



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117043631 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 10

(21) 申请号 202280021508.2

(22) 申请日 2022.03.25

(30) 优先权数据

2021-061570 2021.03.31 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.09.14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/014268 2022.03.25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/210330 JA 2022.10.06

(71) 申请人 松下知识产权经营株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 杉浦裕树 井上晓登 斋藤繁

香山信三

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

专利代理师 柯瑞京

(51) Int.Cl.

G01S 7/4863 (2006.01)

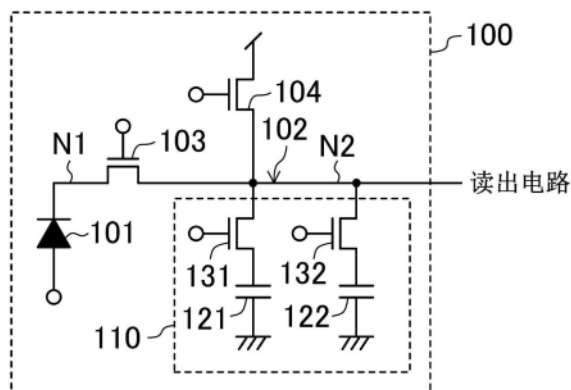
权利要求书5页 说明书20页 附图22页

(54) 发明名称

距离测量装置及固体摄像装置

(57) 摘要

距离测量装置包括：发光部、多个像素(100)以矩阵状排列而成的像素阵列(11)、以及计算到测量对象为止的距离的控制部。多个像素(100)分别包括：雪崩光电二极管(101)、用于暂时保持信号电荷的一次积累区域(102)、以及并联地设置于一次积累区域的多个存储元件(120)。控制部在发光部的射出光的光脉冲的一个周期的时间内，在与互不相同的距离区间相对应的时刻进行多次曝光，使在各次曝光后生成的信号电荷积累在互不相同的存储元件中，读出信号电荷来计算到测量对象为止的距离。



1. 一种距离测量装置,其特征在于:包括:
发光部,所述发光部朝向测量对象发出射出光;
像素阵列,在所述像素阵列中,多个像素以矩阵状排列,所述像素阵列将所述射出光被所述测量对象反射后的反射光作为入射光接收;以及
控制部,所述控制部控制所述发光部和所述像素阵列,并计算到所述测量对象为止的距离,
所述多个像素分别包括:
雪崩光电二极管,所述雪崩光电二极管对所述入射光进行光电转换而产生信号电荷;
一次积累区域,所述一次积累区域暂时保持所述信号电荷;以及
多个存储元件,所述多个存储元件并联地设置于所述一次积累区域,并用于积累所述信号电荷,
所述控制部使所述发光部发出规定周期的脉冲状的所述射出光,在所述射出光的光脉冲的一个周期的时间内,在与互不相同的距离区间相对应的时刻进行多次曝光,使在各次曝光后生成的信号电荷积累在互不相同的所述存储元件中,读出所述信号电荷来计算到所述测量对象为止的距离。

2. 根据权利要求1所述的距离测量装置,其特征在于:

所述距离测量装置包括第一晶体管,所述第一晶体管设置在所述雪崩光电二极管的阴极与所述一次积累区域之间,并允许或断开所述信号电荷向所述一次积累区域的转移。

3. 根据权利要求2所述的距离测量装置,其特征在于:

所述距离测量装置包括多个第二晶体管,所述第二晶体管设置在所述一次积累区域与各个所述存储元件之间,并允许或断开所述信号电荷向所述存储元件的转移。

4. 根据权利要求3所述的距离测量装置,其特征在于:

所述距离测量装置包括第三晶体管,所述第三晶体管与所述一次积累区域连接,并使所述一次积累区域的信号电荷排出。

5. 根据权利要求4所述的距离测量装置,其特征在于:

在所述距离测量装置设置有多个一次积累单元,所述一次积累单元包括所述一次积累区域、所述第一晶体管、所述多个存储元件、所述多个第二晶体管以及所述第三晶体管,所述多个一次积累单元并联地连接于所述雪崩光电二极管的阴极。

6. 根据权利要求3所述的距离测量装置,其特征在于:

所述距离测量装置包括第一驱动电路,所述第一驱动电路由与所述存储元件数量相对应的数量的第一偏置电路构成,

各个所述第一偏置电路包括:第一开关元件及第二开关元件;经由所述第一开关元件与所述第一晶体管的栅极连接的第一电容;以及经由所述第二开关元件与所述第一晶体管的栅极连接的第二电容。

7. 根据权利要求4所述的距离测量装置,其特征在于:

所述距离测量装置包括第二驱动电路,所述第二驱动电路由与所述存储元件数量相对应的数量的第二偏置电路构成,

各个所述第二偏置电路包括:第三开关元件及第四开关元件;经由所述第三开关元件与所述第三晶体管的栅极连接的第三电容;以及经由所述第四开关元件与所述第三晶体管

的栅极连接的第四电容。

8. 根据权利要求2所述的距离测量装置,其特征在于:

所述距离测量装置包括第四晶体管,所述第四晶体管与第一节点连接,并将所述第一节点初始化为一定电位,所述第一节点将所述雪崩光电二极管的阴极与所述第一晶体管之间连接。

9. 根据权利要求8所述的距离测量装置,其特征在于:

所述距离测量装置包括第三驱动电路,所述第三驱动电路由与所述存储元件数量相对应的数量的第三偏置电路构成,

各个所述第三偏置电路包括:第五开关元件及第六开关元件;经由所述第五开关元件与所述第四晶体管的栅极连接的第五电容;以及经由所述第六开关元件与所述第四晶体管的栅极连接的第六电容。

10. 根据权利要求1所述的距离测量装置,其特征在于:

所述距离测量装置包括猝灭电阻,所述猝灭电阻设置在所述雪崩光电二极管的阴极与一定电位的第一电位线之间。

11. 根据权利要求1所述的距离测量装置,其特征在于:

所述多个存储元件包括存储容量比所述一次积累区域的存储容量小的一个或多个第一存储元件。

12. 一种距离测量装置,其特征在于:包括:

发光部,所述发光部朝向测量对象发出射出光;

像素阵列,在所述像素阵列中,多个像素以矩阵状排列,所述像素阵列接收来自所述测量对象的反射光;以及

控制部,所述控制部控制所述发光部和所述像素阵列,并计算到所述测量对象为止的距离,

所述多个像素分别包括:

雪崩光电二极管,所述雪崩光电二极管对接收到的光进行光电转换而产生信号电荷;以及

多个一次积累单元,所述多个一次积累单元暂时保持所述信号电荷,

所述一次积累单元分别包括:

一次积累区域,所述一次积累区域一次性地保持所述信号电荷;以及

存储元件,所述存储元件用于积累所述一次积累区域的所述信号电荷,

所述控制部使所述发光部发出规定周期的脉冲状的所述射出光,在所述射出光的光脉冲的一个周期的时间内,在与互不相同的距离区间相对应的时刻进行多次曝光,使在各次曝光后生成的信号电荷积累在互不相同的所述存储元件中,读出所述信号电荷来计算到所述测量对象为止的距离。

13. 根据权利要求12所述的距离测量装置,其特征在于:

所述一次积累单元分别包括第一晶体管,所述第一晶体管设置在所述雪崩光电二极管的阴极与所述一次积累区域之间,用于允许或断开所述信号电荷向所述一次积累区域的转移。

14. 根据权利要求13所述的距离测量装置,其特征在于:

所述一次积累单元分别包括第二晶体管,所述第二晶体管设置在所述一次积累区域与
所述存储元件之间,用于允许或断开所述信号电荷向所述存储元件的转移。

15. 根据权利要求14所述的距离测量装置,其特征在于:

所述一次积累单元分别包括第三晶体管,所述第三晶体管与所述一次积累区域连接,
用于排出所述一次积累区域的信号电荷。

16. 根据权利要求14所述的距离测量装置,其特征在于:

在所述距离测量装置设置有多个存储单元,所述存储单元包括所述存储元件和所述第
二晶体管,

所述多个存储单元并联地连接于所述一次积累区域。

17. 根据权利要求12所述的距离测量装置,其特征在于:

所述距离测量装置包括第四晶体管,所述第四晶体管设置在第一信号线与一定电位的
第一电位线之间,并将所述第一信号线初始化为一定电位,所述第一信号线将所述雪崩光
电二极管的阴极与所述多个一次积累单元之间连接。

18. 根据权利要求12所述的距离测量装置,其特征在于:

所述距离测量装置包括猝灭电阻,所述猝灭电阻设置在第一信号线与一定电位的第一
电位线之间,所述第一信号线将所述雪崩光电二极管的阴极与所述多个一次积累单元之间
连接。

19. 根据权利要求12所述的距离测量装置,其特征在于:

所述距离测量装置包括源极跟随电路,所述源极跟随电路读出存储在所述存储元件中
的信号电荷,

所述多个一次积累单元包括第五晶体管,所述第五晶体管设置在所述源极跟随电路与
所述一次积累区域之间。

20. 根据权利要求13所述的距离测量装置,其特征在于:

将所述多个像素划分为分别具有规定数的像素的单元,

在所述像素阵列中,所述单元以矩阵状布置,

在各个所述单元中,在各个所述像素的所述第一晶体管的栅极连接有互不相同的驱动
电路。

21. 一种固体摄像装置,其特征在于:

该固体摄像装置包括像素阵列,在所述像素阵列中,多个像素以矩阵状排列,所述像素
阵列接收入射光,

所述多个像素分别包括:

雪崩光电二极管,所述雪崩光电二极管对所述入射光进行光电转换而产生信号电荷;

一次积累区域,所述一次积累区域用于暂时保持所述信号电荷;

第一晶体管,所述第一晶体管设置在所述雪崩光电二极管的阴极与所述一次积累区域
之间,用于允许或断开所述信号电荷向所述一次积累区域的转移;以及

多个存储元件,所述多个存储元件并联地设置于所述一次积累区域,并用于积累所述
信号电荷,

在一个周期的时间内,在互不相同的时刻从驱动电路的互不相同的偏置电压供给元件
接收栅极电压的供给,通过切换所述第一晶体管的导通、截止来进行多次曝光,使各次的信

号电荷积累在互不相同的所述存储元件中。

22. 根据权利要求21所述的固体摄像装置,其特征在于:包括:

多个第二晶体管,所述第二晶体管设置在所述一次积累区域与各个所述存储元件之间,并允许或断开所述信号电荷向所述存储元件的转移;以及

第三晶体管,所述第三晶体管与所述一次积累区域连接,并使所述一次积累区域的信号电荷排出。

23. 根据权利要求22所述的固体摄像装置,其特征在于:

在所述固体摄像装置设置有多个一次积累单元,所述一次积累单元包括所述一次积累区域、所述第一晶体管、所述多个存储元件、所述多个第二晶体管以及所述第三晶体管,

所述多个一次积累单元并联地连接于所述雪崩光电二极管的阴极。

24. 根据权利要求21所述的固体摄像装置,其特征在于:

所述固体摄像装置包括第一驱动电路,所述第一驱动电路由与所述存储元件数量相对应的数量的第一偏置电路构成,

各个所述第一偏置电路包括:第一开关元件及第二开关元件;经由所述第一开关元件与所述第一晶体管的栅极连接的第一电容;以及经由所述第二开关元件与所述第一晶体管的栅极连接的第二电容。

25. 根据权利要求22所述的固体摄像装置,其特征在于:

所述固体摄像装置包括第二驱动电路,所述第二驱动电路由与所述存储元件数量相对应的数量的第二偏置电路构成,

各个所述第二偏置电路包括:第三开关元件及第四开关元件;经由所述第三开关元件与所述第三晶体管的栅极连接的第三电容;以及经由所述第四开关元件与所述第三晶体管的栅极连接的第四电容。

26. 根据权利要求21所述的固体摄像装置,其特征在于:

所述固体摄像装置包括第四晶体管,所述第四晶体管与第一节点连接,并将所述第一节点初始化为一定电位,所述第一节点将所述雪崩光电二极管的阴极与所述第一晶体管之间连接。

27. 根据权利要求26所述的固体摄像装置,其特征在于:

所述固体摄像装置包括第三驱动电路,所述第三驱动电路由与所述存储元件数量相对应的数量的第三偏置电路构成,

各个所述第三偏置电路包括:第五开关元件及第六开关元件;经由所述第五开关元件与所述第四晶体管的栅极连接的第五电容;以及经由所述第六开关元件与所述第四晶体管的栅极连接的第六电容。

28. 根据权利要求21所述的固体摄像装置,其特征在于:

所述固体摄像装置包括猝灭电阻,所述猝灭电阻设置在所述雪崩光电二极管的阴极与一定电位的第一电位线之间。

29. 根据权利要求21所述的固体摄像装置,其特征在于:

所述多个存储元件包含存储容量比所述一次积累区域的存储容量小的一个或多个第一存储元件。

30. 根据权利要求21所述的固体摄像装置,其特征在于:

所述固体摄像装置包括源极跟随电路,所述源极跟随电路读出存储在所述存储元件中的信号电荷,

所述多个一次积累单元包括第五晶体管,所述第五晶体管设置在所述源极跟随电路与所述一次积累区域之间。

31. 根据权利要求21所述的固体摄像装置,其特征在于:

将所述多个像素划分为分别具有规定数的像素的单元,

在所述像素阵列中,所述单元以矩阵状布置,

在各个所述单元中,在各个所述像素的所述第一晶体管的栅极连接有互不相同的驱动电路。

32. 根据权利要求22所述的固体摄像装置,其特征在于:

所述固体摄像装置包括第四驱动电路,所述第四驱动电路由与所述存储元件数量相对应的数量的第四偏置电路构成,

各个所述第四偏置电路包括:第七开关元件及第八开关元件;经由所述第七开关元件与所述第二晶体管的栅极连接的第七电容;以及经由所述第八开关元件与所述第二晶体管的栅极连接的第八电容。

33. 根据权利要求22所述的固体摄像装置,其特征在于:

所述固体摄像装置包括多个半导体基板,

所述雪崩光电二极管布置在布置有所述一次积累区域、所述第一晶体管、所述存储元件、所述第二晶体管以及所述第三晶体管的半导体基板以外的半导体基板上,

所述雪崩光电二极管和所述第一晶体管经由布线连接。

距离测量装置及固体摄像装置

技术领域

[0001] 本公开涉及一种构成为能够获取距离信息的距离测量装置及固体摄像装置。

背景技术

[0002] 以往,固体摄像装置一直致力于高灵敏度、高清晰地进行摄像。近年来,出现了兼具还能够获取距离信息的功能的固体摄像装置。通过对图像附加距离信息,能够获取拍摄对象的三维信息。

[0003] 例如,在拍摄对象是人物的情况下,能够三维地检测姿势(gesture),从而能够作为各种设备的输入装置使用。此外,通过搭载在汽车上,能够识别与存在于本车周围的物体、人物之间的距离,从而能够应用于碰撞防止、自动驾驶等。

[0004] 作为距离测量方法,例如,已知有TOF(Time Of Flight:飞行时间)法,该方法向拍摄对象物照射光,根据来自拍摄对象物的反射波的返回时间来测量距离。

[0005] 在专利文献1中,示出了使用光电二极管的相位差的TOF方式的半导体测距元件。在专利文献1中,对一个光电二极管设置两个传输栅极电极,各个传输栅极电极与存储元件连接。在专利文献1中,个别地读出在光电二极管中产生的信号电荷,根据所积累的电荷的分配比来测量到对象物为止的距离。

[0006] 专利文献1:国际公开公报第2007-026779号

发明内容

[0007] -发明要解决的技术问题-

[0008] 但是,在TOF法中,测量对象物越远,返回光子数越少,因此存在对信号作出贡献的光相对于射出光的比例、即光利用效率降低的问题。如专利文献1那样,如果是在光电二极管中设置了多个传输晶体管的构造,则能够以一次射出光对多个距离区间进行曝光,能够提高光利用效率,但由于是使用了光电二极管的构造,因此需要进行电荷的完全转移。于是,产生布置制约,存在不能布置所希望数量的晶体管的问题。此外,存在随着传输晶体管的数量增加,电位设计变得更加复杂的问题。即,存在扩展性低、不能充分提高距离测量装置的光利用效率的问题。

[0009] 因此,本公开的目的在于:提高距离测量装置的光利用效率。

[0010] -用以解决技术问题的技术方案-

[0011] 为了解决上述技术问题,本公开的一实施方式所涉及的距离测量装置包括:发光部,所述发光部朝向测量对象发出射出光;像素阵列,在所述像素阵列中,多个像素以矩阵状排列,所述像素阵列将所述射出光被所述测量对象反射后的反射光作为入射光接收;以及控制部,所述控制部控制所述发光部和所述像素阵列,并计算到所述测量对象为止的距离,所述多个像素分别包括:雪崩光电二极管,所述雪崩光电二极管对所述入射光进行光电转换而产生信号电荷;一次积累区域,所述一次积累区域暂时保持所述信号电荷;以及多个存储元件,所述多个存储元件并联地设置于所述一次积累区域,并用于积累所述信号电荷,

所述控制部使所述发光部发出规定周期的脉冲状的所述射出光,在所述射出光的光脉冲的一个周期的时间内,在与互不相同的距离区间相对应的时刻进行多次曝光,使在各次曝光后生成的信号电荷积累在互不相同的所述存储元件中,读出所述信号电荷来计算到所述测量对象为止的距离。

[0012] -发明的效果-

[0013] 根据本公开,能够提高距离测量装置的光利用效率。

附图说明

[0014] 图1是示出距离测量装置的构成例的简图;

[0015] 图2是第一实施方式所涉及的像素的电路图;

[0016] 图3是示出第一实施方式所涉及的像素的动作顺序的图;

[0017] 图4是第一实施方式的变形例1所涉及的像素的电路图;

[0018] 图5是第一实施方式的变形例2所涉及的像素的电路图;

[0019] 图6是示出第一实施方式的变形例2所涉及的第一晶体管及第四晶体管的动作顺序的图;

[0020] 图7是第二实施方式所涉及的固体摄像装置的电路图;

[0021] 图8是示出图7的第一晶体管的动作顺序的一部分的图;

[0022] 图9是第二实施方式所涉及的固体摄像装置的电路图;

[0023] 图10是第二实施方式所涉及的固体摄像装置的电路图;

[0024] 图11是第三实施方式所涉及的像素的电路图;

[0025] 图12是示出第三实施方式所涉及的像素的动作顺序的图;

[0026] 图13是第三实施方式的变形例1所涉及的像素的电路图;

[0027] 图14是示出第三实施方式的变形例1所涉及的像素的动作顺序的图;

[0028] 图15是第四实施方式所涉及的像素的电路图;

[0029] 图16是示出第四实施方式所涉及的像素的动作顺序的图;

[0030] 图17是第四实施方式的变形例1所涉及的像素的电路图;

[0031] 图18是示出第四实施方式的变形例1所涉及的像素的动作顺序的图;

