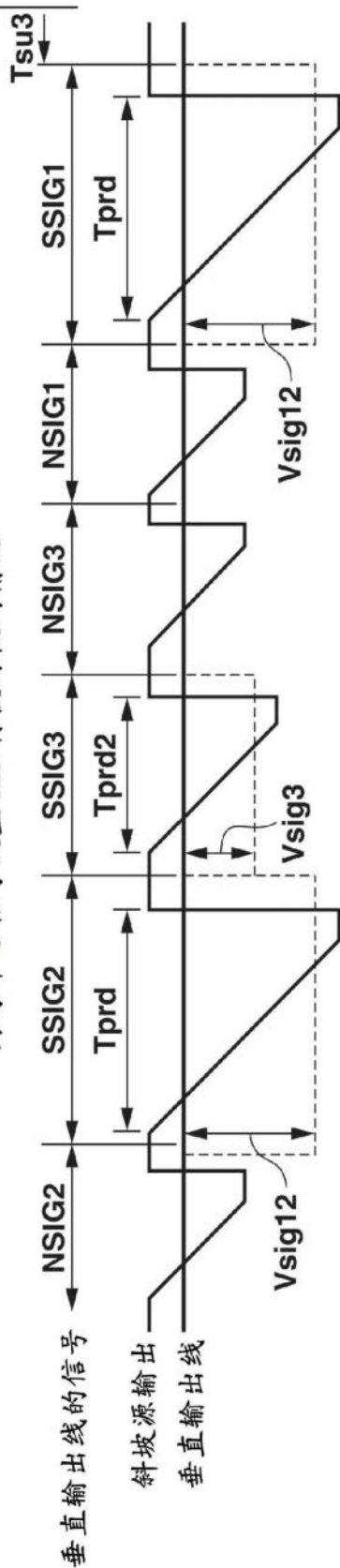


图 14B

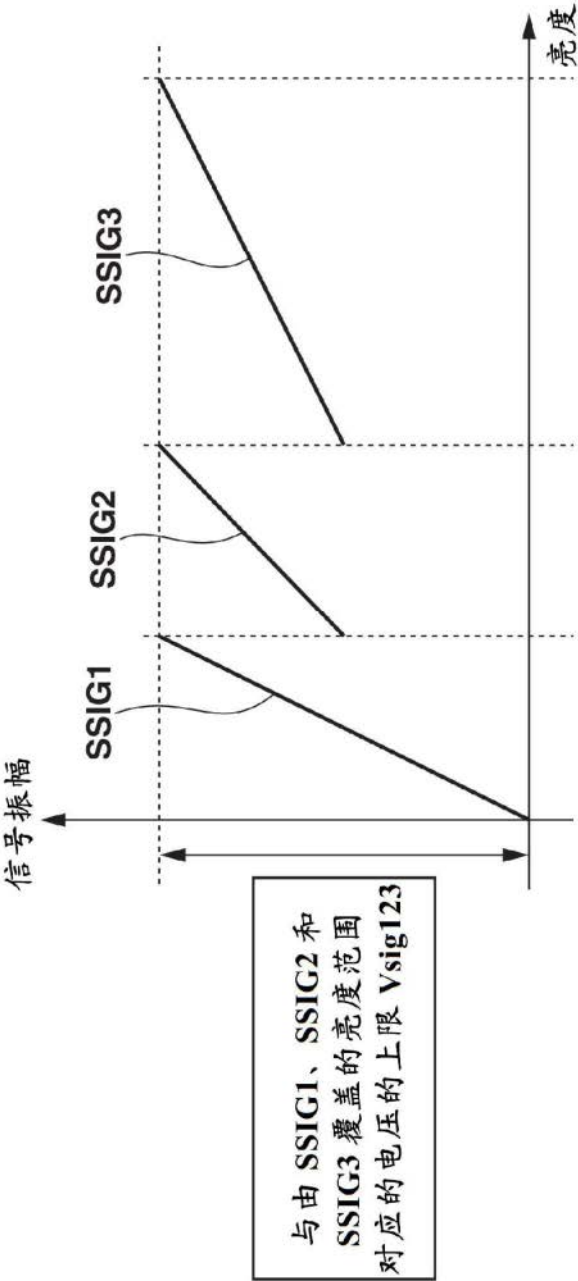


