

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102593137 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 18

(21) 申请号 201210012196. 7

(22) 申请日 2012. 01. 05

(30) 优先权数据

12/986, 032 2011. 01. 06 US

(71) 申请人 全视科技有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 戴幸志 文森特·韦内齐亚 钱胤

毛杜利 顾克强

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

代理人 沈锦华

(51) Int. Cl.

H01L 27/146(2006. 01)

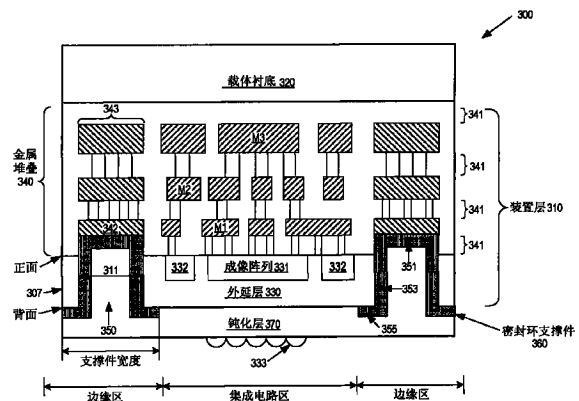
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 8 页

(54) 发明名称

用于背面照明图像传感器的密封环支撑件

(57) 摘要

一种具有密封环支撑件的背面照明成像传感器包含外延层, 所述外延层具有形成在所述外延层的正面中的成像阵列。金属堆叠耦合到所述外延层的所述正面, 其中所述金属堆叠包含形成在所述成像传感器的边缘区中的密封环。包含开口, 所述开口从所述外延层的所述背面延伸到所述密封环的金属垫以暴露所述金属垫。所述密封环支撑件安置在所述金属垫上且安置在所述开口内以在结构上支撑所述密封环。



1. 一种背面照明成像传感器,其包括:

外延层,其具有形成在所述外延层的正面中的成像阵列,其中所述成像阵列适合于接收来自所述外延层的背面的光;

金属堆叠,其耦合到所述外延层的所述正面,其中所述金属堆叠包含形成在所述成像传感器的边缘区中的密封环;

开口,其从所述外延层的所述背面延伸到所述密封环的金属垫以暴露所述金属垫;以及

密封环支撑件,其安置在所述金属垫上且安置在所述开口内以在结构上支撑所述密封环。

2. 根据权利要求1所述的背面照明成像传感器,其中所述成像阵列安置在所述背面照明成像传感器的集成电路区中,且其中所述密封环环绕所述集成电路区。

3. 根据权利要求1所述的背面照明成像传感器,其中所述密封环支撑件具有比所述开口的宽度大的宽度。

4. 根据权利要求1所述的背面照明成像传感器,其中所述密封环支撑件在所述背面照明成像传感器的转角区中具有第一宽度,且其中所述密封环支撑件在所述背面照明成像传感器的侧边区中具有与所述第一宽度不同的第二宽度。

5. 根据权利要求4所述的背面照明成像传感器,其中所述第一宽度大于所述第二宽度。

6. 根据权利要求1所述的背面照明成像传感器,其中所述密封环支撑件包括:

第一水平部分,其安置在所述金属垫上;

第二水平部分,其安置在所述外延层的所述背面上;以及

垂直部分,其安置在所述第一水平部分与所述第二水平部分之间。

7. 根据权利要求6所述的背面照明成像传感器,其中所述第二水平部分延伸到所述背面照明成像传感器的外侧边缘。

8. 根据权利要求1所述的背面照明成像传感器,其中所述金属堆叠包含金属互连件层和安置在所述外延层的所述正面与所述金属互连件层之间的介电层,其中所述金属垫包含在所述金属互连件层中。

9. 根据权利要求1所述的背面照明成像传感器,其中所述密封环支撑件为金属、氮化物或氧化物。

10. 根据权利要求1所述的背面照明成像传感器,其中所述成像阵列为互补金属氧化物半导体“CMOS”成像阵列。

11. 一种背面照明成像传感器,其包括:

外延层,其具有形成在所述外延层的正面中的成像阵列,其中所述成像阵列适合于接收来自所述外延层的背面的光;

金属堆叠,其耦合到所述外延层的所述正面,其中所述金属堆叠包含形成在所述成像传感器的边缘区中的密封环;