[0032] 图19是第四实施方式的变形例2所涉及的像素的电路图;

[0033] 图20是存储元件在矩阵方向上扩展后的像素的电路图;

[0034] 图21是其他的固体摄像装置的电路图;

[0035] 图22是第二实施方式所涉及的固体摄像装置的电路图;

[0036] 图23是示出图11的固体摄像装置的其他例子的电路图。

具体实施方式

[0037] 以下,根据附图对本公开的实施方式进行详细的说明。以下的实施方式的说明本质上只不过是示例而已,没有对本申请的发明、其应用对象或其用途加以限制的意图。

[0038] <第一实施方式>

[0039] -距离测量装置的构成-

[0040] 图1是示出第一实施方式所涉及的距离测量装置的构成例的简图。如图1所示,本

实施方式所涉及的距离测量装置包括固体摄像装置1、信号处理装置2、计算机3以及光源4。

[0041] 光源4朝向测量对象发出射出光。从光源4输出规定周期的脉冲状的光(以下简称为“脉冲光”)。脉冲光的周期、脉冲宽度由后述的逻辑·存储器22控制。光源4是发光部的一个例子。需要说明的是,光源4既可以构成为对特定的测量对象物发出射出光,也可以构成为对想要得到三维信息的整个区域(测量对象)照射光。即,也可以在光源4中内置通过使光扩散而对想要得到三维信息的整个区域照射光的装置。

[0042] 固体摄像装置1包括像素阵列11、垂直移位寄存器12、多路复用器13、驱动电路14、列电路15、水平移位寄存器16以及输出放大器17。

[0043] 在像素阵列11中,多个像素100以矩阵状排列,该像素阵列11将来自测量对象的反射光作为入射光接收,该测量对象存在于光源4的射出光所发射的测量区域中。各像素100根据从多路复用器13或者驱动电路14输入的电压,进行曝光。此外,各像素100根据从多路复用器13输入的选择信号,输出示出曝光结果的电压信号。关于像素阵列11及各像素100的构成例,将在后面进行说明。

[0044] 垂直移位寄存器12将从像素100输出到垂直信号线18的电压信号在列方向上传输,即向列电路15传输。垂直移位寄存器12选择像素阵列11内的特定行的像素100。这样一来,以像素阵列11的行为单位,从像素100依次输出表示曝光结果的电压信号。垂直移位寄存器12将表示像素阵列11中的选择出的行的地址信号输出至多路复用器13。

[0045] 多路复用器13根据从垂直移位寄存器12输入的地址信号向像素100供给电压。

[0046] 驱动电路14向像素100供给电压,该电压用于使像素阵列11所包含的像素100曝光。关于驱动电路14的构成例,将在后面进行说明。

[0047] 列电路15接收从垂直移位寄存器12传输的电压信号,对各像素100进行去除不同的偏移分量的CDS(Correlated Double Sampling:相关双采样)处理等,并输出至水平移位寄存器16。

[0048] 水平移位寄存器16将从列电路15输出的信号依次传输至输出放大器17。

[0049] 输出放大器17将从水平移位寄存器16依次输入的信号放大,并输出至信号处理装置2。

[0050] 信号处理装置2包括模拟前端21和逻辑·存储器22。

[0051] 模拟前端21将从固体摄像装置1的输出放大器17输出后的信号从模拟格式转换为数字格式。此外,模拟前端21将转换为数字格式的信号输出至逻辑·存储器22。需要说明的是,模拟前端21也可以根据需要,更换从输出放大器17输出后的信号的顺序。信号处理装置2是控制部的一个例子。

[0052] 逻辑·存储器22根据从模拟前端21接收到的信号,生成距离信号。所生成的距离信号被输出至计算机3。

[0053] 计算机3例如为电脑等,其根据从逻辑·存储器22输入的距离信号,生成固体摄像装置1的周围的三维信息。需要说明的是,也可以由信号处理装置2根据距离信号生成固体摄像装置1的周围的三维信息。

[0054] -像素的构成-

[0055] 如图2所示,像素100包括雪崩光电二极管101、一次积累区域102、第一晶体管103、存储单元110以及第三晶体管104。

[0056] 雪崩光电二极管101对入射光进行光电转换而产生信号电荷。此外,雪崩光电二极管101具有使信号电荷的电荷量增加的功能。

[0057] 一次积累区域102具有暂时保持由雪崩光电二极管101生成的信号电荷的功能。一次积累区域102的构成没有特别限定,只要能够暂时保持信号电荷即可。在图2中,示出了信号电荷被暂时保持在作为一次积累区域102的节点N2的例子。节点N2与读出电路连接。读出电路的构成没有特别限定,例如是经由后述的源极跟随电路600(参照图19)与信号线连接的电路。对于以下说明的读出电路也相同。

[0058] 第一晶体管103设置在雪崩光电二极管101的阴极与一次积累区域102之间。第一晶体管103的栅极例如与后述的偏置电路连接,根据从偏置电路输出的控制信号而被进行导通截止控制。即,第一晶体管103具有作为开关的功能,该第一晶体管103允许信号电荷从雪崩光电二极管101向一次积累区域102的转移,或者断开信号电荷从雪崩光电二极管101向一次积累区域102的转移。在以下的说明中,将连接雪崩光电二极管101和第一晶体管103的节点称为节点N1。

[0059] 存储单元110包括多个存储元件120和多个第二晶体管130。多个存储元件120并联地设置于节点N2(一次积累区域102)。在各个存储元件120与节点N2之间设置有第二晶体管130。各第二晶体管130根据施加给栅极的控制信号进行工作,其具有作为开关的功能,各第二晶体管130允许信号电荷从节点N2向各个存储元件120的转移,或者断开信号电荷从节点N2向各个存储元件120的转移。更具体而言,如果第二晶体管130导通,则节点N2和与该第二晶体管130连接的存储元件120之间导通,在该存储元件120中积累节点N2的信号电荷。

[0060] 在图2中,示出了存储单元110由两个存储元件120(121、122)和两个第二晶体管130(131、132)构成的例子。更详细而言,第二晶体管131和存储元件121的串联电路以及第二晶体管132和存储元件122的串联电路并联地连接于节点N2与接地之间。需要说明的是,存储元件120及第二晶体管130的数量不限于两个,也可以分别为三个以上。

[0061] 第三晶体管104与一次积累区域102连接,第三晶体管104具有排出一积累区域102的信号电荷的功能。在图2中,第三晶体管104设置在电源VD与节点N2之间。第三晶体管104的栅极例如与后述的偏置电路连接。如果第三晶体管根据从偏置电路输出的控制信号而被导通,则电源VD与节点N2之间就被导通,节点N2(一次积累区域102)的信号电荷在电源VD的作用下被排出。

[0062] -固体摄像装置的动作-

[0063] 图3示出固体摄像装置1进行曝光处理及读出处理时的像素100的动作顺序。如图3所示,在固体摄像装置1中,通过在与互不相同的距离区间相对应的时刻使第一晶体管103多次导通、截止来进行多次曝光。在各次曝光后,对多个第二晶体管130进行导通截止控制,使各自的曝光结果积累在互不相同的存储元件120中。然后,在之后的读出期间,读出存储在各个存储元件120中的信号电荷,计算到测量对象物为止的距离。

[0064] (曝光处理)

[0065] 首先,根据图3对本实施方式所涉及的曝光期间中的固体摄像装置1的动作进行说明。假设在曝光期间中,从光源4以规定的脉冲周期TP反复(例如,1000脉冲)发出脉冲状的射出光。在图3中,从时刻 t_{100} 到时刻 t_{110} 之间、以及从时刻 t_{110} 到时刻 t_{120} 之间为一个脉冲周期TP的期间。脉冲周期TP被设定为比光在测量距离范围的最大值的距离中传播的时间

长。例如,在将测量距离范围的最大值设为250[m]的情况下,光往返飞行500[m]的时间约为1.67[μsec],将脉冲周期TP设定为其以上的时间。

[0066] 如上所述,在射出光的光脉冲一个周期的时间内,在与互不相同的距离区间相对应的时刻执行多次曝光。在图3中,示出在一个脉冲周期TP的时间内进行两次曝光,并反复进行该两次曝光的例子。

[0067] 更详细而言,在时刻t101,第三晶体管104和第一晶体管103同时被导通,节点N1及节点N2的信号电荷被排出。由此,雪崩光电二极管101的阴极侧的电位被复位。

[0068] 在时刻t102,如果第三晶体管104截止,则开始第一次曝光。具体而言,经由第一晶体管103将由雪崩光电二极管101生成的信号电荷输入到一次积累区域102。然后,在时刻t103,如果第一晶体管103截止,则第一次曝光结束,信号电荷被暂时保持在一次积累区域102中。在第一次曝光中,来自存在于第一距离区间D1的测量对象物的反射光作为入射光输入到像素100,该第一距离区间D1与从光源4发光的时刻t100到期间P1为止的经过时间相对应。

[0069] 进而,在时刻t103第一晶体管103截止后,第二晶体管131导通。由此,在直到第二晶体管130在时刻t104截止为止的期间,保持在一次积累区域102中的信号电荷、即第一次的曝光结果被积累在存储元件121中。

[0070] 在时刻t104,在第二晶体管130截止后,在第二次曝光之前,第三晶体管104和第一晶体管103同时导通,雪崩光电二极管101的阴极侧的电位被复位。

[0071] 在时刻t105,如果第三晶体管104截止,则开始第二次曝光。具体而言,经由第一晶体管103将由雪崩光电二极管101生成的信号电荷输入到一次积累区域102。然后,在时刻t106,如果第一晶体管103截止,则第二次曝光结束,信号电荷被暂时保持在一次积累区域102中。在第二次曝光中,来自存在于第二距离区间D2的测量对象物的反射光作为入射光输入到像素100,该第二距离区间D2与从光源4发光的时刻t100到期间P2为止的经过时间相对应。

[0072] 进而,在时刻t106第一晶体管103截止后,与第一次曝光不同的第二晶体管132导通。由此,保持在一次积累区域102中的信号电荷、即第二次的曝光结果被积累在存储元件122中。

[0073] 由此,成为:第一次的曝光结果被存储在第一个存储元件121中、第二次的曝光结果被存储在第二个存储元件122中的状态。

[0074] 然后,将上述的一个脉冲周期TP中的动作作为一组,反复进行规定的次数(例如,1000个脉冲)。由此,在各存储元件121、122中积累各距离区间D1、D2中的信号。例如,在图3中,在下一个脉冲周期TP(时刻t110~t120)中,在时刻t112~t113的期间P1进行第一次曝光,在时刻t115~t116的期间P2进行第二次曝光。与之前的脉冲周期TP的情况相同,在第一次曝光中,来自存在于第一距离区间D1的测量对象物的反射光被积累在第一个第二晶体管131中,该第一距离区间D1与到期间P1为止的经过时间相对应。此外,在第二次曝光中,来自存在于第二距离区间D2的测量对象物的反射光被积累在第二个第二晶体管132中,该第二距离区间D2与到期间P2为止的经过时间相对应。以后,将相同的处理反复进行规定的次数。

[0075] 需要说明的是,在图3中,示出了在第一晶体管103刚截止之后第二晶体管131就导通的例子,但不限于此。例如,也可以在使第一晶体管103截止后经过一小段时间后使第二

晶体管131导通。但是,通过缩短从第一晶体管103截止到第二晶体管131导通为止的期间,能够增加曝光次数。即,能够提高距离测量装置的光利用效率。第一晶体管103与第二晶体管132之间的关系也相同。

[0076] (读出处理)

[0077] 如果规定脉冲数的曝光处理结束,则接着执行读出处理。以下,根据图3对读出期间中的固体摄像装置1的动作进行说明。首先,在第一次的读出期间R1($t_{131} \sim t_{135}$)中,执行第一距离区间D1的读出处理。

[0078] 具体而言,在时刻 t_{131} ,第三晶体管104导通,一次积累区域102的信号电荷被排出。由此,一次积累区域102被复位。

[0079] 在时刻 t_{132} 第三晶体管104截止后,如果在时刻 t_{133} 第二晶体管131导通,则积累在存储元件121中的与第一距离区间D1相对应的信号电荷被读出到一次积累区域102。然后,该被读出的信号电荷被读出至后级的读出电路,在信号处理装置2中计算到存在于第一距离区间D1的测量对象物为止的距离。

[0080] 在时刻 t_{134} 第二晶体管131截止后,在时刻 t_{135} 第三晶体管再次导通,一次积累区域102被复位。

[0081] 在时刻 t_{136} 第三晶体管104截止后,如果在时刻 t_{137} 第二晶体管132导通,则积累在存储元件122中的与第二距离区间D2相对应的信号电荷被读出到一次积累区域102。然后,该被读出的信号电荷被读出至后级的读出电路,在信号处理装置2中计算到存在于第二距离区间D2的测量对象物为止的距离。

[0082] 如果与所有的距离区间(在此为第一距离区间D1以及第二距离区间D2)相对应的读出处理结束,则执行存储单元110的复位处理。具体而言,第三晶体管104和所有的第二晶体管130(在此为第二晶体管131、132)同时导通,所有的存储元件120(在此为存储元件121、122)中积累的信号电荷被排出(参照图3的时刻 $t_{140} \sim t_{141}$)。然后,第二晶体管131、132截止,残留于一次积累区域102的电荷被排出(参照图3中的时刻 $t_{141} \sim t_{142}$)。

[0083] 如上所述,本实施方式的距离测量装置包括:光源4,该光源4朝向测量对象发出射出光;像素阵列11,在该像素阵列11中,多个像素100以矩阵状排列,该像素阵列11将射出光被测量对象反射后的反射光作为入射光接收;以及控制部,该控制部控制光源4和像素阵列11,并计算到测量对象为止的距离。并且,多个像素100分别包括:雪崩光电二极管101,该雪崩光电二极管101对入射光进行光电转换而产生信号电荷;一次积累区域102,该一次积累区域102用于暂时保持信号电荷;第一晶体管103,该第一晶体管103设置在雪崩光电二极管101的输出与一次积累区域102之间,用于允许信号电荷向一次积累区域102的转移或者断开信号电荷向一次积累区域102的转移;多个存储元件120,上述多个存储元件120并联地设置于一次积累区域102,用于积累信号电荷;多个第二晶体管130,上述多个第二晶体管130设置在一次积累区域102与各个存储元件120之间,用于允许信号电荷向存储元件120的转移或断开信号电荷向存储元件120的转移;以及第三晶体管104,该第三晶体管104与一次积累区域102连接,该第三晶体管104用于排出一一次积累区域102的信号电荷。

[0084] 通过采用这样的构成,能够增加每一个脉冲周期TP内的曝光次数,因此,其结果是,能够增加倍增次数。由于光利用效率例如能够通过“光利用效率=倍增次数/发出射出光的次数”求出,因此与在每单位周期TP内进行一次曝光的情况相比,能够提高距离测量装

置的光利用效率。

[0085] -变形例1-

[0086] 图4示出第一实施方式的变形例1所涉及的像素的电路图。

[0087] 在本变形例1中,示出了存储单元110由五个存储元件120(121~125)和五个第二晶体管130(131~135)构成的例子。此外,构成存储单元110的多个存储元件120包含存储容量比一次积累区域小的一个或多个第一存储元件。第一存储元件例如是一次计数专用的存储元件。在图4的例子中,虚线框128所包围的存储元件122~125的存储容量比一次积累区域102的存储容量小。即,存储元件122~125相当于上述的第一存储元件。

[0088] 例如,存储元件121构成为具有能够多次计数的存储介质。由此,将存储元件122~125设为一次计数专用的存储元件,另一方面,使用存储元件121能够应对相对较近的距离区间、背景光相对较多的情况。

[0089] 如上所述,通过将一或多个存储元件120设为一次计数专用的第一存储元件,由此能够提高S/N,提高读出效率。这样的设置了第一存储元件的结构能够很好地用于如背景光少且距离远这样的返回光子数相对少的环境中。

[0090] 需要说明的是,如图4所示,可以是存储元件120的一部分由第一存储元件构成,也可以是所有存储元件120由第一存储元件构成。此外,也可以将多个第一存储元件兼用作单一的存储介质,该单一的存储介质能够进行的计数超过一次。具体而言,通过使多个第一存储元件同时工作,由此能够将多个第一存储元件视为单一的存储介质。

[0091] -变形例2-

[0092] 图5示出第一实施方式的变形例2所涉及的像素的电路图。

[0093] 在本变形例2中,与第一实施方式的不同之处在于:在本变形例2中包括第四晶体管105,该第四晶体管105与连接有雪崩光电二极管101的阴极的节点N1连接,并将节点N1初始化为一定电位。在此,节点N1是第一节点的一个例子。除此之外的构成与上述的第一实施方式相同,在此省略其详细说明。

[0094] 图6示出本变形例2所涉及的第一晶体管103及第四晶体管105的动作顺序。需要说明的是,图6的时刻与上述的图3相对应。

[0095] 在上述第一实施方式中,通过将第一晶体管103和第三晶体管104同时导通,由此使雪崩光电二极管101的阴极复位。相对于此,在图6中,从时刻t101到时刻t102,通过将第四晶体管105导通,由此使雪崩光电二极管101的阴极复位。除此之外的动作与图3的动作相同,在此省略其详细说明。

[0096] 通过采用这样的构成,能够汇集需要高速地导通、截止的晶体管。更详细而言,通过设置第四晶体管105,由此能够将雪崩光电二极管101的阴极的复位汇集于第四晶体管105。由此,就不需要对第一晶体管103及第三晶体管104进行高速的导通、截止。为了使晶体管高速地工作,需要在像素100的外侧设置大容量的电容元件,因此通过汇集需要高速地导通、截止的晶体管,由此能够抑制芯片面积的增大。此外,与经由两个晶体管进行复位的情况相比,导通电阻减小,因此能够进一步加快电荷的排出速度、即复位速度。

[0097] <第二实施方式>

[0098] 在本实施方式中,对固体摄像装置1进行说明,该固体摄像装置1包含驱动在第一实施方式中记载的像素100的驱动电路14。

[0099] 驱动电路14包括用于使第一晶体管103导通、截止的第一驱动电路141、和用于使第三晶体管104导通、截止的第二驱动电路142。

[0100] 图7~图9示出本实施方式所涉及的固体摄像装置1的电路图。需要说明的是,在图7中,为了便于说明第一驱动电路141的构成,适当省略图示第一驱动电路141以外的构成。图9及后述的图10也相同。

[0101] -第一驱动电路-

[0102] 如图7所示,第一驱动电路141包括与存储元件121、122的数量相对应的数量(在此为两个)的第一偏置电路300、310。第一驱动电路141通过向第一晶体管103的栅极施加栅极电压 V_{tr} ,由此使第一晶体管103导通、截止。