图15

为所有信号设置相同的
AD 转换分辨率的情况

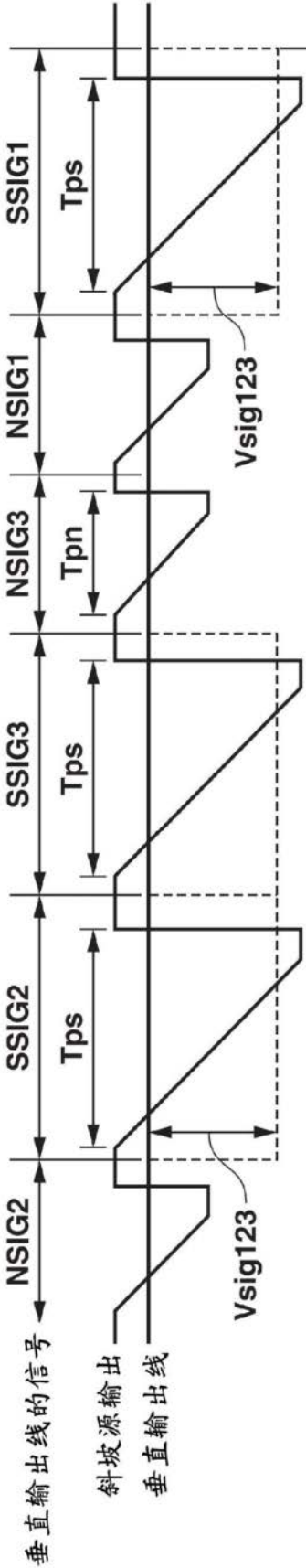


图16A