开口,其从所述外延层的所述背面延伸到所述密封环的金属垫以暴露所述金属垫;以及

用于在结构上支撑所述密封环的构件,其安置在所述金属垫上且安置在所述开口中。

12. 根据权利要求 11 所述的背面照明成像传感器,其中所述密封环环绕所述背面照明成像传感器的集成电路区。

13. 根据权利要求 11 所述的背面照明成像传感器,其中所述金属堆叠包含金属互连件层和安置在所述外延层的所述正面与所述金属互连件层之间的介电层,其中所述金属垫包含在所述金属互连件层中。

14. 根据权利要求 11 所述的背面照明成像传感器,其中所述成像阵列为互补金属氧化物半导体“CMOS”成像阵列。

15. 一种制造背面照明成像传感器的方法,所述方法包括:

提供背面照明成像传感器,所述成像传感器包含:

外延层,其具有形成在所述外延层的正面中的成像阵列,其中所述成像阵列适合于接收来自所述外延层的背面的光;

金属堆叠,其耦合到所述外延层的所述正面,其中所述金属堆叠包含形成在所述成像传感器的边缘区中的密封环;

蚀刻出开口,所述开口从所述外延层的所述背面延伸到所述密封环的金属垫以暴露所述金属垫;

将材料沉积在所述外延层的所述背面上且沉积在所述开口内;以及

蚀刻所述材料以在所述金属垫上且在所述开口内形成密封环支撑件以在结构上支撑所述密封环。

16. 根据权利要求 15 所述的方法,其中蚀刻所述材料以形成所述密封环支撑件包含从所述外延层的所述背面的在所述成像阵列正上方的区中去除所述材料。

17. 根据权利要求 15 所述的方法,其进一步包括在蚀刻所述材料之前遮蔽所述材料。

18. 根据权利要求 15 所述的方法,其中沉积所述材料包括:在所述外延层的所述背面上沉积金属、氮化物或氧化物。

19. 根据权利要求 15 所述的方法,其进一步包括在所述外延层的所述背面和所述密封环支撑件上沉积平坦化层。

20. 根据权利要求 15 所述的方法,其进一步包括在形成所述密封环支撑件之后,沿切划线将所述背面照明成像传感器与邻近背面照明成像传感器分离。

用于背面照明图像传感器的密封环支撑件

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及成像传感器,且明确地说但非排他地,涉及背面照明(“BSI”)成像传感器。

背景技术

[0002] 半导体芯片或裸片(例如,图像传感器芯片)连同同一裸片的数百且在一些情况下数千个拷贝制造在单一半导体晶片上。用以将半导体晶片分离成个别裸片的切割可用裸片锯(例如,金刚石锯)来进行。切割是沿分离每一裸片的非功能性半导体材料的区域(称作切划线)来进行。使用金刚石锯向半导体晶片引入机械应力,且可在裸片边缘处导致破裂且危及到集成电路的完整性和可靠性。用以使裸片较不易受到裸片锯的机械应力的一个结构为密封环。裸片中的密封环形成在半导体衬底的一个或一个以上介电层的外部区中或其上以保护集成电路免受污染物(例如,钠)影响且使裸片较不易受到裸片锯所造成的机械应力。

[0003] 现今,许多半导体成像传感器为正面照明型的。即,其包含制造于半导体晶片的正面上的成像阵列,其中光是在成像阵列处从同一正面接收。然而,正面照明成像传感器具有许多缺点,其中之一为有限的填充因数。

[0004] 背面照明成像传感器为正面照明成像传感器的替代,其解决了与正面照明相关联的填充因数问题。背面照明成像传感器包含制造于半导体晶片的前表面上的成像阵列,但经由晶片的后表面接收光。彩色滤光器和微透镜可包含在晶片的后表面上以便改进背面照明传感器的敏感度。然而,为了侦测来自背面的光,晶片必须极薄。晶片的厚度还可减少以便改进敏感度。然而,晶片越薄,其在各种制造阶段期间越易于受到物理损害。即,随着半导体晶片变薄,半导体晶片变得较弱,使得背面照明成像传感器晶片甚至更易受到裸片锯的机械应力。