[0103] 第一偏置电路300包括:经由第一开关元件301与第一晶体管103的栅极连接的第一电容305;和经由第二开关元件302与第一晶体管103的栅极连接的第二电容306。第一电容305经由晶体管303与电荷供给用的电容器321连接。第二电容306经由晶体管304与电荷供给用的电容器322连接。向第一开关元件301的栅极施加第一导通信号 ϕ_{on1} 。向第二开关元件302的栅极施加第一截止信号 ϕ_{off1} 。向晶体管303、304的栅极施加第一充电信号 ϕ_{chg1} 。第一电容305及第二电容306是偏置电压供给元件的一个例子。

[0104] 第一偏置电路310包括:经由第一开关元件311与第一晶体管103的栅极连接的第一电容315;和经由第二开关元件312与第一晶体管103的栅极连接的第二电容316。第一电容315经由晶体管313与电荷供给用的电容器321连接。第二电容316经由晶体管314与电荷供给用的电容器322连接。向第一开关元件311的栅极施加第二导通信号 ϕ_{on2} 。向第二开关元件312的栅极施加第二截止信号 ϕ_{off2} 。向晶体管313、314的栅极施加第二充电信号 ϕ_{chg2} 。第一电容315及第二电容316是偏置电压供给元件的一个例子。

[0105] 需要说明的是,像素100的构成与图2(第一实施方式)相同,在此省略其详细说明。

[0106] 图8是在图3的第一晶体管103的动作顺序中,抽出从时刻 t_{100} 到 t_{110} 之间的部分的图。在图8中,预先通过第一充电信号 ϕ_{chg1} 及第二充电信号 ϕ_{chg2} 使晶体管303、304、313、314导通,第一电容305、315被充电为规定的第一偏置电压,第二电容306、316被充电为规定的第二偏置电压。例如,第一偏置电压是用于使第一晶体管103导通的偏置电压,第二偏置电压是用于使第一晶体管103截止的偏置电压。

[0107] 在时刻 t_{101} ,通过第一导通信号 ϕ_{on1} 使第一开关元件301导通,从第一电容305向第一晶体管103的栅极施加第一偏置电压。此时,第一开关元件311及第二开关元件302、312是截止的。由此,第一晶体管103导通。

[0108] 在时刻 t_{103} ,通过第一截止信号 ϕ_{off1} 使第二开关元件302导通,从第二电容306向第一晶体管103的栅极施加第二偏置电压。此时,第一开关元件301、311及第二开关元件312是截止的。由此,第一晶体管103截止。

[0109] 在时刻 t_{104} ,通过第二导通信号 ϕ_{on2} 使第一开关元件311导通,从第一电容315向第一晶体管103的栅极施加第一偏置电压。此时,第一开关元件301及第二开关元件302、312是截止的。由此,第一晶体管103导通。

[0110] 在时刻 t_{106} ,通过第二截止信号 ϕ_{off2} 使第二开关元件312导通,从第二电容316向第一晶体管103的栅极施加第二偏置电压。此时,第一开关元件301、311及第二开关元件302是截止的。由此,第一晶体管103截止。

[0111] 像这样,通过设置与存储元件121、122的数量相应的数量的第一驱动电路141,由此能够实现第一晶体管103的高速动作。

[0112] -第二驱动电路-

[0113] 如图9所示,第二驱动电路142包括与存储元件121、122的数量相对应的数量(在此为两个)的第二偏置电路400、410。第二驱动电路142通过向第三晶体管104的栅极施加栅极电压,由此使第三晶体管104导通、截止。

[0114] 第二偏置电路400包括:经由第三开关元件401与第三晶体管104的栅极连接的第三电容405;和经由第四开关元件402与第三晶体管104的栅极连接的第四电容406。第三电容405经由晶体管403与电荷供给用的电容器421连接。第四电容406经由晶体管404与电荷供给用的电容器422连接。向第三开关元件401的栅极施加第一导通信号 ϕ_{on1} 。向第四开关元件402的栅极施加第一截止信号 ϕ_{off1} 。向晶体管403、404的栅极施加第一充电信号 ϕ_{chg1} 。

[0115] 第二偏置电路410包括:经由第三开关元件411与第三晶体管104的栅极连接的第三电容415;和经由第四开关元件412与第三晶体管104的栅极连接的第四电容416。第三电容415经由晶体管413与电荷供给用的电容器421连接。第四电容416经由晶体管414与电荷供给用的电容器422连接。向第三开关元件411的栅极施加第二导通信号 ϕ_{on2} 。向第四开关元件412的栅极施加第二截止信号 ϕ_{off2} 。向晶体管413、414的栅极施加第二充电信号 ϕ_{chg2} 。

[0116] 此外,第二驱动电路142包括设置在第二偏置电路400、410与第三晶体管104之间的开关元件430。开关元件430在曝光处理中进行切换,以使第三开关元件401、411及第四开关元件402、412与第三晶体管104的栅极连接。此外,开关元件430在读出处理中进行切换,以使多路复用器13的输出与第三晶体管104的栅极连接。

[0117] 需要说明的是,像素100的构成与图2(第一实施方式)相同,在此省略其详细说明。此外,由于第二驱动电路142实质上与第一驱动电路141同样地进行动作,因此在此省略其动作的说明。

[0118] 像这样,通过设置与存储元件121、122的数量相应的数量的第二驱动电路142,由此能够实现第三晶体管104的高速动作。

[0119] 需要说明的是,如上述的图5所示,在设置第四晶体管105的情况下,驱动电路14也可以包括用于使第四晶体管105导通、截止的第三驱动电路143,以此来代替第二驱动电路142。

[0120] -第三驱动电路-

[0121] 如图10所示,第三驱动电路143包括与存储元件121、122的数量相对应的数量(在此为两个)的第三偏置电路500、510。第三驱动电路143通过向第四晶体管105的栅极施加栅极电压,由此使第四晶体管105导通、截止。

[0122] 第三偏置电路500包括:经由第五开关元件501与第四晶体管105的栅极连接的第五电容505;和经由第六开关元件502与第四晶体管105的栅极连接的第六电容506。第五电容505经由晶体管503与电荷供给用的电容器521连接。第六电容506经由晶体管504与电荷供给用的电容器522连接。向第五开关元件501的栅极施加第一导通信号 ϕ_{on1} 。向第六开关元件502的栅极施加第一截止信号 ϕ_{off1} 。向晶体管503、504的栅极施加第一充电信号 ϕ

chg1。

[0123] 第三偏置电路510包括：经由第五开关元件511与第四晶体管105的栅极连接的第五电容515；和经由第六开关元件512与第四晶体管105的栅极连接的第六电容516。第五电容515经由晶体管513与电荷供给用的电容器521连接。第六电容516经由晶体管514与电荷供给用的电容器522连接。向第五开关元件511的栅极施加第二导通信号 ϕ_{on2} 。向第六开关元件512的栅极施加第二截止信号 ϕ_{off2} 。向晶体管513、514的栅极施加第二充电信号 ϕ_{chg2} 。

[0124] 需要说明的是，像素100的构成与图5（第一实施方式的变形例2）相同，在此省略其详细说明。此外，第三驱动电路143的动作中，作为驱动对象的晶体管与第一驱动电路141不同，但实质上的动作与第一驱动电路141相同，在此省略其详细说明。

[0125] 需要说明的是，也可以包括用于对第二晶体管130（131、132）进行导通、截止的第四驱动电路144。

[0126] -第四驱动电路-

[0127] 如图22所示，第四驱动电路144包括与存储元件121、122的数量相对应的数量（在此为两个）的第四偏置电路700、710。

[0128] 像这样，通过设置与存储元件121、122的数量相应的数量的第四偏置电路700、710，由此能够实现第二晶体管130（131、132）的高速动作。

[0129] 在图22中，第四偏置电路700通过向第二晶体管131的栅极施加栅极电压，由此使第二晶体管131导通、截止。

[0130] 更详细而言，第四偏置电路700包括：经由第七开关元件701与第二晶体管131的栅极连接的第七电容705；和经由第八开关元件702与第二晶体管131的栅极连接的第八电容706。第七电容705经由晶体管703与电荷供给用的电容器721连接。第八电容706经由晶体管704与电荷供给用的电容器722连接。向第七开关元件701的栅极施加第一导通信号 ϕ_{on1} 。向第八开关元件702的栅极施加第一截止信号 ϕ_{off1} 。向晶体管703、704的栅极施加第一充电信号 ϕ_{chg1} 。

[0131] 而且，第四驱动电路144包括设置在第四偏置电路700与第二晶体管131之间的开关元件730。开关元件730在曝光处理中进行切换，以使第七开关元件701及第八开关元件702与第二晶体管131的栅极连接。此外，在读出处理中进行切换，以使多路复用器13的输出与第二晶体管131的栅极连接。

[0132] 需要说明的是，虽然在图22中省略了具体图示，但在第二晶体管132的栅极上，经由与开关元件730相同的开关元件连接有第四偏置电路710。第四偏置电路710与第二晶体管132的连接构造、和第四偏置电路700与第二晶体管131的连接构造相同，在此省略详细说明。此外，像素100的构成与图2（第一实施方式）相同，在此省略其详细说明。此外，由于第四驱动电路144实质上与第二驱动电路142同样地进行动作，因此在此省略其动作的说明。

[0133] 像这样，通过设置与存储元件121、122的数量相应的数量的第四偏置电路700、710，由此能够实现第二晶体管131、132的高速动作。

[0134] 如上所述，本实施方式的固体摄像装置1包括：光源4，该光源4朝向测量对象发出射出光；像素阵列11，在该像素阵列11中，多个像素100以矩阵状排列，该像素阵列11接收入射光；以及信号处理装置2，该信号处理装置2控制光源4和像素阵列11，并计算到测量对象

为止的距离。多个像素100分别包括：雪崩光电二极管101，该雪崩光电二极管101对入射光进行光电转换而产生信号电荷；一次积累区域102，该一次积累区域102用于暂时保持信号电荷；第一晶体管103，该第一晶体管103设置在雪崩光电二极管101的阴极与一次积累区域102之间，用于允许信号电荷向一次积累区域102的转移或者断开信号电荷向一次积累区域102的转移；多个存储元件120，上述多个存储元件120并联地设置于一次积累区域102，且用于积累信号电荷。并且，信号处理装置2在一个周期的时间内，在互不相同的时刻从第一驱动电路141的互不相同的偏置电压供给元件305、306、315、316接收栅极电压的供给，通过对第一晶体管103的导通、截止进行切换来进行多次曝光，使各次的信号电荷积累在互不相同的存储元件121、122中。

[0135] 通过采用这样的构成，能够增加每一个脉冲周期TP内的曝光次数，因此，其结果是，能够增加倍增次数。由于光利用效率例如能够通过“光利用效率=倍增次数/发出射光的次数”求出，因此与在每单位周期TP内进行一次曝光的情况相比，能够提高固体摄像装置的光利用效率。

[0136] 而且，在光脉冲周期内的有限的期间内，由于能够高速地进行第一晶体管103的导通、截止的切换，因此能够进一步提高固体摄像装置的光利用效率。

[0137] -其他固体摄像装置的构成例-

[0138] 图21示出其他固体摄像装置的构成例。

[0139] 在图21中，像素阵列11是通过由四个像素100构成的像素单元180以矩阵状布置而构成的。在从纸面的表面侧观察图21的情况下，各像素单元180由布置在左上侧的第一像素100、布置在右上侧的第二像素100、布置在左下侧的第三像素100和布置在右下侧的第四像素100构成。

[0140] 并且，在各个像素单元180中，在第一像素100的第一晶体管103的栅极上连接有第一驱动电路161的输出。相同地，在各个像素单元180中，在第二像素100的第一晶体管103的栅极上连接有第二驱动电路162的输出，在第三像素100的第一晶体管103的栅极上连接有第三驱动电路163的输出，在第四像素100的第一晶体管103的栅极上连接有第四驱动电路164的输出。

[0141] 通过采用这样的构成，能够使用多个像素来测量各个距离区间。由此，能够增加在“曝光处理+读出处理”的一个循环中能够测量的距离区间的数量。换言之，摄像距离区间数(测量对象的距离区间数)为“(循环数)×(像素单元180内的像素100的数量)×(像素100内的存储介质的数量)”。

[0142] <第三实施方式>

[0143] 在本实施方式中，示出像素的构成与第一实施方式不同的例子。

[0144] 本实施方式中的距离测量装置的构成与第一实施方式相同。即，如图1所示，距离测量装置包括固体摄像装置1、信号处理装置2、计算机3以及光源4。在此，省略对距离测量装置的各构成的详细说明。

[0145] -像素的构成-

[0146] 图11示出本实施方式所涉及的像素100的电路图。在本实施方式中，像素100包括雪崩光电二极管201和多个一次积累单元200。多个一次积累单元200并联地连接于雪崩光电二极管201的阴极。

[0147] 在图11中,示出像素100包括两个一次积累单元200的例子。为了便于说明,对图11的一个一次积累单元200标注符号211,对另一个一次积累单元200标注符号212。此外,在不区别一次积累单元211、212进行说明的情况下,有时统称为一次积累单元200。

[0148] 雪崩光电二极管201对入射光进行光电转换而产生信号电荷。此外,雪崩光电二极管201具有使信号电荷的电荷量增加的功能。

[0149] 一次积累单元200包括一次积累区域、第一晶体管、至少一个存储单元以及第三晶体管。

[0150] 在图11的例子中,一次积累单元211包括一次积累区域202、第一晶体管203、存储单元271以及第三晶体管204。一次存储单元212包括一次积累区域242、第一晶体管243、存储单元272以及第三晶体管244。

[0151] 一次积累区域202、242暂时保持信号电荷。在图11的例子中,信号电荷被暂时保持在作为一次积累区域202的节点N21。此外,信号电荷被暂时保持在作为一次积累区域242的节点N22。节点N21、N22分别与读出电路(例如后述的源极跟随电路600)连接。

[0152] 第一晶体管设置在雪崩光电二极管与一次积累区域之间。与第一实施方式相同地,第一晶体管具有作为开关的功能,该第一晶体管允许信号电荷从雪崩光电二极管向一次积累区域的转移或者断开信号电荷从雪崩光电二极管向一次积累区域的转移。

[0153] 更详细而言,一次积累单元211的第一晶体管203设置在雪崩光电二极管201的阴极与一次积累区域202之间。一次存储单元212的第一晶体管243设置在雪崩光电二极管201的阴极与一次积累区域242之间。第一晶体管203、243的栅极例如分别与偏置电路连接。在以下的说明中,将连接雪崩光电二极管201和第一晶体管203、243的节点称为节点N11。

[0154] 一次积累单元211的存储单元271包括至少一个存储元件220和至少一个第二晶体管230。在图11中,存储单元271包括一个存储元件221作为存储元件220。第二晶体管230连接在存储元件221与节点N21之间。需要说明的是,为了便于说明,对一次积累单元211的第二晶体管230标注符号231。

[0155] 相同地,一次存储单元212的存储单元272包括至少一个存储元件250和至少一个第二晶体管260。在图11中,存储单元272包括一个存储元件251作为存储元件250。第二晶体管260连接在存储元件251与节点N22之间。需要说明的是,为了便于说明,对一次积累单元212的第二晶体管260标注符号261。

[0156] 第三晶体管与一次积累区域连接,第三晶体管具有排出一次积累区域的信号电荷的功能。如果第三晶体管根据从偏置电路输出的控制信号而被导通,则电源VD与一次积累区域之间就被导通,一次积累区域的信号电荷在电源VD的作用下被排出。

[0157] 更详细而言,一次积累单元211的第三晶体管204与一次积累区域202连接,并具有排出一次积累区域202的信号电荷的功能。相同地,一次存储单元212的第三晶体管244与一次积累区域242连接,并具有排出一次积累区域242的信号电荷的功能。

[0158] -固体摄像装置的动作-

[0159] 图12示出本实施方式所涉及的固体摄像装置1进行曝光处理及读出处理时的像素100的动作顺序。如图12所示,在固体摄像装置1中,通过在与互不相同的距离区间相对应的时刻使互不相同的一次积累单元的第一晶体管导通、截止来进行多次曝光。在各次曝光后,对与被曝光的一次积累区域相对应的第二晶体管进行导通截止控制,使各次曝光结果积累

在互不相同的存储元件中。然后,在之后的读出期间,读出存储在各个存储元件中的信号电荷,计算到测量对象物为止的距离。

[0160] (曝光处理)

[0161] 首先,根据图12对曝光期间中的固体摄像装置1的动作进行说明。假设在曝光期间中,从光源4以规定的脉冲周期TP反复(例如,1000脉冲)发出脉冲状的射出光。在图13中,从时刻 t_{200} 到时刻 t_{210} 之间、以及从时刻 t_{210} 到时刻 t_{220} 之间为一个脉冲周期TP的期间。

[0162] 如上所述,在射出光的光脉冲一个周期的时间内,在与互不相同的距离区间相对应的时刻执行多次曝光。在图12中,示出在一个脉冲周期TP的时间内进行两次曝光,并反复进行该两次曝光的例子。

[0163] 更详细而言,在时刻 t_{201} ,一次积累单元211的第三晶体管204和第一晶体管203同时导通,节点N11及节点N21的信号电荷被排出。由此,雪崩光电二极管201的阴极侧的电位被复位。

[0164] 在时刻 t_{202} ,如果第三晶体管204截止,则开始第一次曝光。具体而言,经由第一晶体管203将由雪崩光电二极管201生成的信号电荷输入到一次积累区域202。

[0165] 然后,在时刻 t_{203} ,如果第一晶体管203截止,则第一次曝光结束,信号电荷被暂时保持在一次积累区域202中。在第一次曝光中,来自存在于第一距离区间D3的测量对象物的反射光作为入射光输入到像素100,该第一距离区间D3与从光源4发光的时刻 t_{200} 到期间P3为止的经过时间相对应。

[0166] 在时刻 t_{204} ,在第二次曝光之前,一次积累单元212的第三晶体管244和第一晶体管243同时导通,雪崩光电二极管201的阴极侧的电位被复位。

[0167] 在时刻 t_{205} ,如果第三晶体管244截止,则开始第二次曝光。具体而言,经由第一晶体管243将由雪崩光电二极管201生成的信号电荷输入到一次积累区域202。

[0168] 然后,在时刻 t_{206} ,如果第一晶体管203截止,则第二次曝光结束,信号电荷被暂时保持在一次积累区域242中。在第二次曝光中,来自存在于第二距离区间D4的测量对象物的反射光作为入射光输入到像素100,该第二距离区间D4与从光源4发光的时刻 t_{200} 到期间P4为止的经过时间相对应。

[0169] 此外,在时刻 t_{206} 第一晶体管243截止后的时刻 t_{207} ,两个一次积累单元211、212的第二晶体管231、261导通。由此,成为:在到在时刻 t_{208} 第二晶体管231、261截止为止的期间,第一次的曝光结果存储在一个一次积累单元211的存储元件221中、第二次的曝光结果存储在另一个一次积累单元212的存储元件251中的状态。