为每个信号改变 AD 转换分辨率的情况

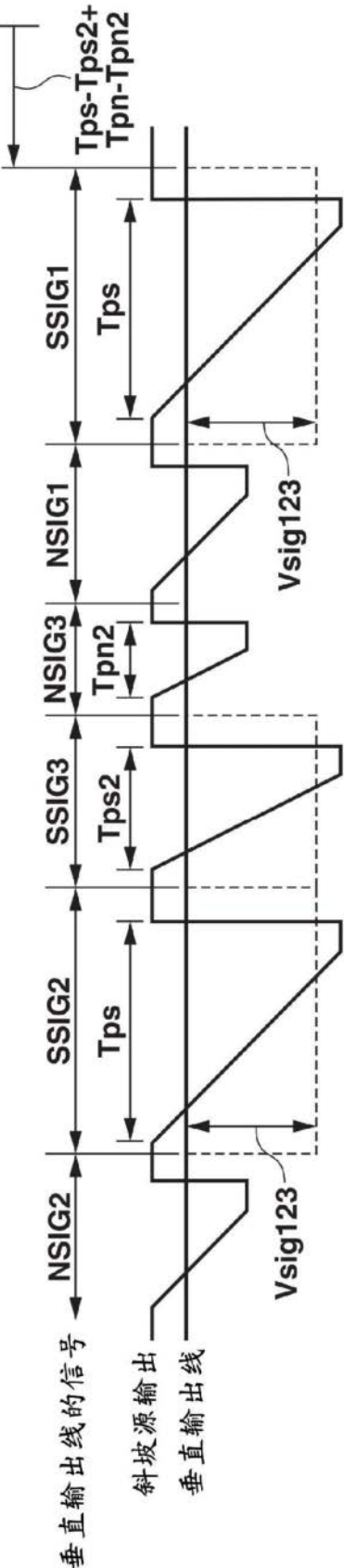


图16B