发明内容

[0005] 在一个方面中,提供一种背面照明成像传感器,包括:外延层,其具有形成在所述外延层的正面中的成像阵列,其中所述成像阵列适合于接收来自所述外延层的背面的光;金属堆叠,其耦合到所述外延层的所述正面,其中所述金属堆叠包含形成在所述成像传感器的边缘区中的密封环;开口,其从所述外延层的所述背面延伸到所述密封环的金属垫以暴露所述金属垫;以及密封环支撑件,其安置在所述金属垫上且安置在所述开口内以在结构上支撑所述密封环。

[0006] 在另一方面中,提供一种背面照明成像传感器,包括:外延层,其具有形成在所述外延层的正面中的成像阵列,其中所述成像阵列适合于接收来自所述外延层的背面的光;金属堆叠,其耦合到所述外延层的所述正面,其中所述金属堆叠包含形成在所述成像传感器的边缘区中的密封环;开口,其从所述外延层的所述背面延伸到所述密封环的金属垫以暴露所述金属垫;以及用于在结构上支撑所述密封环的构件,其安置在所述金属垫上且安

置在所述开口中。

[0007] 在另一方面中,提供一种制造背面照明成像传感器的方法,所述方法包括:提供背面照明成像传感器,所述成像传感器包含:外延层,其具有形成在所述外延层的正面中的成像阵列,其中所述成像阵列适合于接收来自所述外延层的背面的光;金属堆叠,其耦合到所述外延层的所述正面,其中所述金属堆叠包含形成在所述成像传感器的边缘区中的密封环;蚀刻出开口,所述开口从所述外延层的所述背面延伸到所述密封环的金属垫以暴露所述金属垫;将材料沉积在所述外延层的所述背面上且沉积在所述开口内;以及蚀刻所述材料以在所述金属垫上且在所述开口内形成密封环支撑件以在结构上支撑所述密封环。

附图说明

[0008] 参看以下诸图描述本发明的非限制性和非详尽实施例,其中除非另有指明,否则贯穿各个视图,相同参考数字指代相同部分。

[0009] 图 1A 是说明具有所展示的集成电路裸片的半导体晶片的图。

[0010] 图 1B 是更详细地说明图 1A 中所展示的集成电路裸片的图。

[0011] 图 2A 是根据本发明的实施例的具有密封环支撑件的背面照明图像传感器的平面图或仰视平面图。

[0012] 图 2B 是根据本发明的另一实施例的具有密封环支撑件的背面照明图像传感器的平面图或仰视平面图。

[0013] 图 3 是根据本发明的实施例的沿图 2A 的剖面线 3-3' 截取的具有密封环支撑件的背面照明图像传感器的横截面图。

[0014] 图 4 是说明根据本发明的实施例的制造具有密封环支撑件的背面照明成像传感器的方法的流程图。

[0015] 图 5A 是说明部分制造好的背面照明图像传感器晶片的实施例的横截面图。

[0016] 图 5B 是说明形成有密封环支撑件开口的部分制造好的背面照明图像传感器晶片的实施例的横截面图。

[0017] 图 5C 是说明在沉积给密封环支撑件开口作衬的密封环支撑件材料之后的部分制造好的背面照明图像传感器晶片的实施例的横截面图。

[0018] 图 5D 是说明在沉积钝化材料之后的部分制造好的背面照明图像传感器晶片的实施例的横截面图。

[0019] 图 6 是说明 BSI 图像传感器裸片的实施例的框图。

[0020] 图 7 是说明 BSI 成像阵列的实施例内的两个四晶体管(“4T”)像素的像素电路的电路图。

具体实施方式

[0021] 本文中描述具有密封环支撑结构的背面照明传感器的实施例。在以下描述中,陈述众多具体细节以提供对所述实施例的透彻理解。然而,所属领域的技术人员将认识到,本文中所描述的技术可在无所述具体细节中的一者或一者以上的情况下加以实践或以其它方法、组件、材料等来加以实践。在其它情况下,不详细展示或描述熟知结构、材料或操作以避免混淆某些方面。

[0022] 遍及本说明书对“一个实施例”或“实施例”的参考意谓结合所述实施例所描述的特定特征、结构或特性包含在本发明的至少一个实施例中。因此，在本说明书全文各处的短语“在一个实施例中”的出现未必均指同一实施例。此外，可在一个或一个以上实施例中以任何合适方式组合特定特征、结构或特性。方向术语（例如，“顶部”、“底部”、“在... 上方”、“在... 下方”）是参考所描述的诸图的定向来使用。