[0170] 然后,将上述的一个脉冲周期TP中的动作作为一组,反复进行规定的次数(例如,1000个脉冲)。由此,在各存储元件221、251中积累与各距离区间D3、D4的测量相关的信号电荷。

[0171] (读出处理)

[0172] 如果规定脉冲数的曝光处理结束,则接着执行读出处理。以下,根据图12对读出期间中的固体摄像装置1的动作进行说明。首先,在第一次的读出期间R3($t_{231} \sim t_{235}$)中,执行第一距离区间D3的读出处理。

[0173] 具体而言,在时刻 t_{231} ,一个一次积累单元211的第三晶体管204导通,一次积累区域202的信号电荷被排出。由此,一次积累区域202被复位。

[0174] 在时刻 t_{232} 第三晶体管204截止后,如果在时刻 t_{233} 第二晶体管231导通,则积累在存储元件221中的与第一距离区间D3相对应的信号电荷被读出到一次积累区域202。然后,该被读出的信号电荷被读出至后级的读出电路,在信号处理装置2中计算到存在于第一距离区间D3的测量对象物为止的距离。

[0175] 在时刻 t_{234} 第二晶体管131截止后,在时刻 t_{235} 另一个一次积累单元212的第三晶体管244导通,一次积累区域242被复位。

[0176] 在时刻 t_{236} 第三晶体管244截止后,如果在时刻 t_{237} 第二晶体管261导通,则积累在存储元件252中的与第二距离区间D4相对应的信号电荷被读出到一次积累区域242。然后,该被读出的信号电荷被读出至后级的读出电路,在信号处理装置2中计算到存在于第二距离区间D4的测量对象物为止的距离。

[0177] 如果与所有的距离区间(在此为第一距离区间D3及第二距离区间D4)相对应的读出处理结束,则执行一次积累单元211、212的复位处理。具体而言,一次积累单元211的第三晶体管204和第二晶体管231同时导通,积累在存储元件221中的信号电荷被排出(参照图12的时刻 $t_{240} \sim t_{241}$)。然后,第二晶体管231截止,残留于一次积累区域202的电荷被排出(参照图12的时刻 $t_{241} \sim t_{242}$)。相同地,一次积累单元212的第三晶体管244和第二晶体管261同时导通,积累在存储元件251中的信号电荷被排出(参照图12的时刻 $t_{240} \sim t_{241}$)。然后,第二晶体管261截止,残留于一次积累区域242的电荷被排出(参照图12的时刻 $t_{241} \sim t_{242}$)。

[0178] 如上所述,在本实施方式中,也能够增加每单位脉冲周期TP内的曝光次数,因此,其结果是,能够增加倍增次数。由于光利用效率例如能够通过“光利用效率=倍增次数/发出射出光的次数”求出,因此与在每单位脉冲周期TP内进行一次曝光的情况相比,能够提高距离测量装置的光利用效率。

[0179] 此外,在本实施方式中,由于不共有一次积累区域,因此第二晶体管231、261(第二晶体管230、260)的导通期间的设定自由度提高。具体而言,在第一实施方式中,需要在从第一晶体管103的截止到第三晶体管104的导通为止的期间内设置第二晶体管130的导通期间,但在本实施方式中,不需要在从第一晶体管103的截止到第三晶体管104的导通为止的期间内设置第二晶体管130的导通期间。由此,能够提高距离分辨率、增加一个脉冲期间的曝光次数。此外,由于能够使互不相同的一次积累单元200的第二晶体管同时导通,因此能够缩短曝光处理的时间。

[0180] 需要说明的是,在图12中,示出了在读出期间中,在不同的时刻对一次积累单元211和一次积累单元212进行读出的例子,但也可以同时读出积累在一次积累单元211的存储元件221中的信号电荷和积累在一次积累单元212的存储元件251中的信号电荷。

[0181] -变形例1-

[0182] 图13示出第三实施方式的变形例1所涉及的像素的电路图。

[0183] 在本变形例中,与第三实施方式的不同之处在于:在本变形例中包括第四晶体管205,该第四晶体管205与连接有雪崩光电二极管201的阴极的节点N11连接,并将节点N11初始化为一定电位。在此,节点N11是第一节点的一个例子。除此之外的构成与第三实施方式相同,在此省略其详细说明。

[0184] 图14示出本变形例所涉及的固体摄像装置1进行曝光处理及读出处理时的像素

100的动作顺序。

[0185] 在上述的第三实施方式中,通过使第一晶体管203和第三晶体管204或者使第一晶体管243和第三晶体管244同时导通,由此使雪崩光电二极管201的阴极复位。相对于此,在图14中,从时刻 t_{201} 到时刻 t_{202} ,通过将第四晶体管205导通,由此使雪崩光电二极管201的阴极复位。除此之外的动作与图12的动作相同,在此省略其详细说明。

[0186] 通过采用这样的构成,能够汇集需要高速地导通、截止的晶体管。更详细而言,通过设置第四晶体管205,由此能够将雪崩光电二极管201的阴极的复位汇集于第四晶体管205。由此,就不需要对第一晶体管203、243及第三晶体管204、244高速地进行导通、截止。为了使晶体管高速地工作,需要在像素100的外侧设置大容量的电容元件,因此通过汇集需要高速地导通、截止的晶体管,由此能够抑制芯片面积的增大。此外,与经由两个晶体管进行复位的情况相比,导通电阻减小,因此能够进一步加快电荷的排出速度、即复位速度。

[0187] <第四实施方式>

[0188] 在本实施方式中,示出像素的构成与第一实施方式不同的例子。

[0189] 本实施方式中的距离测量装置的构成与第一实施方式相同。即,如图1所示,距离测量装置包括固体摄像装置1、信号处理装置2、计算机3以及光源4。在此,省略对距离测量装置的各构成的详细说明。

[0190] -像素的构成-

[0191] 图15示出本实施方式所涉及的像素100的电路图。在本实施方式中,像素100包括雪崩光电二极管201和多个一次积累单元200。多个一次积累单元200并联地连接于雪崩光电二极管201的阴极。在图15中,对与图11相同的构成标注相同的符号。在此,以与图11的不同点为中心进行说明。

[0192] 在图15中,存储单元271及存储单元272的构成与图11不同。

[0193] 具体而言,在图15中,存储单元271包括两个存储元件221、222和两个第二晶体管231、232。更详细而言,第二晶体管231和存储元件221的串联电路以及第二晶体管232和存储元件222的串联电路并联地连接于节点N21与接地之间。需要说明的是,存储单元271的存储元件及第二晶体管的数量并不限定于两个,也可以分别为三个以上。

[0194] 相同地,存储单元272包括两个存储元件251、252和两个第二晶体管261、262。更详细而言,第二晶体管261和存储元件251的串联电路以及第二晶体管262和存储元件252的串联电路并联地连接于节点N22与接地之间。需要说明的是,存储单元272的存储元件及第二晶体管的数量并不限定于两个,也可以分别为三个以上。此外,在存储单元271和存储单元272中,存储元件及第二晶体管的数量可以互不相等。

[0195] -固体摄像装置的动作-

[0196] 图16示出本实施方式所涉及的固体摄像装置1进行曝光处理及读出处理时的像素100的动作顺序。如图16所示,在固体摄像装置1中,通过在与互不相同的距离区间相对应的时刻使第一晶体管203多次导通、截止来进行多次曝光。相同地,通过在与相互不同的距离区间相对应的时刻使第一晶体管243多次导通、截止来进行多次曝光。而且,在本实施方式中,能够通过在与互不相同的时刻使互不相同的一次积累单元211、212的第一晶体管203、243导通、截止来进行多次曝光。然后,在读出期间,读出存储在各个存储元件中的信号电荷,计算到测量对象物为止的距离。

[0197] 需要说明的是,在本实施方式中,在一个一次积累单元211中进行曝光处理的期间,在另一个一次积累单元212中进行读出处理。而且,在一个一次积累单元211进行读出处理的期间,在另一个一次积累单元212进行曝光处理。即,在一次积累单元211和一次积累单元212中,执行交替地进行曝光处理和读出处理的并行处理。

[0198] 具体而言,在图16的例子中,在从时刻t400到时刻t500的期间,进行一次积累单元211的曝光处理,并进行一次积累单元212的读出处理。此外,在从时刻t500到时刻t600的期间,进行一次积累单元211的读出处理,并进行一次积累单元212的曝光处理。

[0199] (一次积累单元211的曝光处理)

[0200] 在一次积累单元211中,在时刻t401光源4发光后,在时刻t402,第四晶体管205导通,节点N11的信号电荷被排出。由此,雪崩光电二极管101的阴极侧的电位被复位。

[0201] 在时刻t403,如果一次积累单元211的第四晶体管204截止、第一晶体管203导通,则开始第一次曝光。具体而言,由雪崩光电二极管201生成的信号电荷经由第一晶体管103输入到一次积累区域202(节点N21)。

[0202] 然后,在时刻t404,如果第一晶体管203截止,则第一次曝光结束,信号电荷被暂时保持在一次积累区域202中。在第一次曝光中,来自存在于第一距离区间D5的测量对象物的反射光作为入射光输入到像素100,该第一距离区间D5与从光源4发光的时刻t401到时刻t403为止的经过时间相对应。

[0203] 在第一晶体管203截止后的时刻t404,第二晶体管231和第四晶体管205均导通。通过使第二晶体管231导通,保持在一次积累区域202中的信号电荷、即第一次的曝光结果被积累在存储元件221中。此外,通过使第四晶体管205导通,雪崩光电二极管101的阴极侧的电位被复位。像这样,通过设置第四晶体管205,即使在雪崩光电二极管101的阴极侧的电位的复位期间,也能够向存储元件221积累信号电荷。

[0204] 在第二晶体管231及第四晶体管205截止后的时刻t405,第一晶体管203再次导通,开始第二次曝光。在第二次曝光中,由雪崩光电二极管201生成的信号电荷也经由第一晶体管103输入到一次积累区域202(节点N21)。

[0205] 在第一晶体管203截止后的时刻t406,与第一次曝光不同的第二晶体管232导通。由此,保持在一次积累区域202中的信号电荷、即第二次的曝光结果被积累在存储元件222中。

[0206] 由此,成为:第一次的曝光结果被存储在第一个存储元件221中、第二次的曝光结果被存储在第二个存储元件222中的状态。

[0207] (一次积累单元212的读出处理)

[0208] 如上所述,在从时刻t400到时刻t500的期间,在一次积累单元212中,执行读出处理,在该读出处理中,读出在时刻t400以前的曝光处理中积累的数据。具体而言,在从时刻t400到时刻t500的读出期间,执行以下的处理。需要说明的是,在读出期间中,一次积累单元212的第一晶体管243截止。因此,在一次积累单元212中,不受一次积累单元211的曝光处理的影响。

[0209] 具体而言,在时刻t431,第三晶体管244导通,一次积累区域102被复位。

[0210] 在第三晶体管244截止后的时刻t433,如果第二晶体管261导通,则积累在存储元件251中的信号电荷被读出到一次积累区域242。然后,该被读出的信号电荷被读出至后级

的读出电路,在计算机3中计算到测量对象物为止的距离。

[0211] 接着,在第二晶体管261截止后的时刻t435,如果第二晶体管262导通,则积累在存储元件252中的信号电荷被读出到一次积累区域242。然后,该被读出的信号电荷被读出至后级的读出电路,在计算机3中计算到测量对象物为止的距离。

[0212] 然后,如上所述,从时刻t500到时刻t600,在一次积累单元211中,执行读出处理,在该读出处理中,读出在上述曝光处理中积累的电荷信号。此外,在一次积累单元212中,执行下一个曝光处理。需要说明的是,各个读出处理及曝光处理除了动作主体相反以外,实质上相同,在此省略其详细说明。

[0213] 如上所述,在本实施方式中,也能够增加每单位周期TP内的曝光次数,因此,其结果是,能够增加倍增次数。由于光利用效率例如能够通过“光利用效率=倍增次数/发出射出光的次数”求出,因此与在每单位周期TP内进行一次曝光的情况相比,能够提高距离测量装置的光利用效率。

[0214] 此外,由于将一次积累单元210分成如一次积累单元211、一次积累单元212那样多个一次积累单元,交替地执行曝光处理和读出处理,因此能够始终使光源4发光而持续地进行曝光处理,从而能够与该曝光动作并行地执行读出处理。由此,能够提高光源4的利用率。这样一来,能够进一步提高距离测量装置在整个动作期间的光利用效率。

[0215] -变形例1-

[0216] 图17是第四实施方式的变形例1所涉及的像素的电路图。

[0217] 在图17中,包括猝灭电阻206,以此来代替图16的第四晶体管205,该猝灭电阻206设置在雪崩光电二极管201的阴极与一定电位的第一电位线N3之间设置。除此之外的构成与图16相同。

[0218] 猝灭电阻206作为雪崩倍增的猝灭元件而发挥功能,猝灭电阻206具有将雪崩光电二极管201的阴极初始化为一定电位的功能。并且,通过调节曝光期间中的第一晶体管203、243的栅极电压,由此能够将倍增电荷保持在一次积累区域202、242中。

[0219] 通过采用这样的构成,在雪崩光电二极管201中进行了倍增时,进行电荷经由猝灭电阻206自发地流过而返回到原来的电位的动作(参照图18的时刻t21、t23附近)。需要说明的是,在图18中,示出在曝光期间P21中进行雪崩倍增,在曝光期间P22中不进行雪崩倍增的例子。

[0220] 需要说明的是,猝灭电阻206的电阻值没有特别限定,然而优选设定为在进行了雪崩倍增的情况下,在各次曝光期间内电压返回到原来的程度的值。

[0221] 由此,例如,如图18所示,曝光期间P21的曝光结果(雪崩光电二极管201的倍增结果)被保持在一次积累区域202中,然后,能够不进行复位而执行曝光期间P22的曝光。即,例如,在图18的例子中,即使在第一次曝光时进行了雪崩倍增的情况下,在第二次曝光期间P22开始之前,也实现了自发复位。

[0222] 像这样,根据本变形例,由于可以在相邻的曝光期间P21、P22之间不设置雪崩光电二极管201的复位期间,因此能够在同一脉冲周期内进行连续的距离区间的曝光。

[0223] 需要说明的是,也可以代替猝灭电阻206而由作为雪崩倍增的猝灭元件发挥功能的其他元件来实现。例如,也可以设置晶体管,调节晶体管的导通电阻以使其作为猝灭元件发挥功能,以此来代替猝灭电阻206。

[0224] -变形例2-

[0225] 图19是第四实施方式的变形例2所涉及的像素的电路图。

[0226] 在本变形例中,示出了将多个一次积累单元200连接到单一的源极跟随电路600的构成例。具体而言,在本变形例2中,在变形例2的各个一次积累单元200与源极跟随电路600的输入晶体管601的栅极之间设置有第五晶体管。

[0227] 在图19的例子中,在一次积累单元211的一次积累区域202与输入晶体管601的栅极之间设置第五晶体管207,在一次积累单元212的一次积累区域242与输入晶体管601的栅极之间设置第五晶体管247。

[0228] 通过采用这种构成,能够共用源极跟随电路600。

[0229] 此外,如上述图16所示,能够在一次积累单元211中进行曝光处理的期间,在另一个一次积累单元212中执行读出处理。

[0230] 综上所述,本公开的距离测量装置包括:光源4,该光源4用作朝向测量对象发出射出光的发光部;像素阵列11,在该像素阵列11中,多个像素100以矩阵状排列;以及控制部,该控制部计算到测量对象为止的距离。像素阵列11将射出光被测量对象反射后的反射光作为入射光接收。

[0231] 像素100分别包括雪崩光电二极管101、和一个或多个一次积累单元170(参照图21)。

[0232] 一次积累单元170分别包括:雪崩光电二极管101、一次积累区域102、第一晶体管103、存储单元110以及第三晶体管104。在设置有多多个一次积累单元170的情况下,多个一次积累单元170并联地连接于雪崩光电二极管101的阴极。

[0233] 雪崩光电二极管101对入射光进行光电转换而产生信号电荷。一次积累区域102经由第一晶体管103与雪崩光电二极管101的阴极连接,具有暂时保持由雪崩光电二极管101生成的信号电荷的功能。第三晶体管104与一次积累区域102连接,第三晶体管104具有排出一一次积累区域102的信号电荷的功能。

[0234] 存储单元110包括一个或多个存储元件120。各个存储元件120经由第二晶体管130与一次积累区域102连接。在存在多个存储元件120的情况下,多个存储元件120分别经由第二晶体管130与一次积累区域102连接。即,多个存储元件120并联地连接于一次积累区域102。

[0235] 图20示出像素100由 m 个(m 为任意的整数)一次积累单元170构成的例子。此外,在图20中,在各一次积累单元170中设置有 n 个(n 为任意的整数)存储元件120。即,图20的像素100包括 $m \times n$ 个存储元件120。此外,在图20的像素100中,一次积累区域102、第一晶体管103以及第三晶体管104分别为 n 个。

[0236] 通过采用这样的构成,如上所述,能够增加每一个脉冲周期TP中的曝光次数,因此,其结果是,能够增加倍增次数。由此,与在每一个光脉冲周期TP中进行一次曝光的情况相比,能够提高距离测量装置的光利用效率。

[0237] 如上所述,作为本公开的技术的示例,对实施方式进行了说明。为此,提供了附图及详细的说明。

[0238] 因此,在附图及详细的说明中所记载的构成要素中,不仅包含用于解决技术问题所必需的构成要素,为了示例上述技术,还包含了并不是为了解决技术问题所必需的构成

要素。因此,不应仅仅因为在附图、详细的说明中记载了这些非必需的构成要素,就认定为这些非必需的构成要素是必需的。

[0239] 此外,上述的实施方式是用于示例本公开的技术,因此能够在权利要求书或其等同的范围内进行各种变更、置换、附加、省略等。此外,能够适当组合使用互不相同的实施方式的构成、变形例的构成。

[0240] 例如,在上述各实施方式及变形例中,固体摄像装置1也可以包括多个半导体基板800。在图23中,示出了图11所示的像素100分开安装在两个半导体基板800上的例子。

[0241] 更详细而言,在图23中,固体摄像装置1包括作为多个半导体基板800的第一半导体基板801和第二半导体基板802。在第一半导体基板801上布置有雪崩光电二极管201。在第二半导体基板802上布置有一次积累单元200(211、212)。

[0242] 在图23的例子中,雪崩光电二极管201布置在布置有一次积累区域202、242、第一晶体管203、243、存储元件221、251、第二晶体管231、261以及第三晶体管204、244的半导体基板以外的半导体基板上。并且,雪崩光电二极管201和第一晶体管203、243经由布线L11连接。