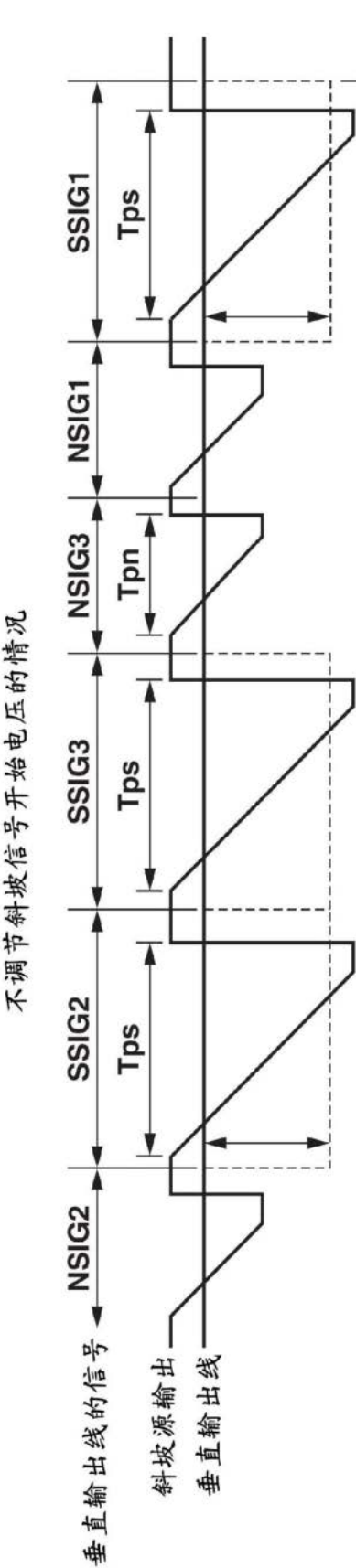


图17A

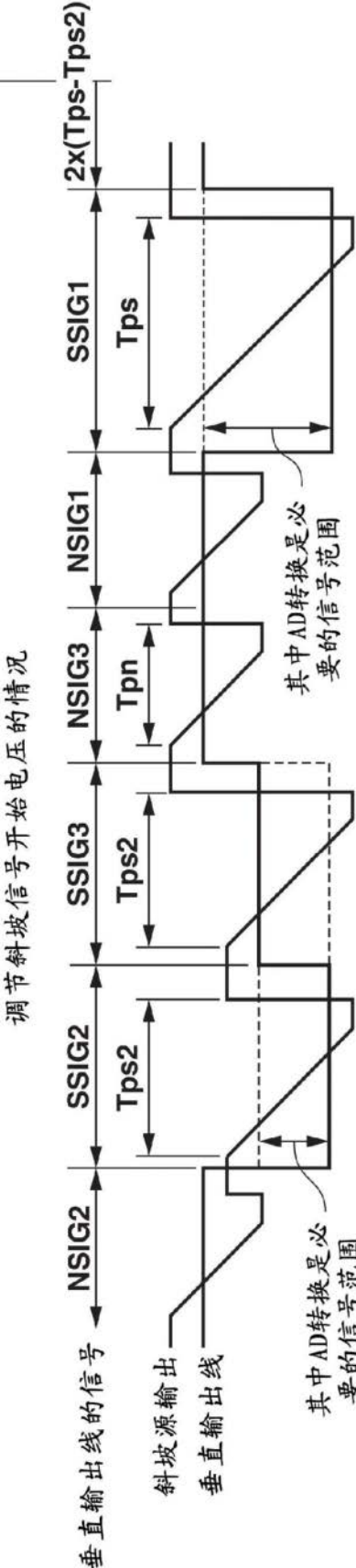


图17B