[0023] 图 1A 是说明半导体晶片 100 的图，半导体晶片 100 包含许多个裸片 111 至 119。半导体晶片 100 可包含硅或砷化镓或其它半导体材料。图 1B 是更详细地说明半导体晶片 100 和裸片 111 至 119 的图。切划线 150 和 151 分离邻近裸片。切划线区 152 展示切划线 150 与 151 相交的区域。切划线区 152 附近的裸片区域通常更易受到裸片锯造成的机械应力，这是因为裸片锯在这些区中横穿半导体晶片 100 两次，一次沿着切划线 150 且另一次沿着切划线 151。此情形与区 153 和 154 相反，其中裸片锯通常仅穿过一次。

[0024] 图 2A 是根据本发明的实施例的具有密封环支撑件 260A 的背面照明图像传感器 200 的平面图或仰视平面图。密封环支撑件 260A 形成在密封环的背面上，密封环又形成在图像传感器 200 的外部区 205 中或其上且环绕集成电路区 220。在一个实施例中，外部区 205 仅包含非功能性半导体材料。即，在一个实例中，外部区 205 可不包含任何集成电路，而集成电路区 220 可包括一个或一个以上像素阵列、读出电路、控制电路和其它功能逻辑。而且，外部区 205 可从集成电路区 220 一直延伸到图像传感器 200 的外边缘 207。

[0025] 密封环可保护集成电路区 220 免受污染物（例如，钠）影响，且可使 BSI 图像传感器 200 的金属互连件和半导体衬底的介电层较不易受到裸片锯或用以将形成于半导体晶片上的多个裸片分离成个别裸片的其它工艺所造成的机械应力。在图 2A 中，密封环支撑件 260A 具有宽度 w ，且安置在外部区 205 内介于图像传感器 200 的集成电路区 220 与外边缘 207 之间。在一个实施例中，密封环支撑件 260A 具有宽度以使得密封环支撑件 260A 延伸到外边缘 207。密封环支撑件 260A 可包含氧化物、氮化物或例如铝或钨的金属或其它金属的合金。密封环可具有与密封环支撑件 210 的宽度 w 相同的宽度，或密封环可具有大于或小于 w 的宽度。

[0026] 图 2B 是根据本发明的另一实施例的具有密封环支撑件 260B 的 BSI 图像传感器 200 的平面图或仰视平面图。密封环支撑件 260B 具有两个宽度 w_1 和 w_2 。在 BSI 图像传感器 200 的在转角周围的转角区 225 中，密封环支撑件 215 具有宽度 w_1 ，所述宽度 w_1 大于密封环支撑件 215 的沿着 BSI 图像传感器 200 的侧边区 230 的宽度 w_2 。在图 2B 的所说明实施例中，转角区 225 中的密封环支撑件 260B 的较大宽度 w_2 在切划线交点处给密封环提供较大的支撑（返回参看图 1B，其中例如切划线交点的区中的裸片 112、113、115 和 116 的转角比切划线区 153 和 154 处更易受到由于裸片锯所致的机械应力）。密封环可具有与密封环支撑件 215 相同的宽度，或密封环可具有大于或小于 w_1 和 / 或 w_2 的宽度。

[0027] 图 3 是根据本发明的实施例的沿图 2A 的剖面线 3-3' 截取的具有密封环支撑件 360 的 BSI 图像传感器 300 的横截面图。BSI 图像传感器 300 包含装置层 310 和载体衬底 320。装置层 310 包含外延 (epi) 层 330 和金属堆叠 340。例如感光区、晶体管的源极区和漏极区的组件包含在成像阵列 331 中。成像阵列 331 和外围电路 332 安置在外延 (epi) 层 330 中。金属堆叠 340 形成在外延层 330 的正面上。

[0028] 介电层 341 分离金属堆叠 340 的邻近金属互连件层且将所述金属互连件层与外延

层 330 和载体衬底 320 分离。在本实施例中,金属堆叠 340 包含三个金属互连件层。在本发明的其它实施例中,金属堆叠 340 可具有更多或更少的金属层。在一些实施例中,金属互连件层 M1、M2 和 M3 可包括钨、铝、铜、铝铜合金或其它合金。