[0243] 通过采用这样的构成,能够获得能够抑制像素尺寸随着存储元件及晶体管的增加而增大的效果。

[0244] 需要说明的是,图23的构成不限于图11的像素100,对于图11以外的附图所示的像素100也相同。即,在其他图的像素100中,雪崩光电二极管也可以布置在布置有一次积累区域、第一晶体管、存储元件、第二晶体管以及第三晶体管的半导体基板以外的半导体基板上,对此未图示。并且,雪崩光电二极管和第一晶体管也可以经由布线连接。

[0245] -产业实用性-

[0246] 本公开的距离测量装置能够提高光利用效率,因此非常有用。

[0247] -符号说明-

[0248]	1	固体摄像装置
[0249]	2	信号处理装置(控制部)
[0250]	4	光源(发光部)
[0251]	11	像素阵列
[0252]	100	像素
[0253]	101	雪崩光电二极管
[0254]	102	一次积累区域
[0255]	104	第三晶体管
[0256]	105	第四晶体管
[0257]	120	存储元件
[0258]	130	第二晶体管
[0259]	141	第一驱动电路
[0260]	142	第二驱动电路
[0261]	143	第三驱动电路
[0262]	144	第四驱动电路
[0263]	300、310	第一偏置电路

[0264]	301、311	第一开关元件
[0265]	302、312	第二开关元件
[0266]	305、315	第一电容
[0267]	306、316	第二电容
[0268]	400、410	第二偏置电路
[0269]	401、411	第三开关元件
[0270]	402、412	第四开关元件
[0271]	405、415	第三电容
[0272]	406、416	第四电容
[0273]	501、511	第五开关元件
[0274]	502、512	第六开关元件
[0275]	505、515	第五电容
[0276]	506、516	第六电容
[0277]	701、711	第七开关元件
[0278]	702、712	第八开关元件
[0279]	705、715	第七容量
[0280]	805、815	第八容量。