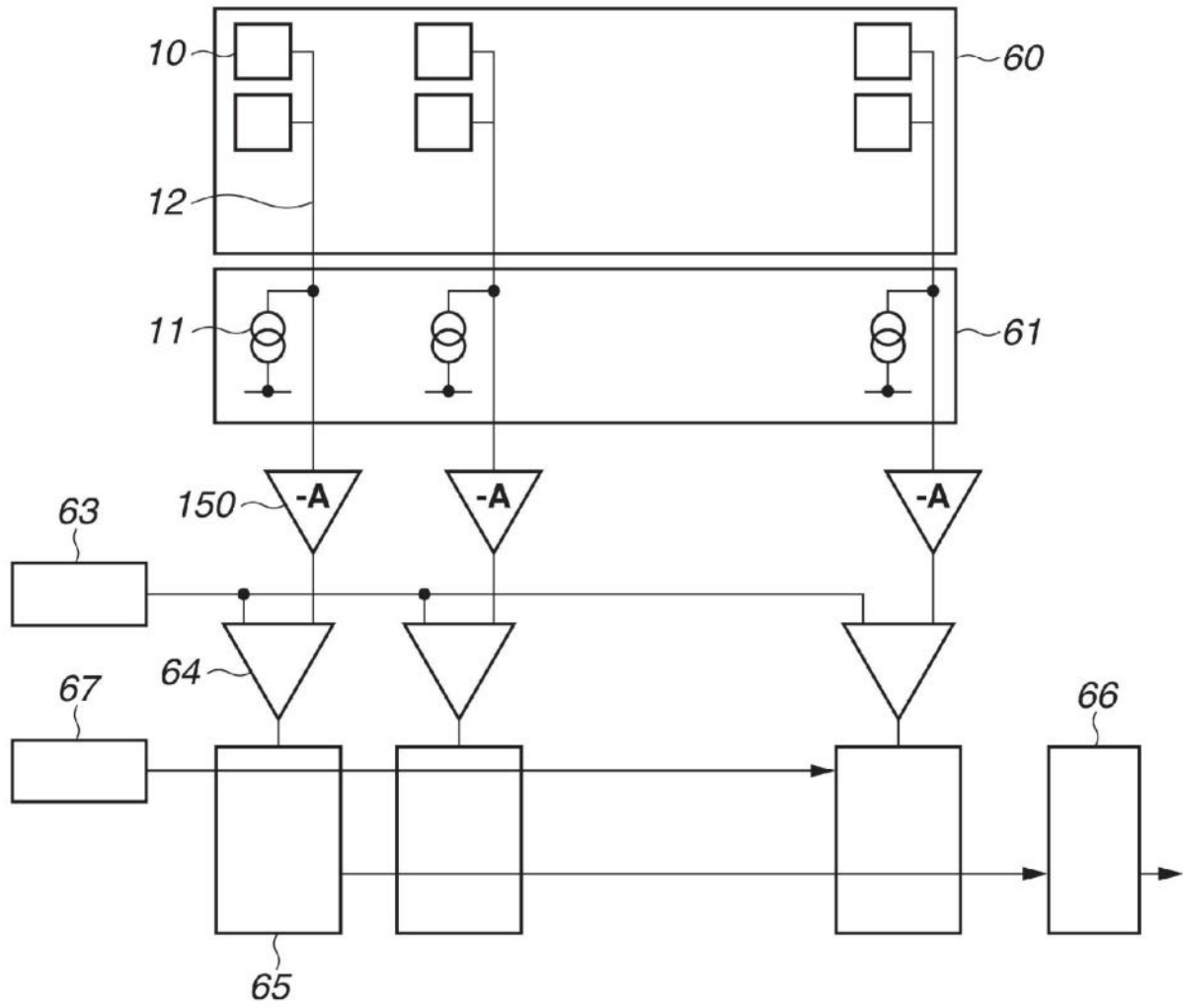


图18

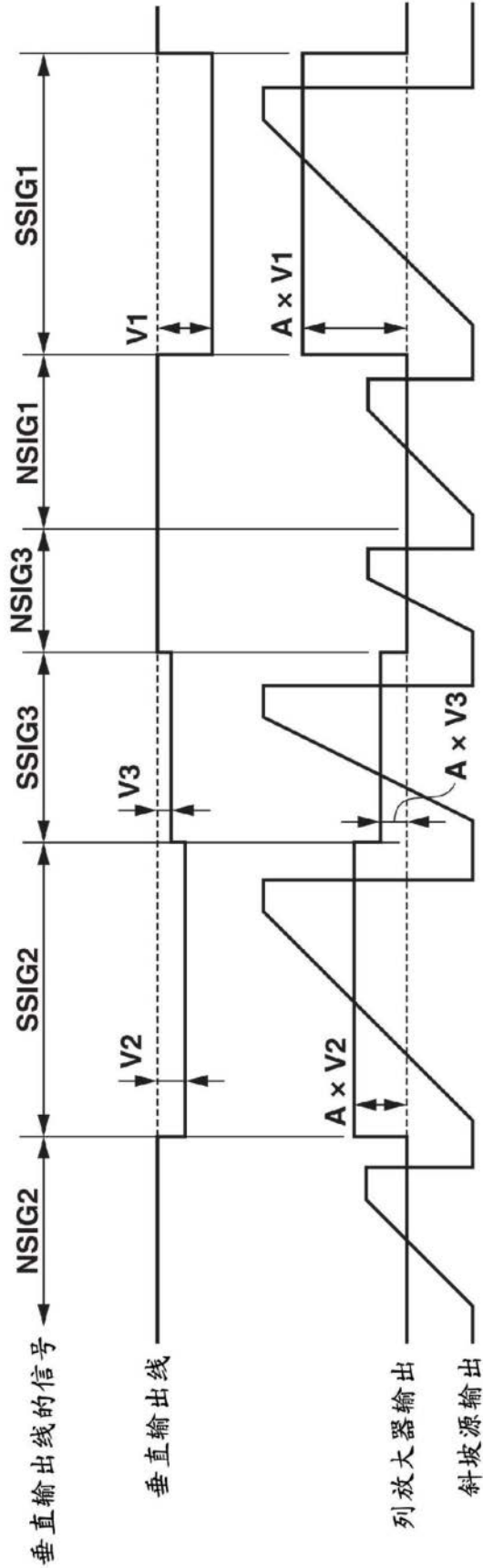