[0029] 成像阵列 331 形成在外延层 330 的正面中,且经配置以接收来自外延层 330 的背面的光,所述背面也可为装置层 310 的背面。成像阵列 331 可包含配置成复数个行和列的成像像素的阵列。外围电路 332 可包含读出电路、功能逻辑和控制电路。彩色滤光器(未图示)任选地包含在 BSI 图像传感器 300 中以实施彩色成像传感器,且微透镜 333 任选地包含在 BSI 图像传感器 300 中以将光聚焦到成像阵列 331 中的成像像素的阵列上。可选彩色滤光器和微透镜 333 均可安置在装置层 310 的背面上。

[0030] 载体衬底 320 耦合或接合到装置层 310 的正面以给 BSI 图像传感器 300 提供结构支撑。请注意,BSI 图像传感器 300 的所说明实施例未按比例绘制。即,载体衬底 320 可能具有比装置层 310 的厚度大得多的厚度。举例来说,载体衬底 320 可比装置层 310 厚约 100 倍。在一些实施例中,载体衬底 320 单独地制造,且接着通过例如按压接合等方法来接合到装置层 310 的正面。

[0031] 密封环 343 形成在介电层 341 的外边缘区中、环绕集成电路区,所述集成电路区包含外围电路 332 和成像阵列 331。密封环 343 的金属化层通过通孔从下部金属 M1 连接到上部金属 M3。通过贯穿外延层 330 的整个深度且贯穿介电层 341 来蚀刻外延层 330 的背面来形成开口 350 以暴露金属互连件 M1 的金属垫 342。开口 350 可具有 $3\mu\text{m}$ 到 $50\mu\text{m}$ 的宽度 311 和 $0.5\mu\text{m}$ 到 $5\mu\text{m}$ 的深度。密封环支撑件 360 可包含氧化物、氮化物或例如铝或钨的金属或其它金属的合金,且具有数十或数百纳米的厚度。在一个实施例中,密封环支撑件 360 包含金属,其中密封环支撑件 360 和密封环 343 充当且用作成像传感器 300 的信号总线。举例来说,密封环支撑件 360 和密封环 343 可用作接地总线或用作成像传感器 300 的电力总线。在本实施例中,密封环 343(如同金属互连件层)包含三个金属层,在其它实施例中,密封环 343 可包括数目比金属互连件层的数目少的金属层。

[0032] 如图 3 中所展示,密封环支撑件 360 包含第一水平部分 351、垂直部分 353 和第二水平部分 355。可通过调整开口 311 的宽度 311 和/或通过或多或少地遮蔽外延层 330 的背面上的第二水平部分 355 来调整密封环支撑件 360 的支撑件宽度。举例来说,可通过遮蔽支撑材料以使得密封环支撑件 360 在外延层 330 的背面上延伸到外边缘 307 来形成密封环支撑件 360。钝化层 370 在装置层 310 的背面上提供平坦化。微透镜 333 形成在钝化层 370 的背面上。

[0033] 图 4 是说明用于制造具有密封环支撑件 560(见图 5A 至图 5D)的 BST 图像传感器晶片 500 的过程 400 的实施例的流程图。过程块中的一些或所有在每一过程中出现的次序不应视为是限制性的。实情为,受益于本发明的所属领域的技术人员将理解,过程块中的一些可以未说明的各种次序来执行。

[0034] 在过程块 405 中,将载体晶片 520 晶片接合到装置晶片 510 的正面以在薄化装置晶片 510 的背面之前给成像传感器提供结构支撑,如图 5A 中所见。在一个实施例中,载体晶片 520 通过例如按压接合的方法而接合到装置晶片 510。接着在过程块 407 中薄化装置晶片 510 或外延层 530 的背面。可将外延层 530 薄化到在约 $1\mu\text{m}$ 到约 $10\mu\text{m}$ 的范围中的厚度。

[0035] 在过程块 410 中,可执行任何混杂的背面处理。举例来说,可在过程块 410 中执行任何背面植入或退火。在过程块 415 中,贯穿外延层 530 的背面向下蚀刻密封环支撑件开口 550 到介电层 541 中以暴露金属互连件层 M1 的金属垫 542,如图 5B 中所见。密封环支撑件开口 550 可具有 $3\mu\text{m}$ 到 $50\mu\text{m}$ 的宽度和 $0.5\mu\text{m}$ 到 $5\mu\text{m}$ 的深度。在过程步骤 420 中,将密封环支撑件材料沉积到外延层 530 的背面,且在不需密封环支撑件材料的区中蚀刻掉密封环支撑件材料。这些区至少包含装置晶片 510 的背面的直接在每一 BSI 图像传感器裸片 501 和 502 的成像阵列 531 正上方的区。在一些实施例中,可蚀刻掉在装置晶片 510 的背面的在外围电路 532 正上方的区中的密封环支撑件 560。密封环支撑件 560 可包括氧化物、氮化物或例如铝或钨的金属或其它金属的合金。密封环支撑件 560 可具有数十到数百纳米的厚度。