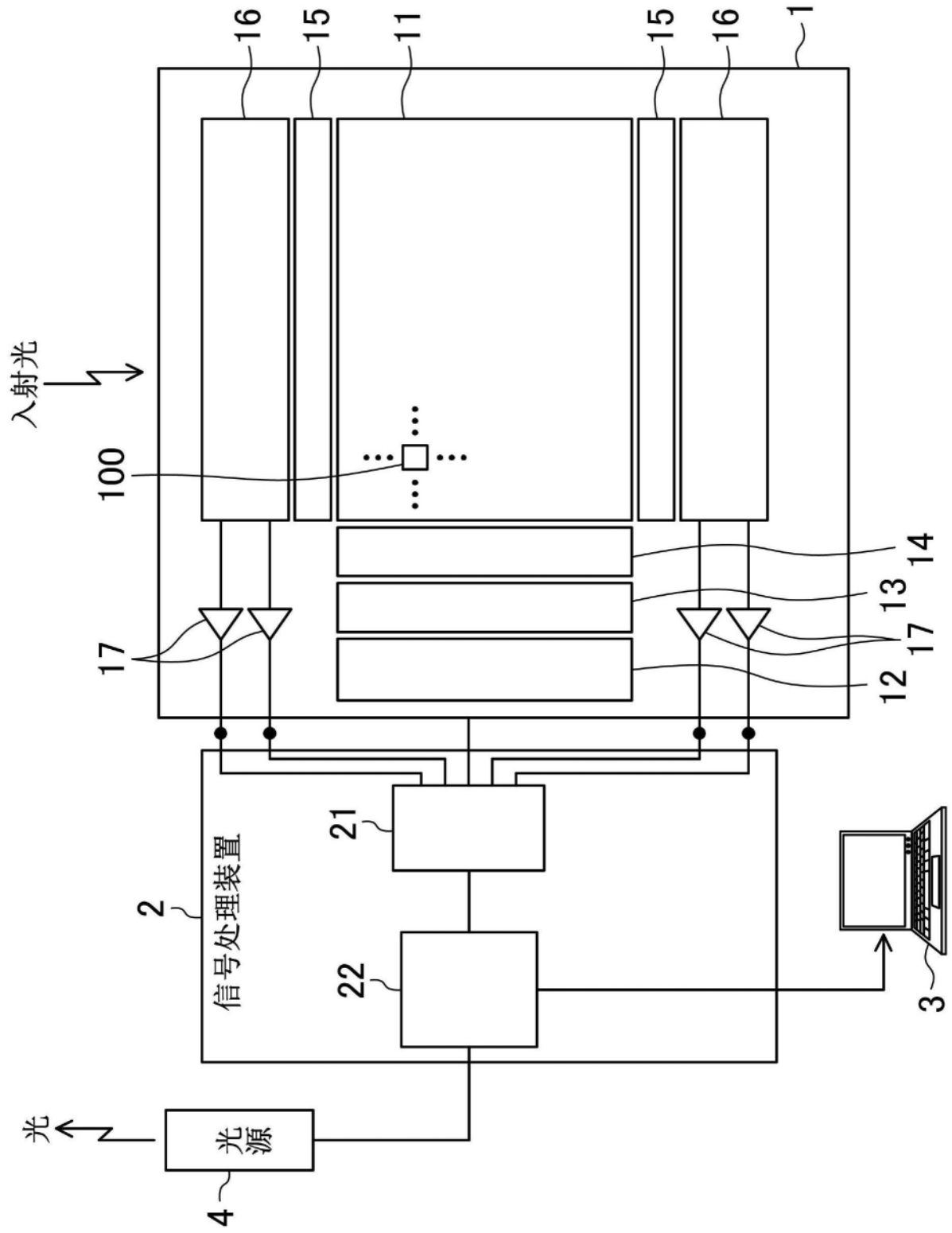


图1

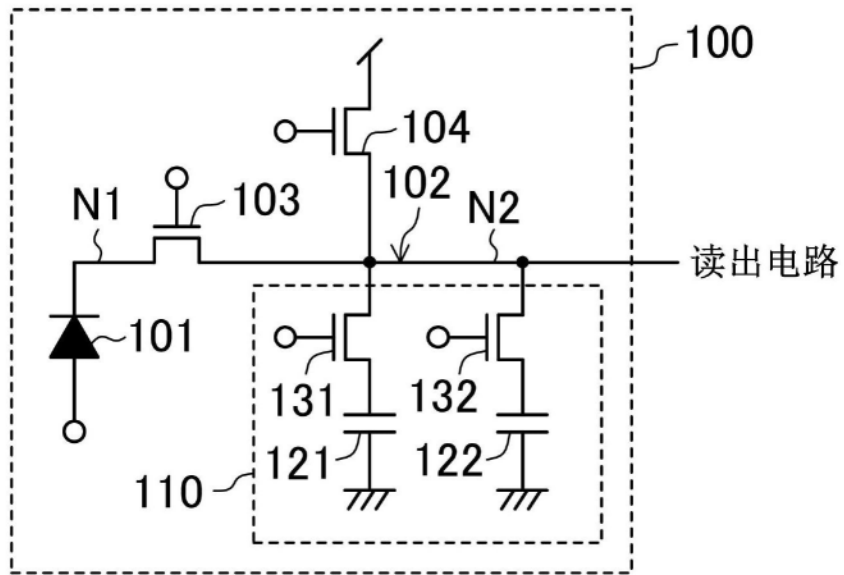


图2

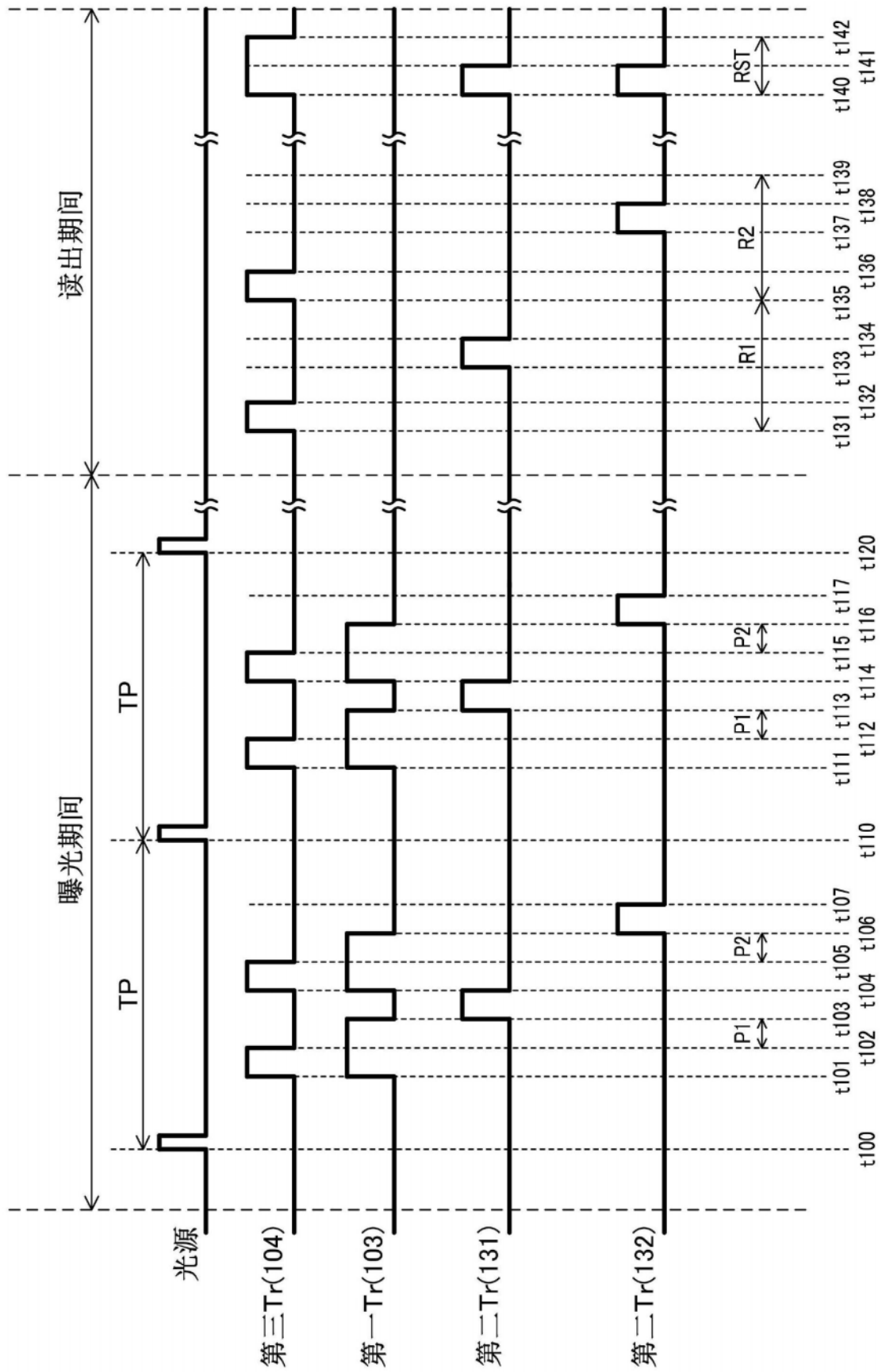


图3

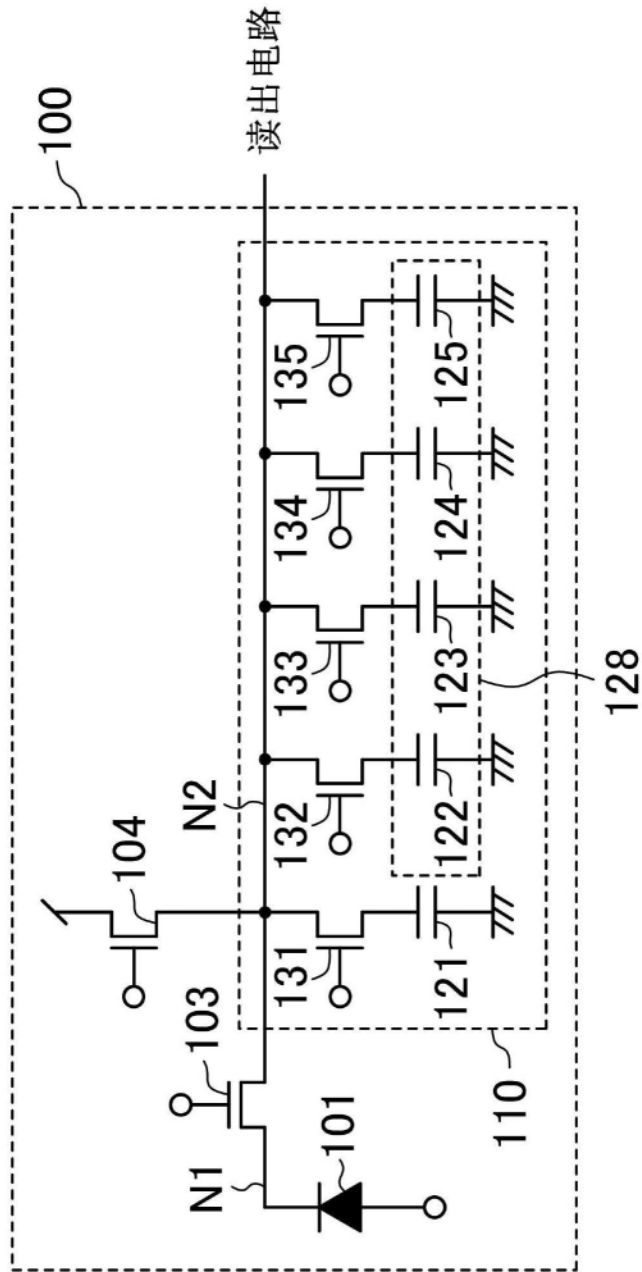


图4

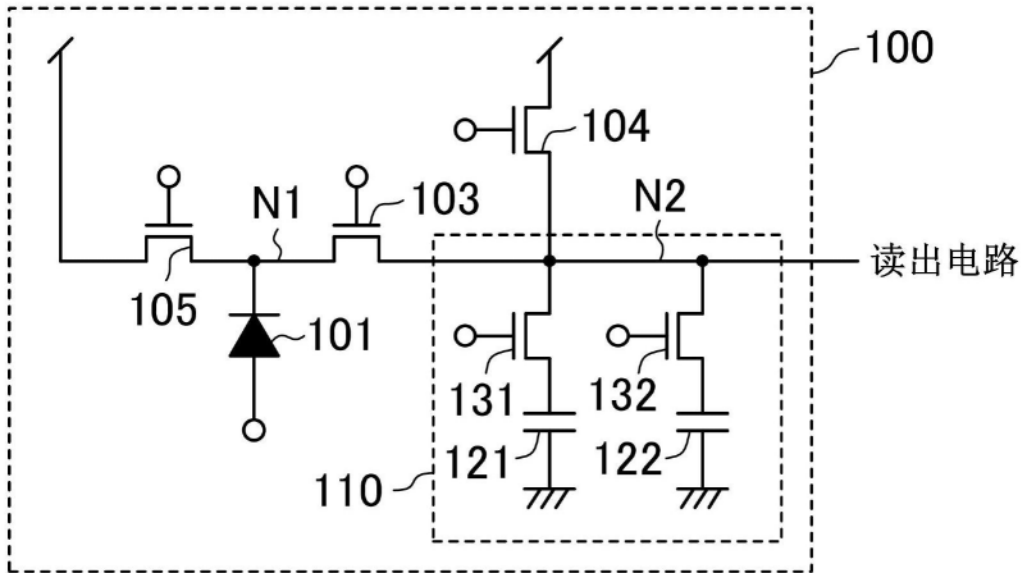


图5

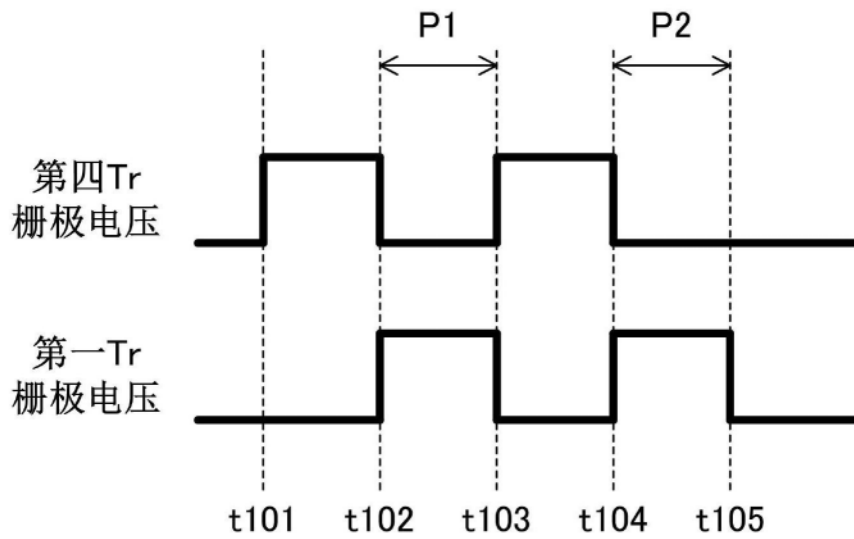


图6

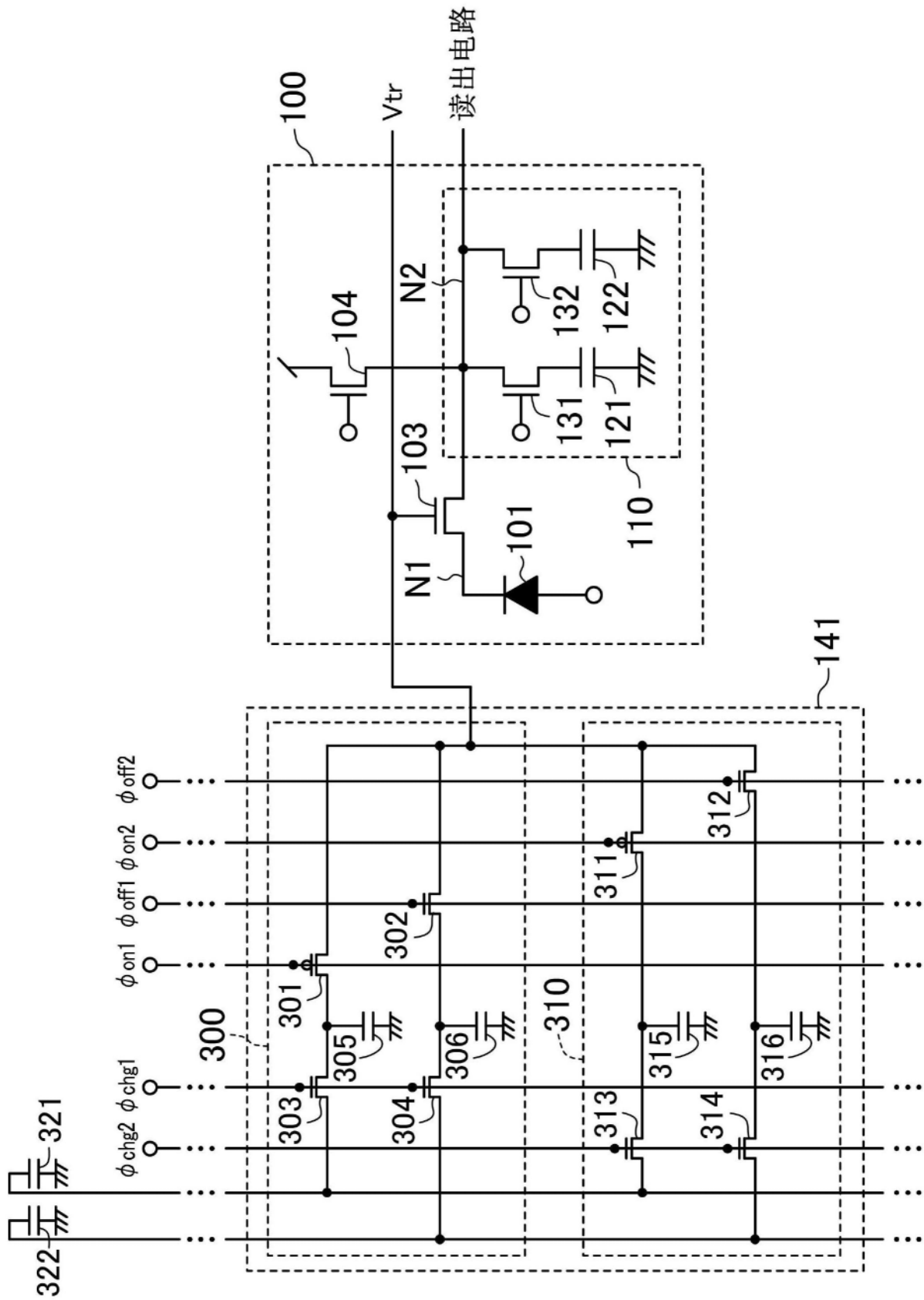


图7

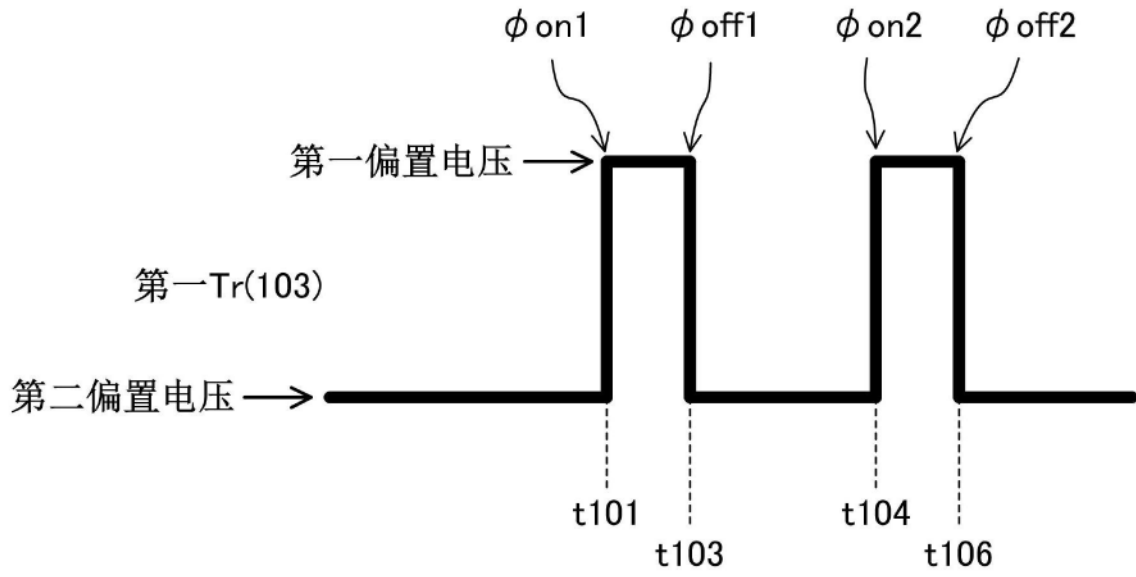