图19

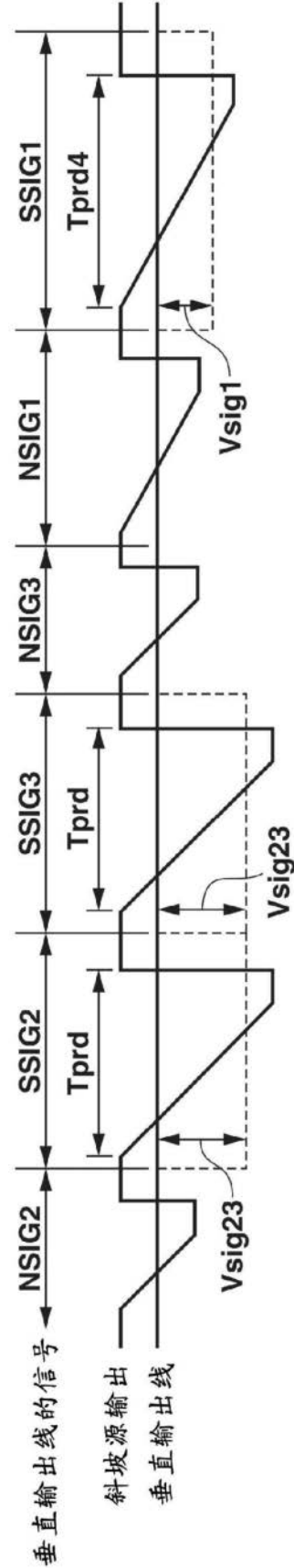


图20

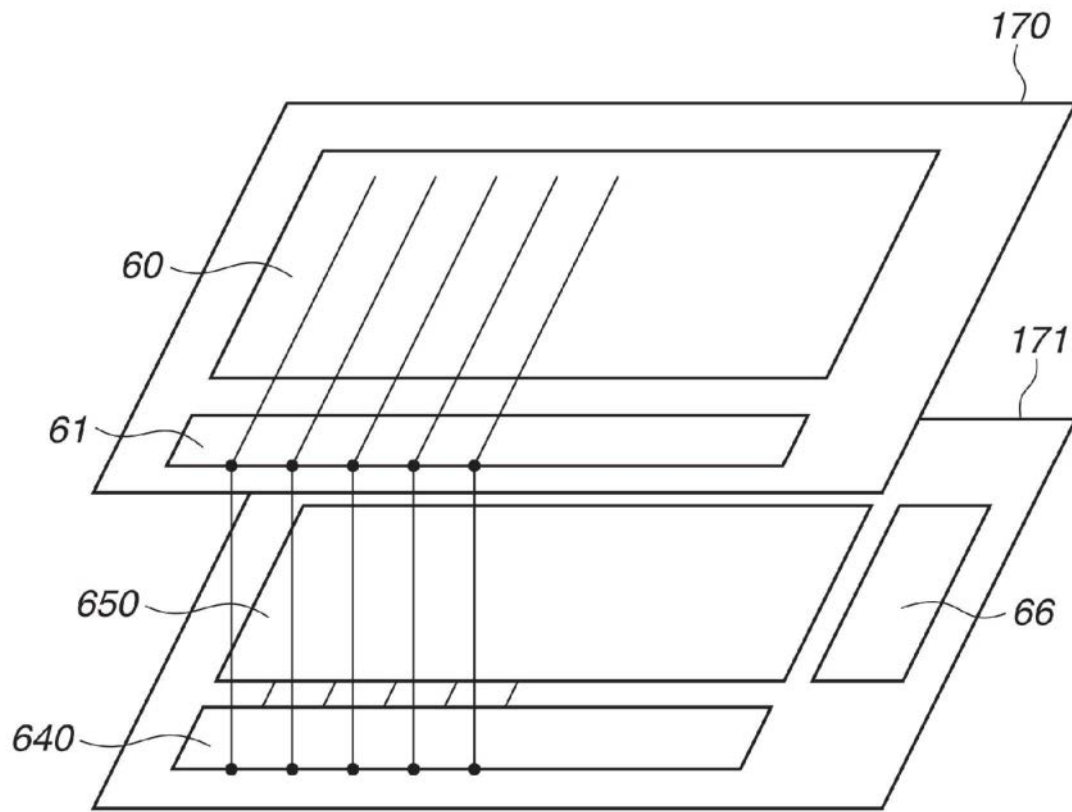


图21

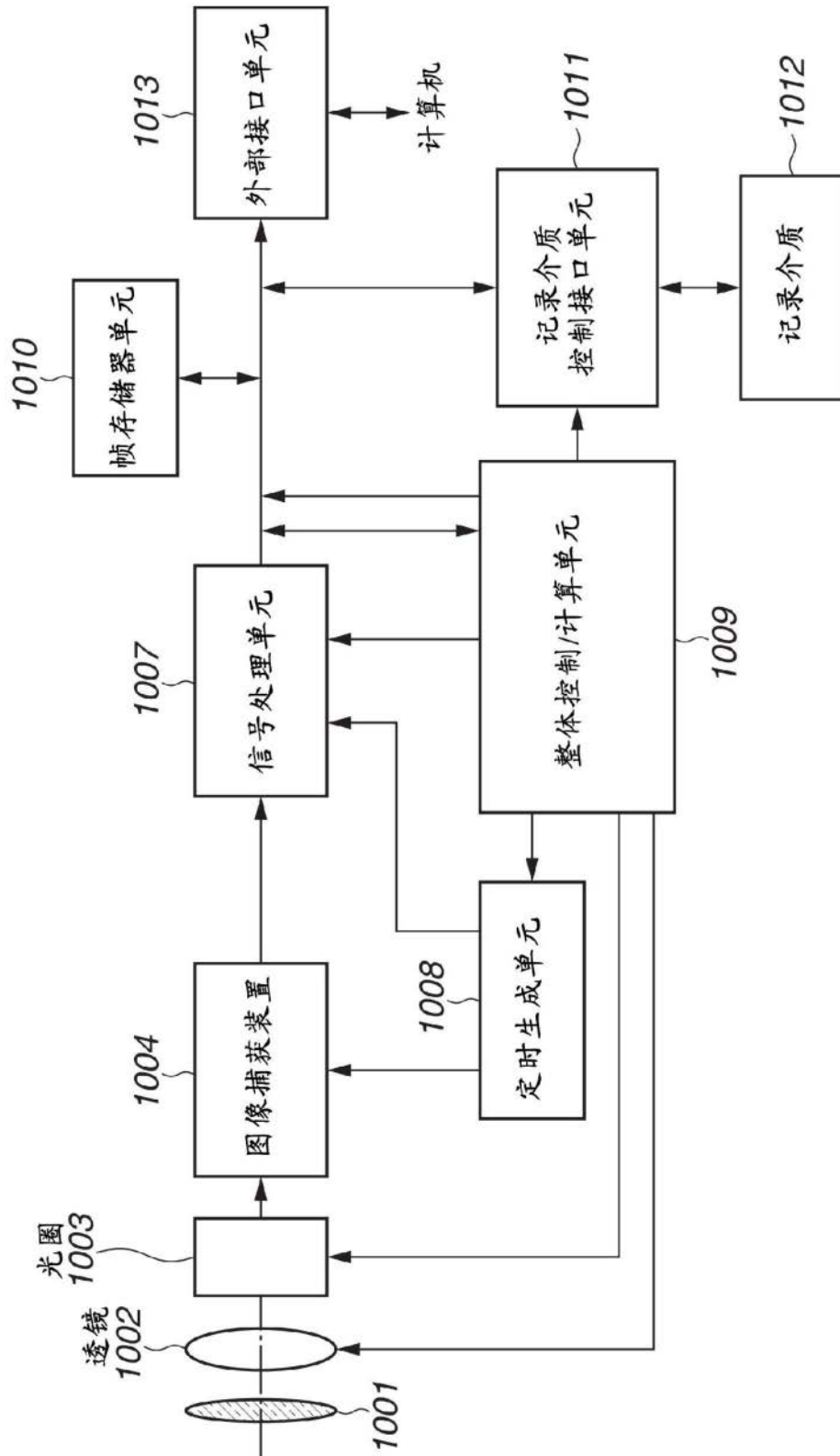


图22