图8

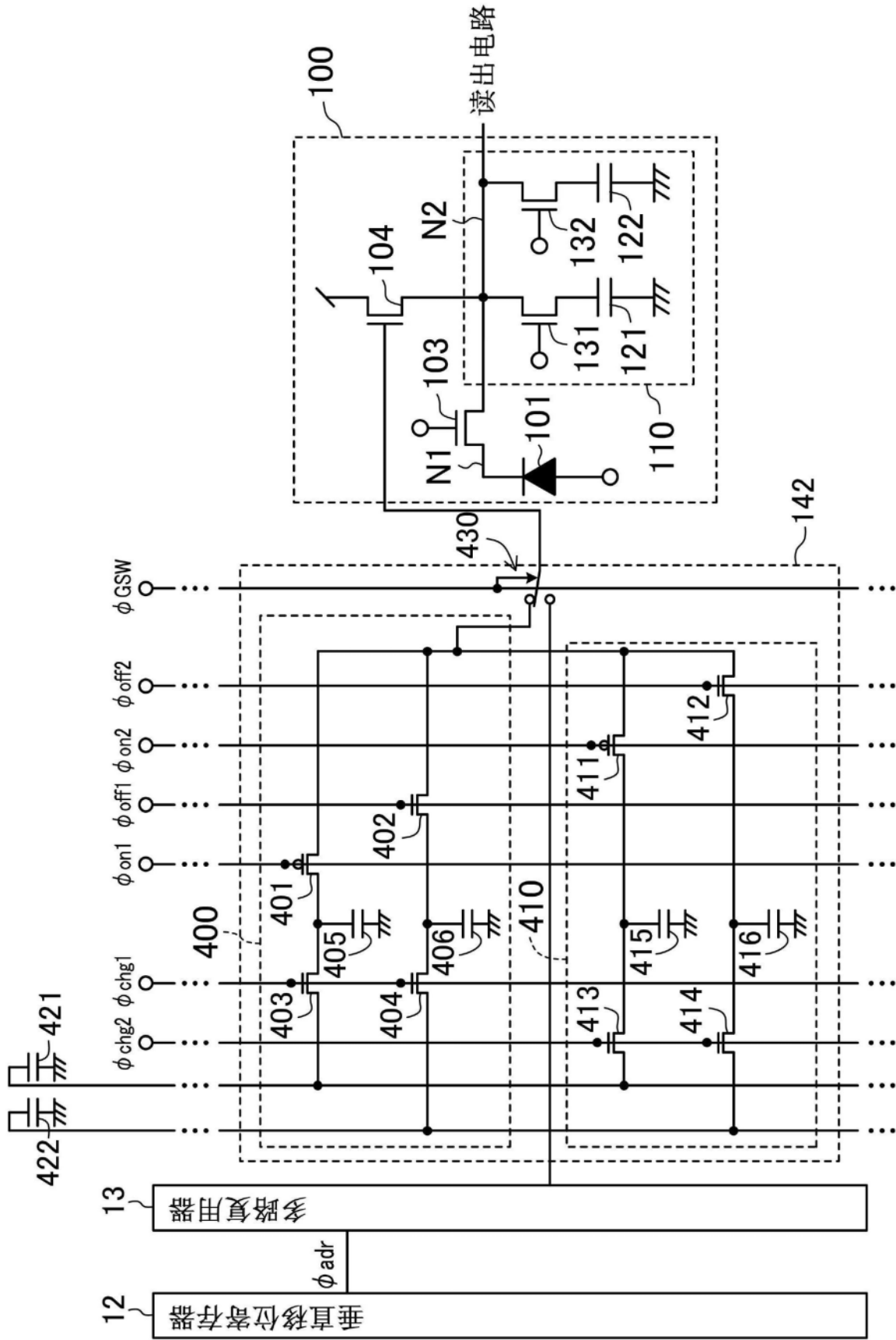


图9

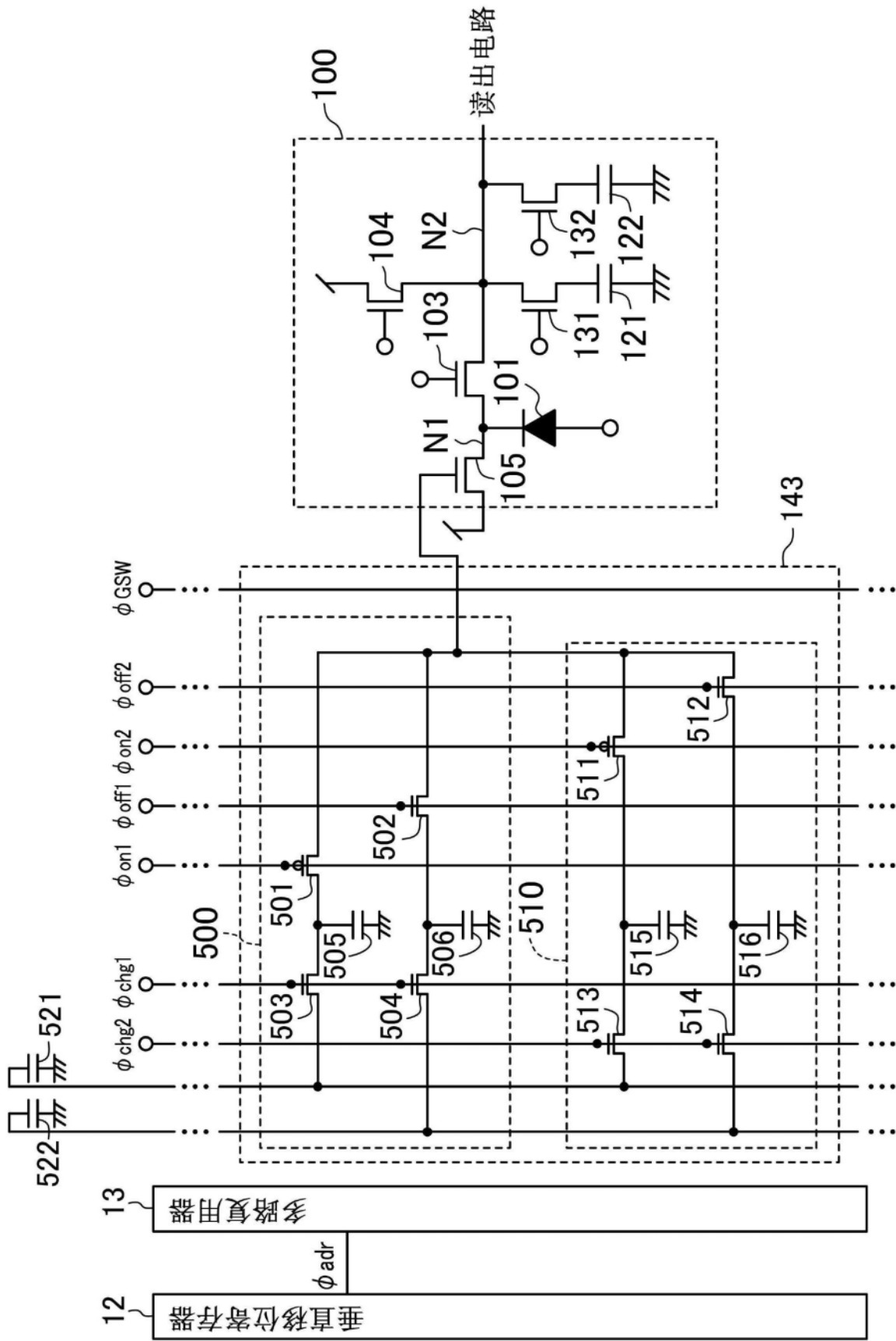


图10

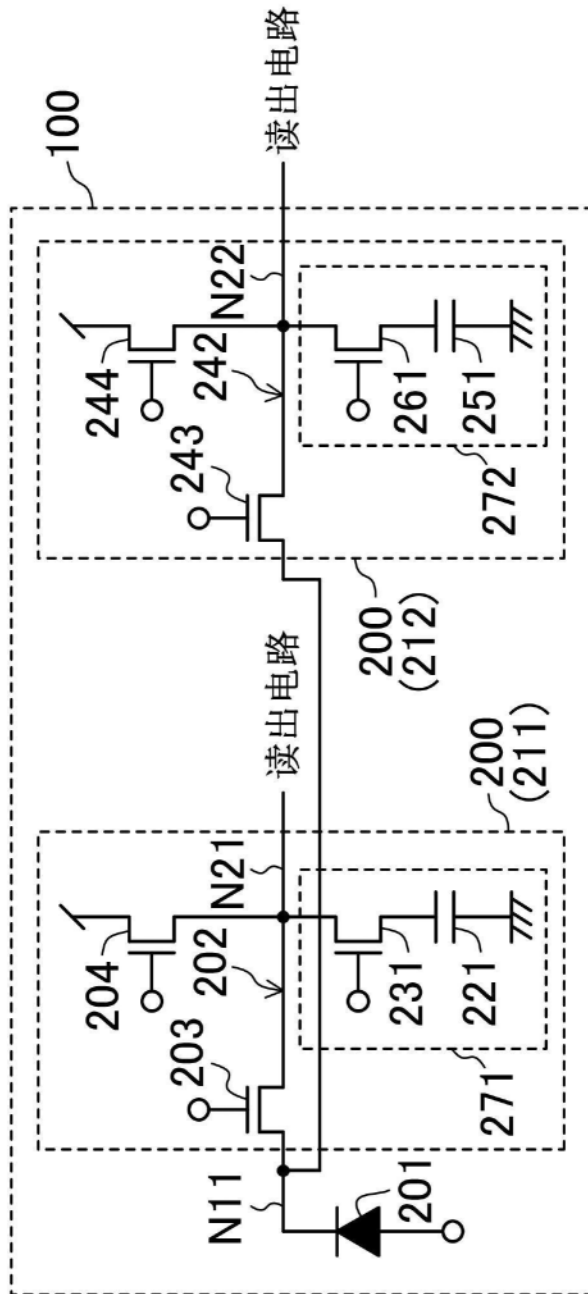


图11

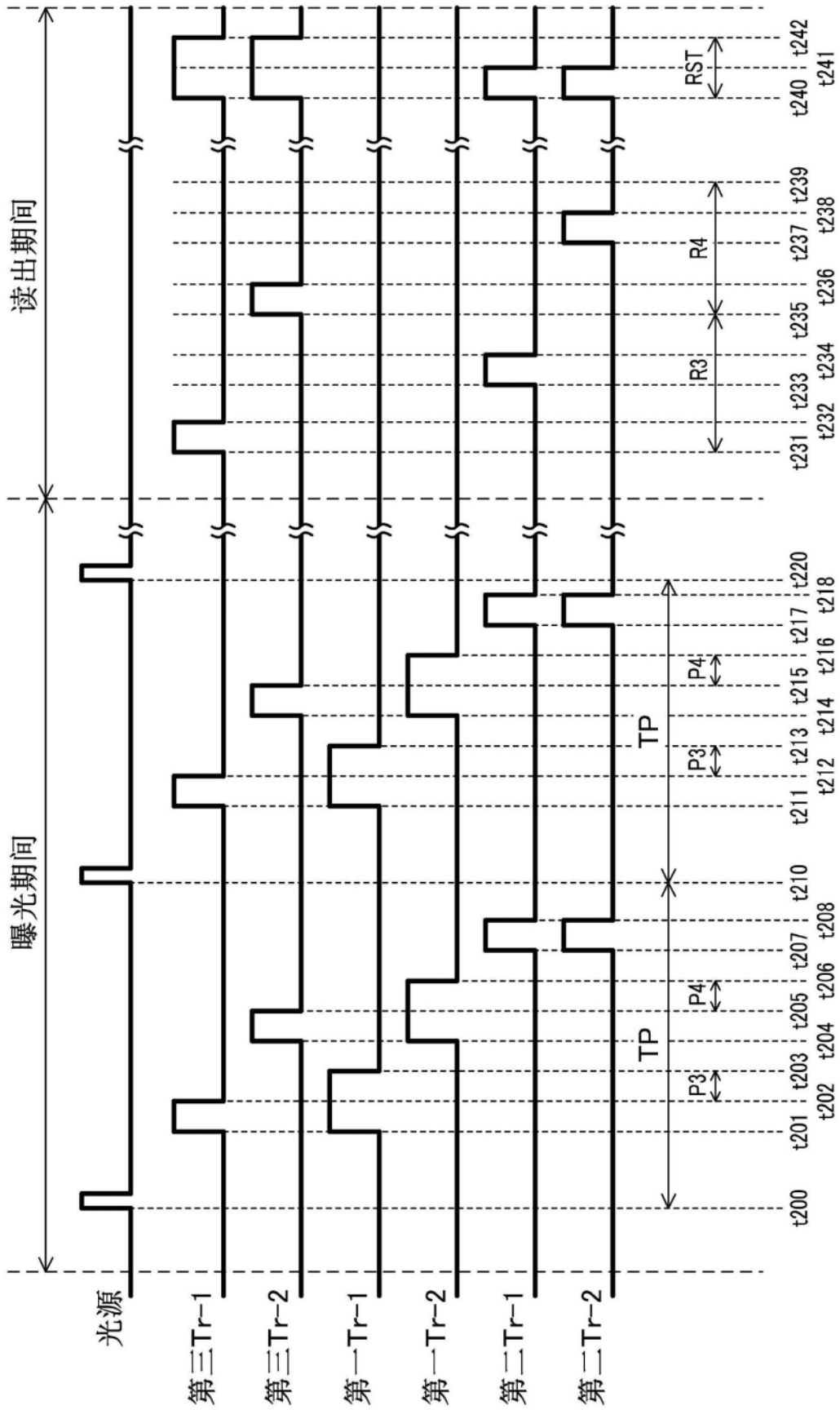


图12

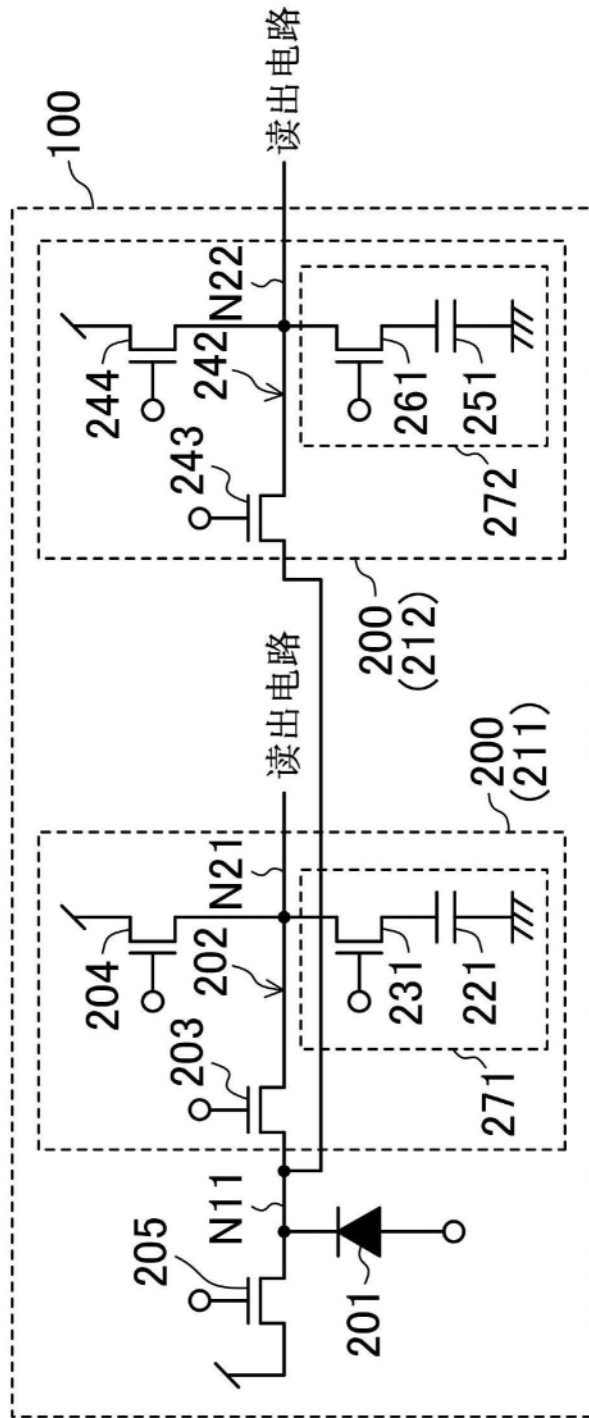


图13

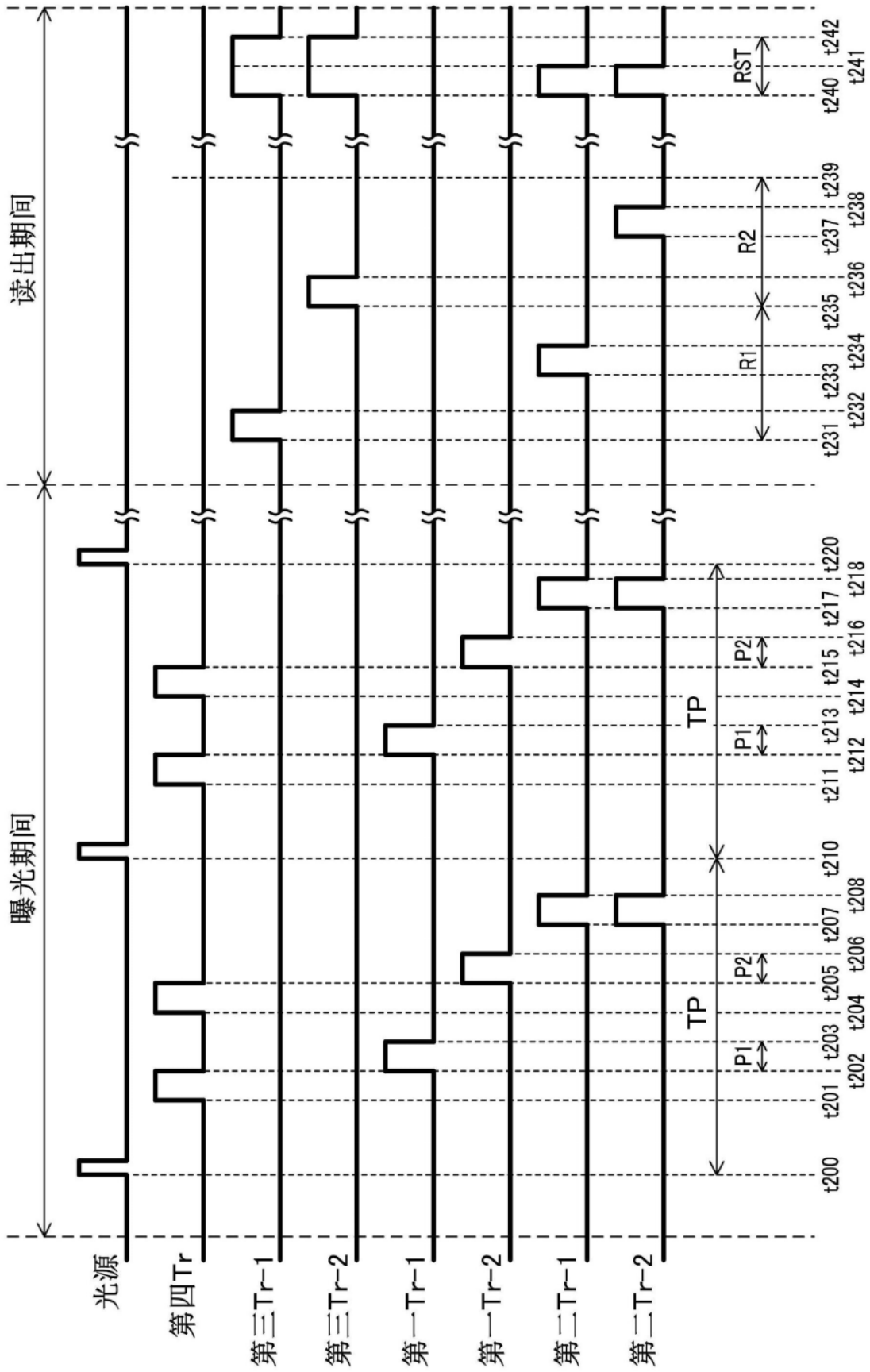


图14

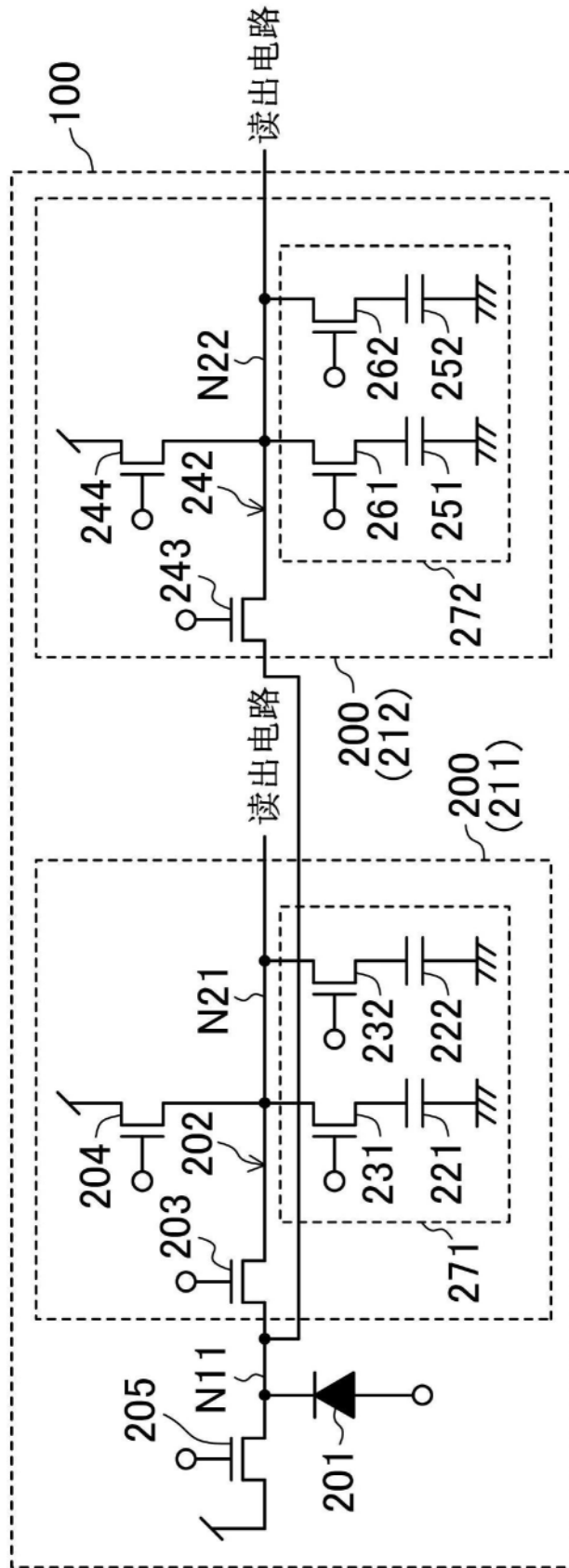


图15

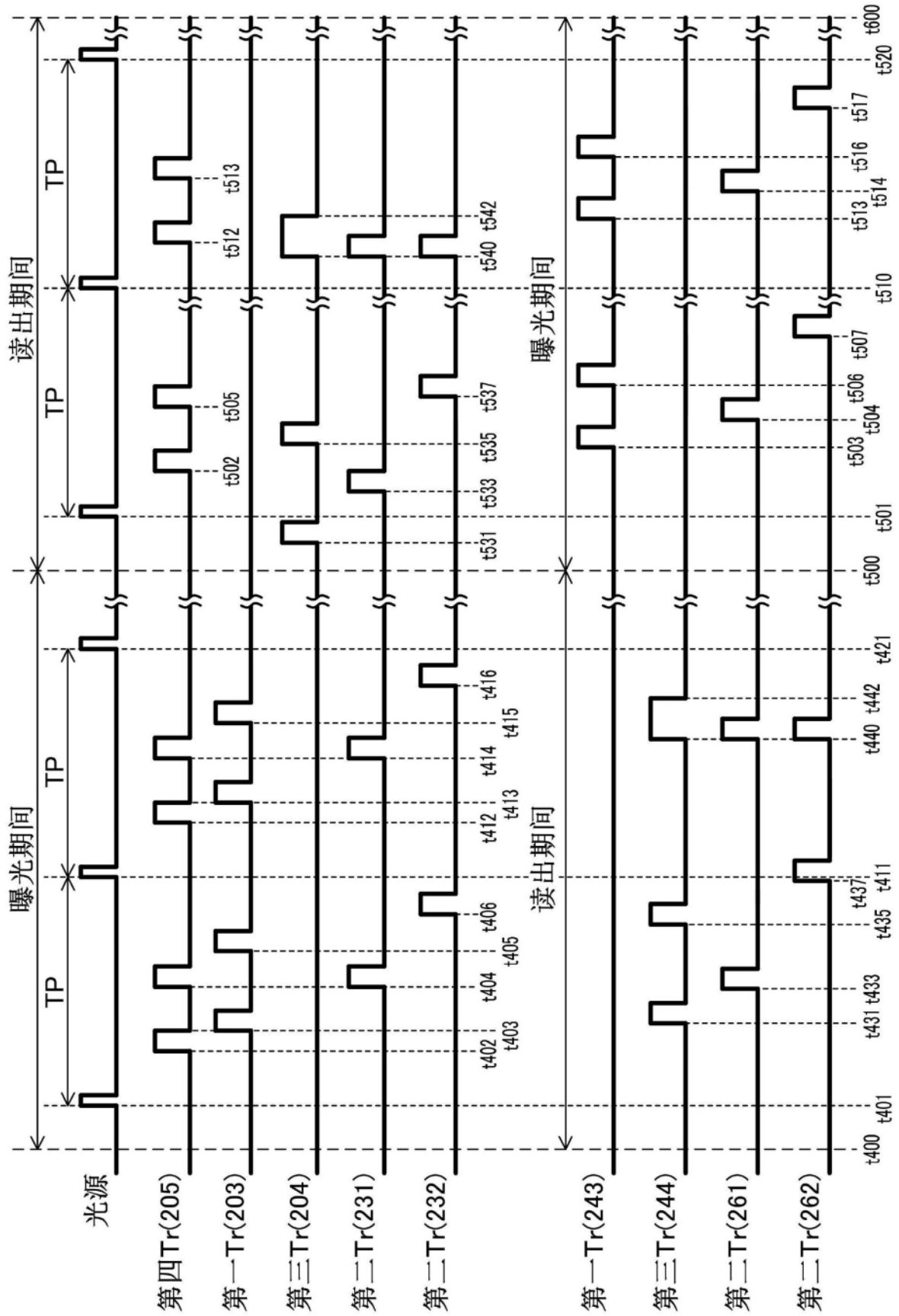


图16

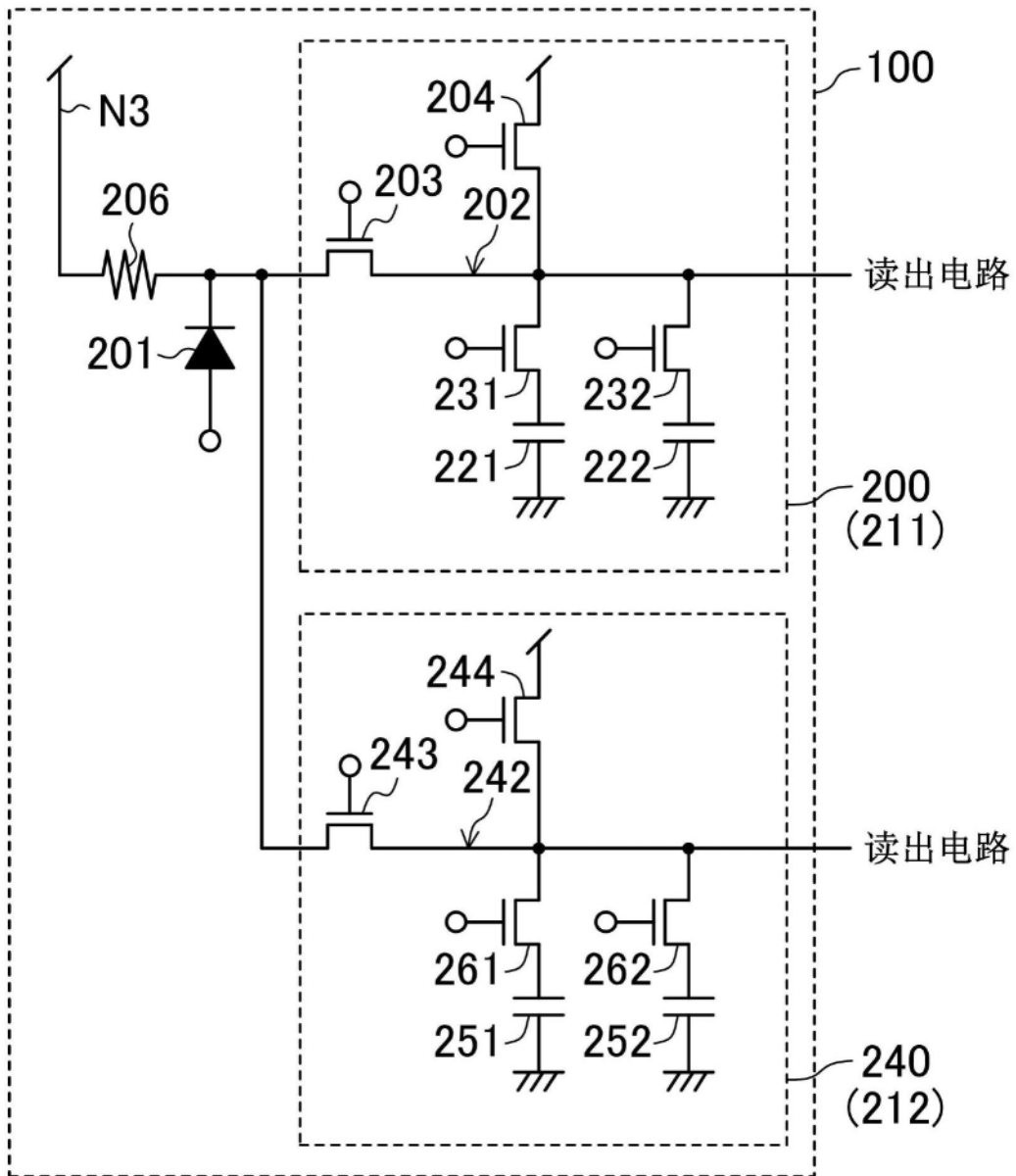


图17

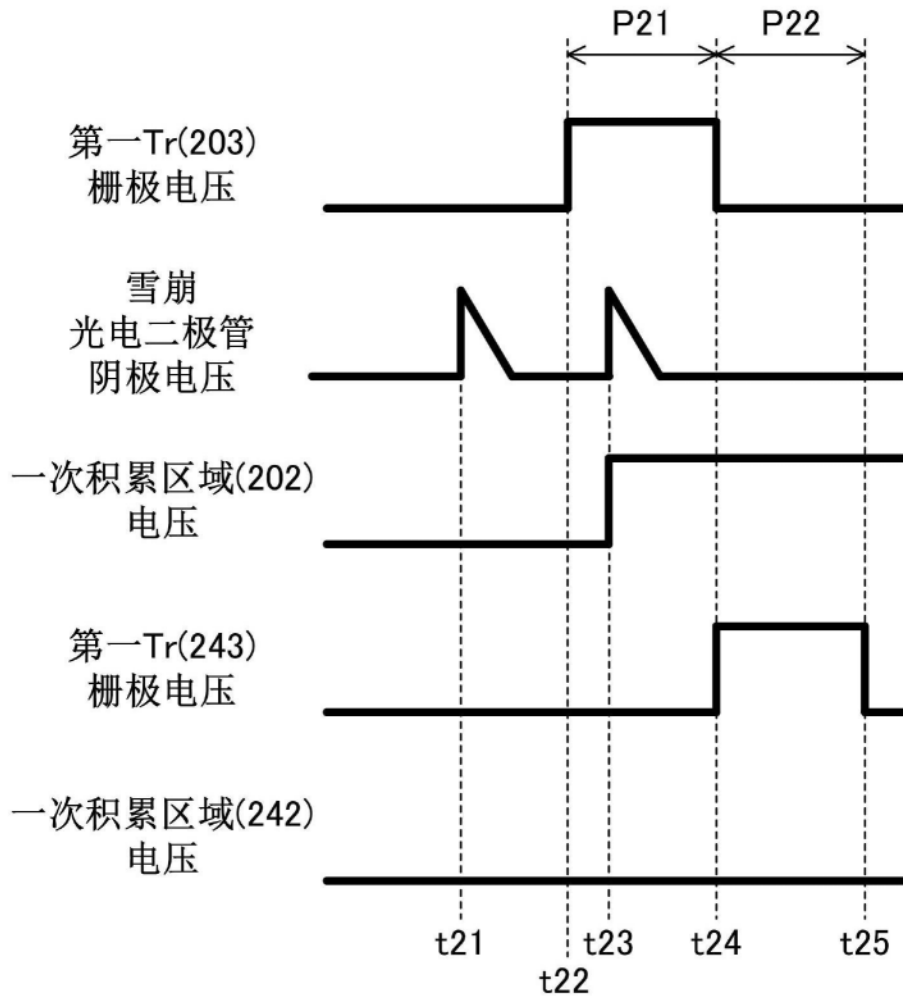


图18

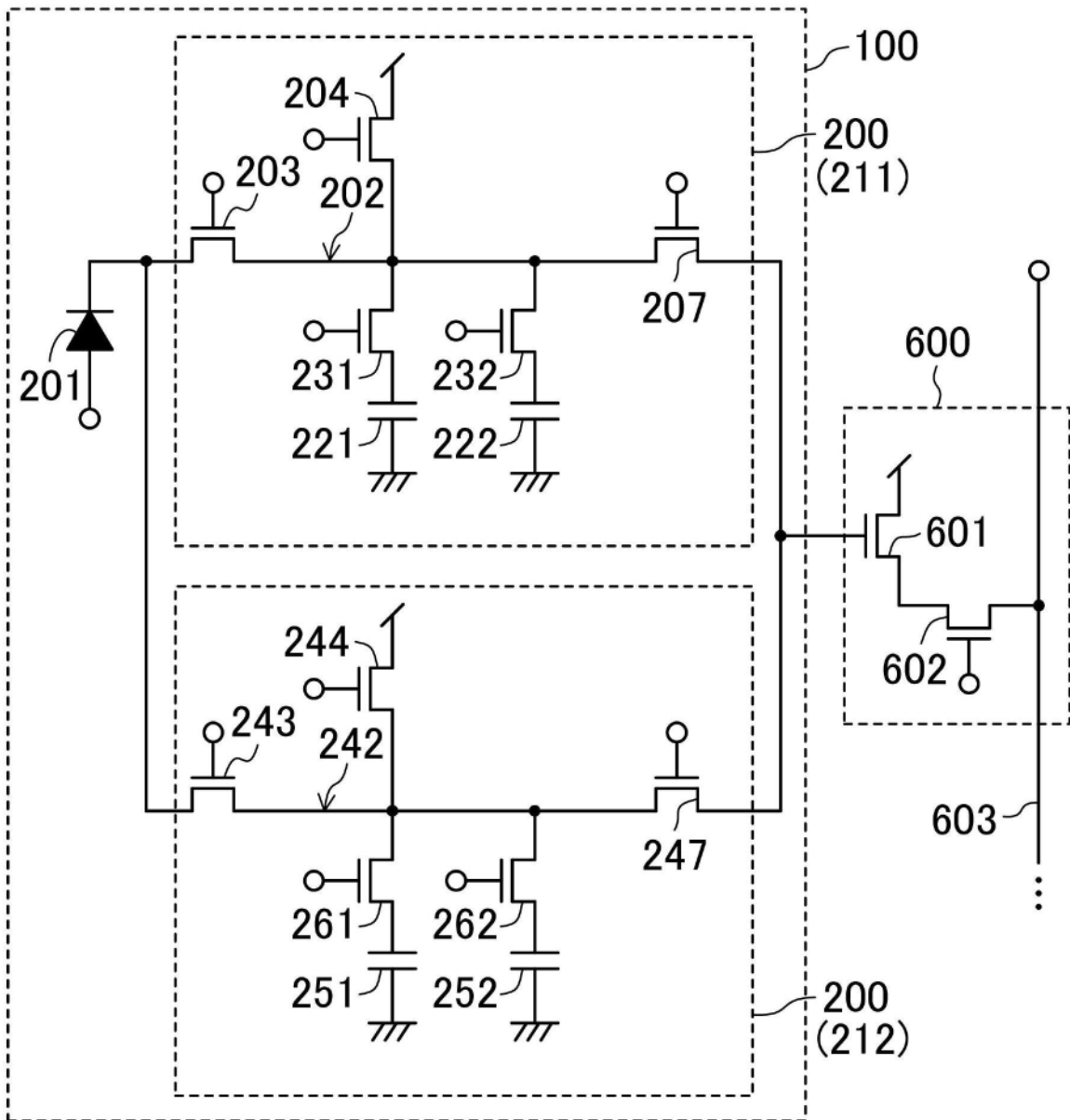


图19

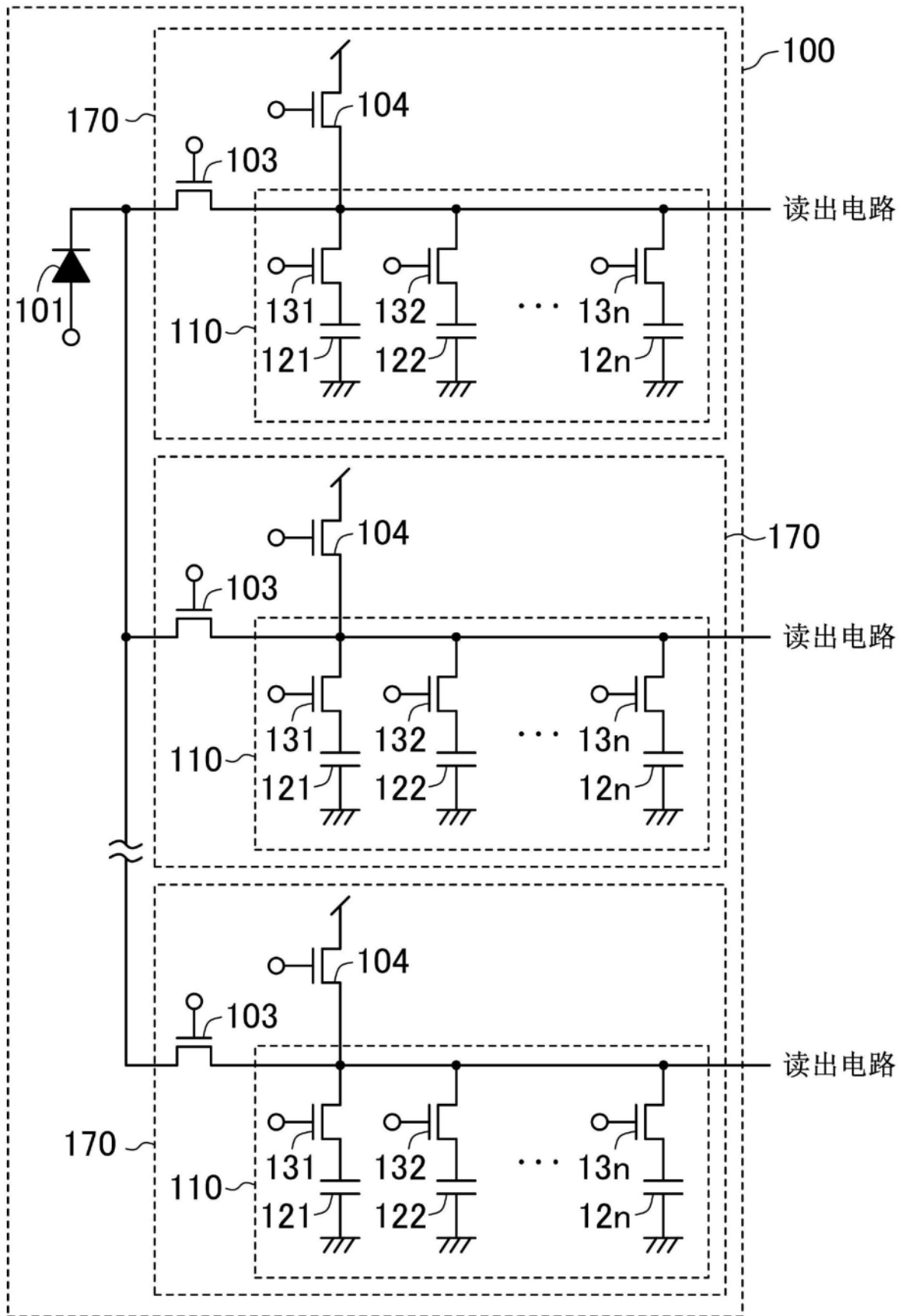


图20

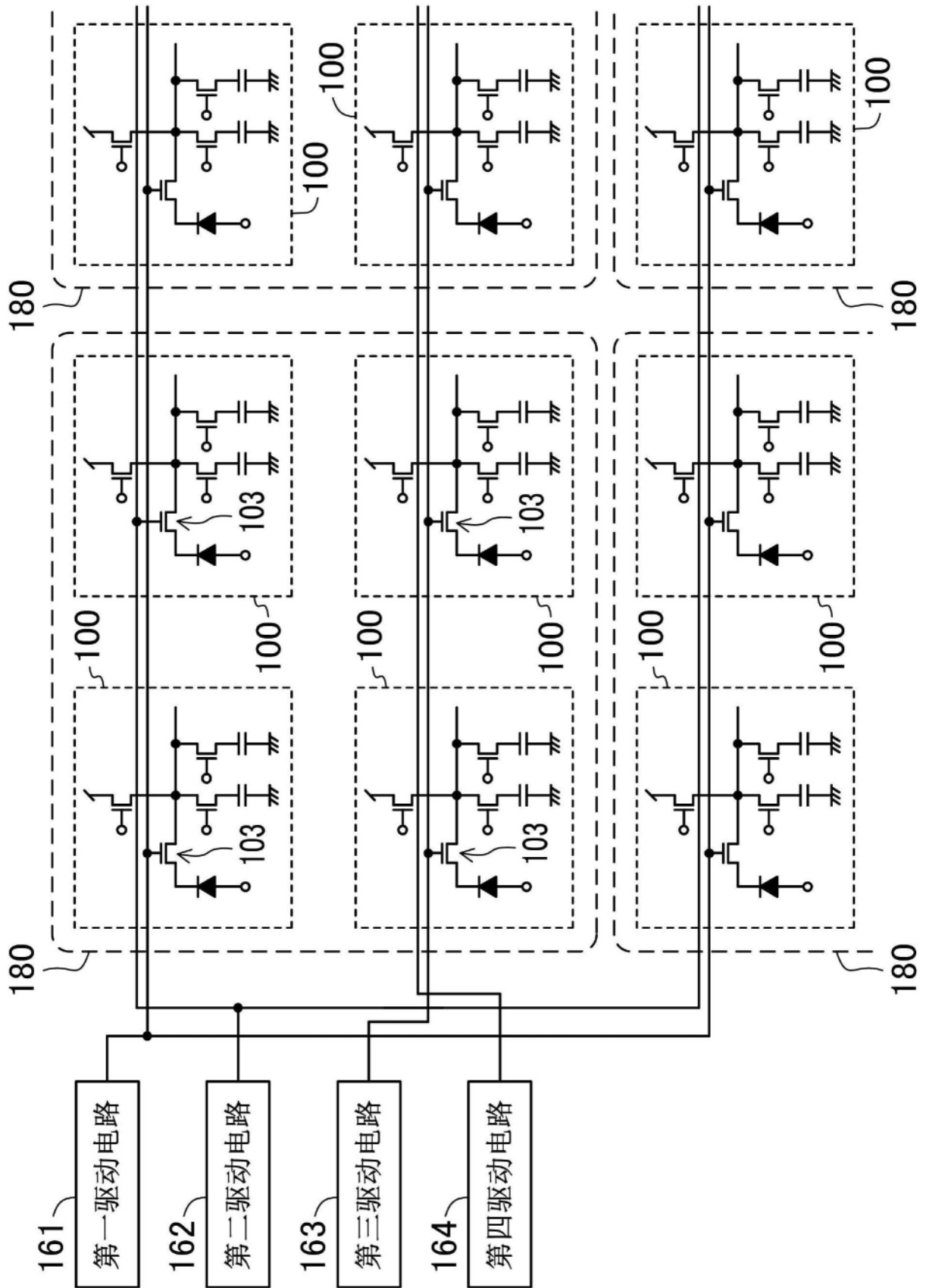


图21

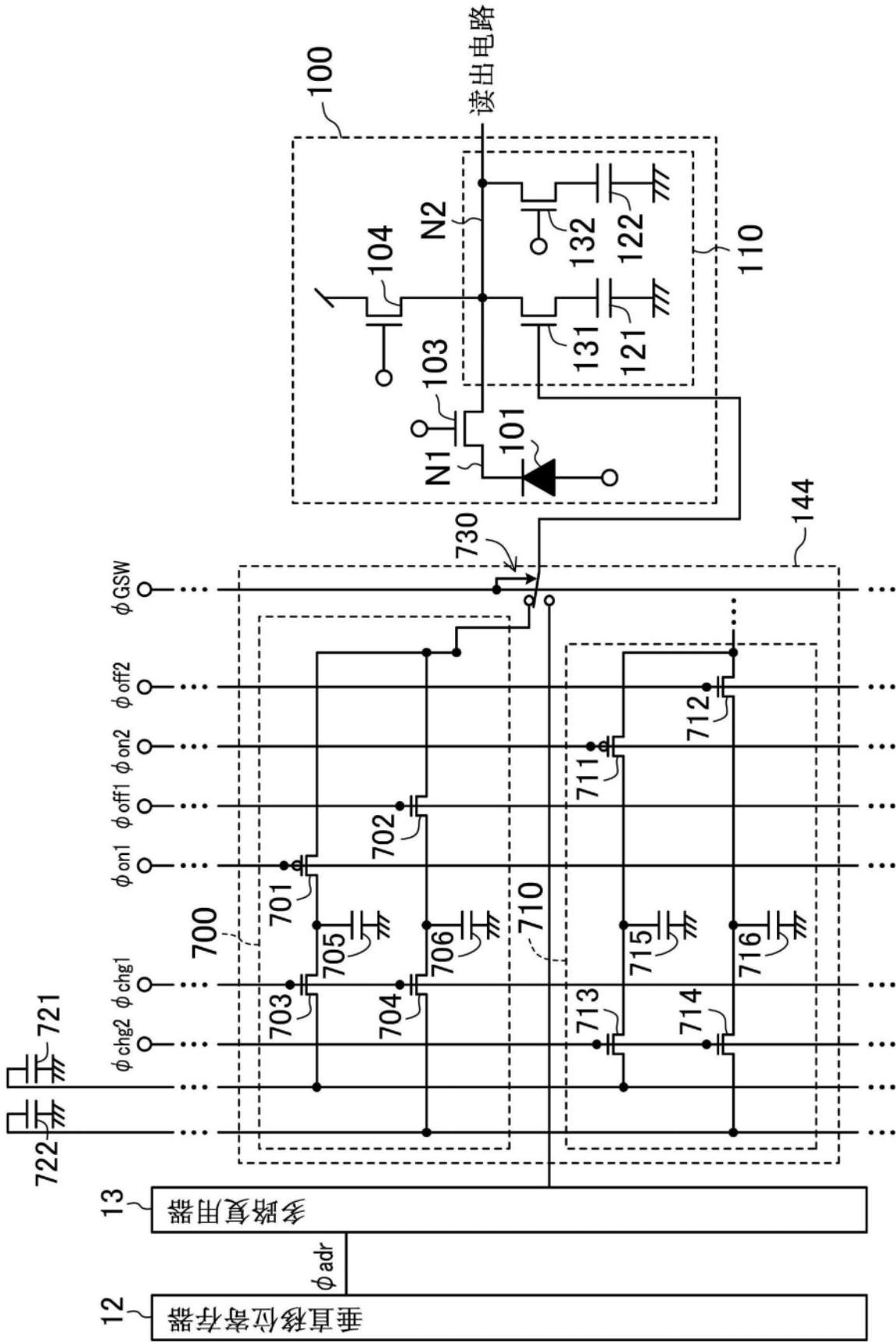


图22

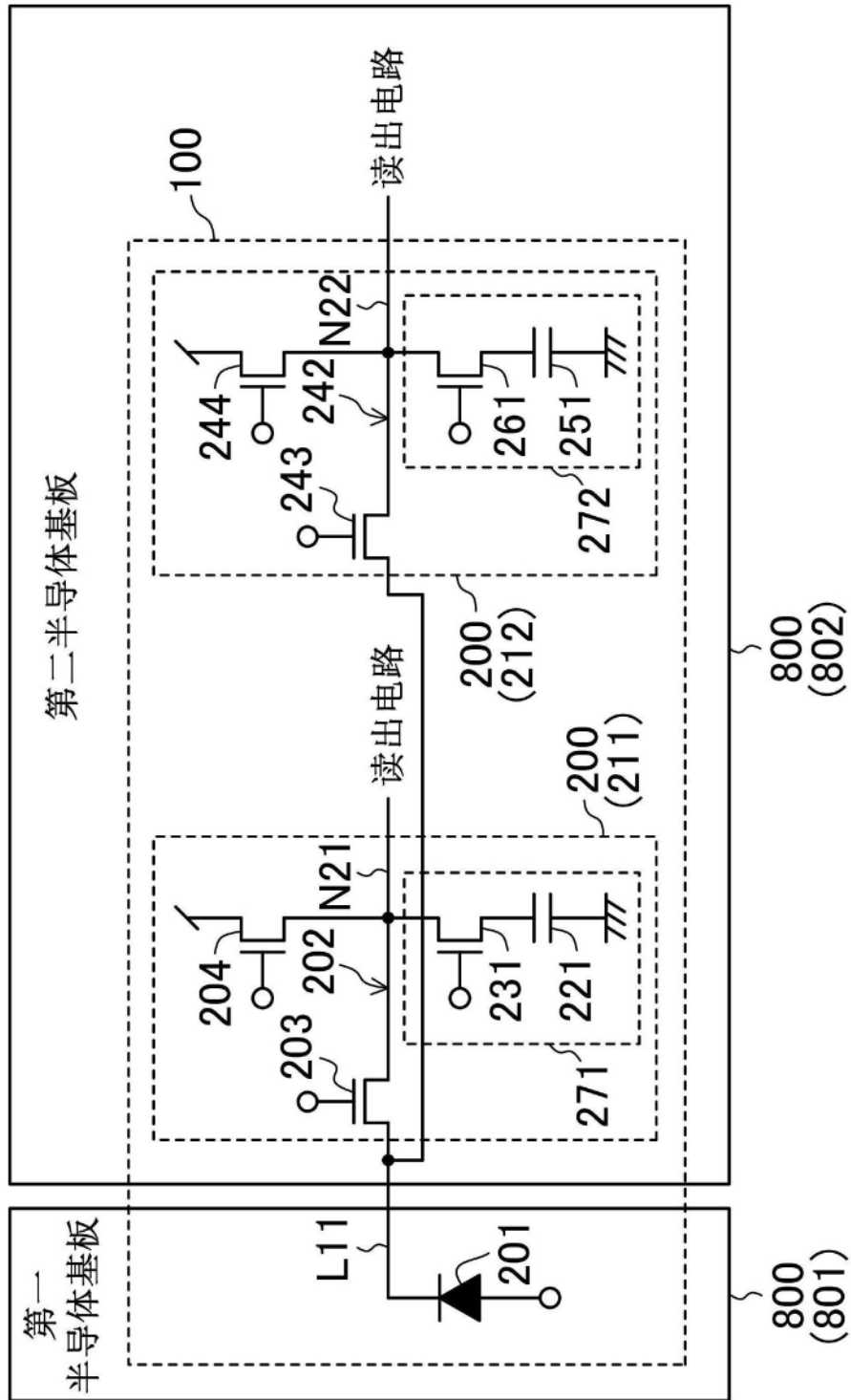


图23