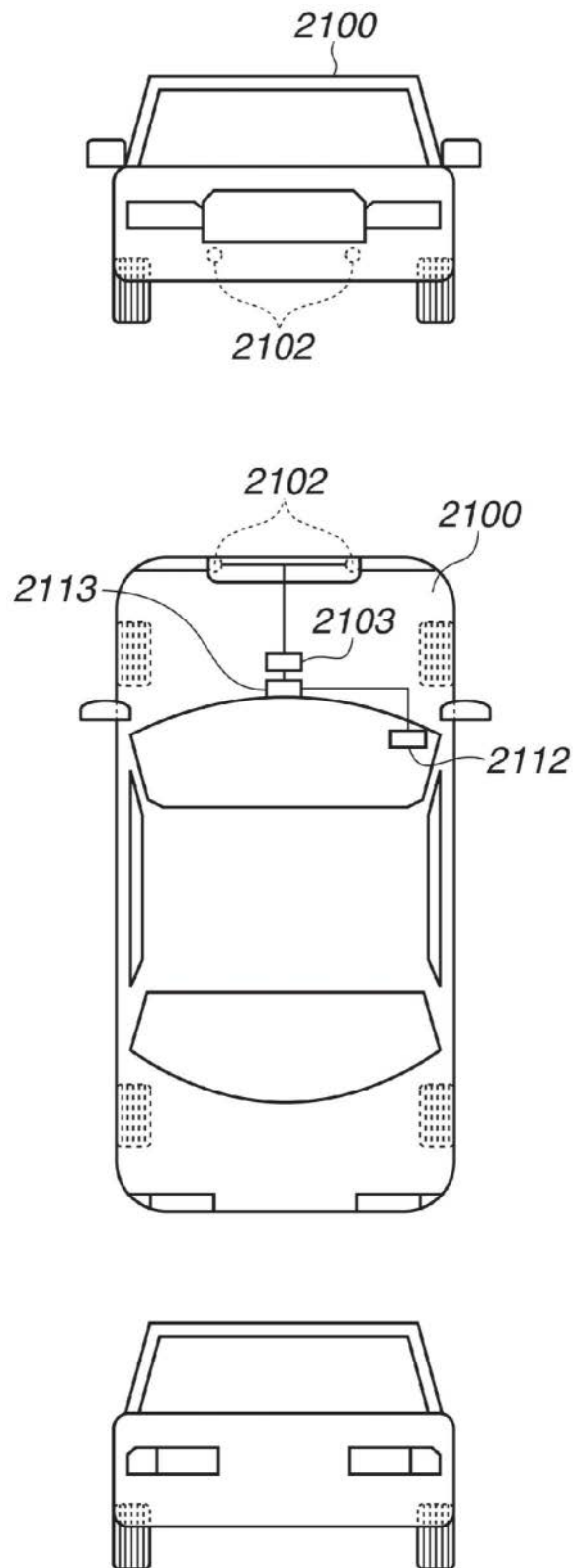


图23A

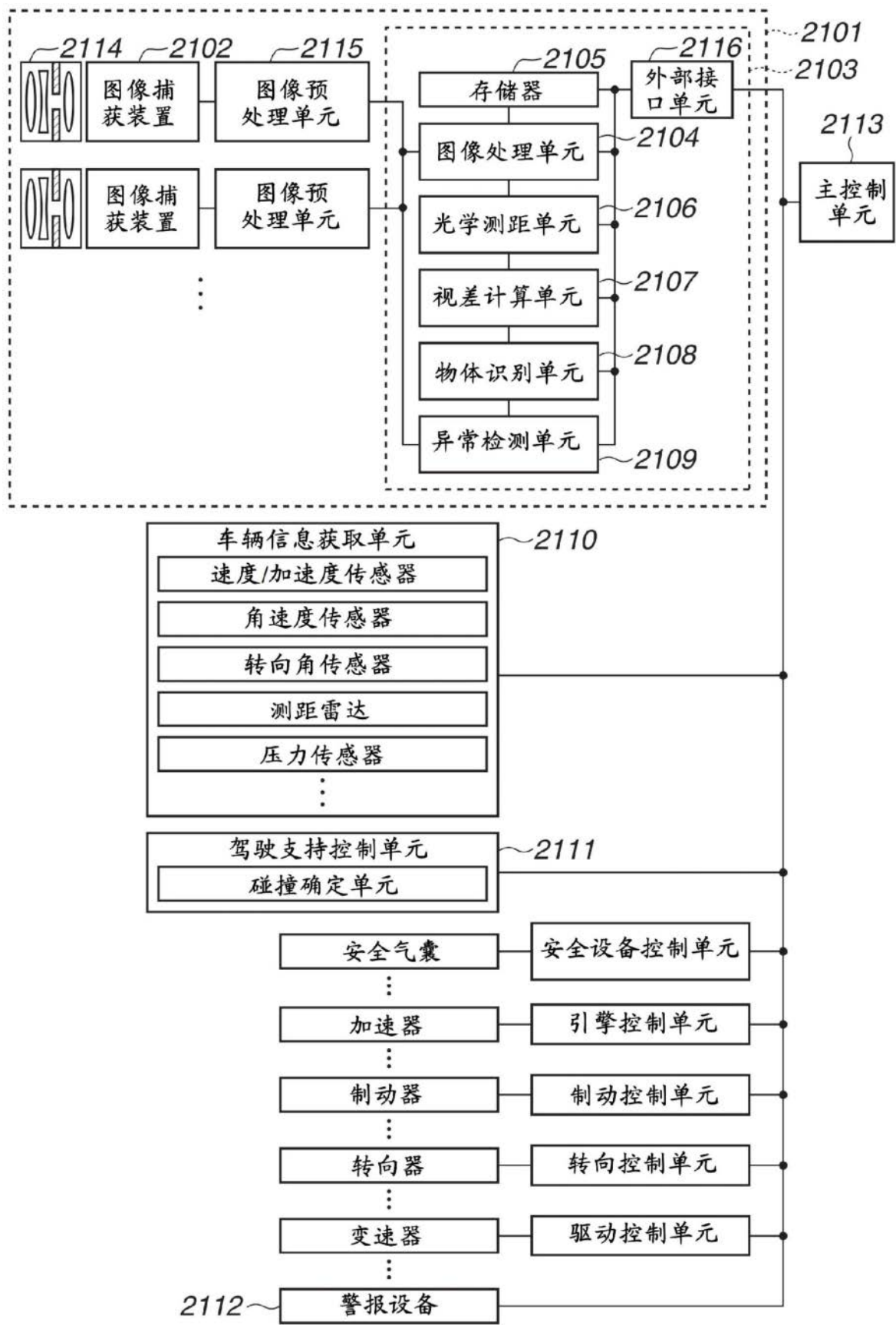


图23B