[0036] 在过程块 425 中,在装置晶片 510 的背面上沉积钝化材料 580 以提供平坦化,如图 5D 中所见。在过程块 435 中,用例如形成微透镜 533 和沿切划线 503 将裸片与半导体晶片分离的裸片锯切的步骤来完成 BSI 图像传感器裸片 501 和 502 的制造。

[0037] 图 6 是说明根据本发明的实施例的背面照明成像传感器 600 的框图。成像传感器 600 的所说明实施例包含成像阵列 605、读出电路 610、功能逻辑 615 和控制电路 620。

[0038] 成像阵列 605 为背面照明成像传感器或像素(例如,像素 P_1, P_2, \dots, P_n) 的二维(“2D”)阵列。在一个实施例中,每一像素为作用像素传感器(“APS”),例如互补金属氧化物半导体(“CMOS”)成像像素。如所说明,将每一像素布置成行(例如,行 R_1 至 R_y) 和列(例如,列 C_1 至 C_x) 以获取人、地点或物体的图像数据,所述图像数据接着可用来呈现人、地点或物体的 2D 图像。

[0039] 在每一像素已获取其图像数据或图像电荷之后,通过读出电路 610 来读出图像数据且将所述图像数据传送到功能逻辑 615。读出电路 610 可包含放大电路、模数(“ADC”)转换电路或其它电路。功能逻辑 615 可仅存储图像数据或甚至通过应用后期图像效应(例如,修剪、旋转、去红眼、调整亮度、调整对比度或其它操作)来操纵图像数据。控制电路 620 耦合到像素阵列 605 以控制像素阵列 605 的操作特性。

[0040] 图 7 是说明根据本发明的实施例的 BSI 成像阵列内的两个四晶体管(“4T”)像素的像素电路 700 的实施例的电路图。像素电路 700 为用于实施图 6 的像素阵列 605 内的每一像素的一个可能的像素电路结构,但应了解,本发明的实施例并不限于 4T 像素结构;实情为,受益于本发明的所属领域的技术人员将理解,本发明的教示还适用于 3T 设计、5T 设计和各种其它像素结构。在图 7 中,BSI 像素 P_a 和 P_b 布置成两行和一系列。每一像素电路 700 的所说明实施例包含光电二极管 PD、传送晶体管 T1、复位晶体管 T2、源极跟随器(“SF”)晶体管 T3 和选择晶体管 T4。在操作期间,传送晶体管 T1 接收传送信号 TX,所述传送信号 TX 将光电二极管 PD 中累积的电荷传送到浮动扩散节点 FD。在一个实施例中,浮动扩散节点 FD 可耦合到用于临时存储图像电荷的存储电容器。复位晶体管 T2 耦合在电源轨 VDD 与浮动扩散节点 FD 之间以在复位信号 RST 的控制下复位(例如,将 FD 放电或充电到预设电压)。浮动扩散节点 FD 经耦合以控制 SF 晶体管 T3 的栅极。SF 晶体管 T3 耦合在电源轨 VDD 与选择晶体管 T4 之间。SF 晶体管 T3 作为提供从像素所输出的高阻抗的源极跟随器而操作。最后,选择晶体管 T4 在选择信号 SEL 的控制下选择性地将像素电路 800 的输出耦合到读出列线。在一个实施例中,通过控制电路 520 产生 TX 信号、RST 信号和 SEL 信号。

[0041] 本发明的所说明实施例的以上描述（包含在摘要中所描述的内容）并不希望为详尽的或将本发明限于所揭示的精确形式。如所属领域的技术人员将认识到，虽然在本文中出于说明性目的而描述本发明的具体实施例和实例，但在本发明的范畴内各种修改是可能的。

[0042] 可根据以上详细描述而对本发明进行这些修改。在以上权利要求书中所使用的术语不应被理解为将本发明限于本说明书中所揭示的具体实施例。实情为，本发明的范畴将完全通过以上权利要求书确定，以上权利要求书将根据权利要求解释的既定准则加以理解。

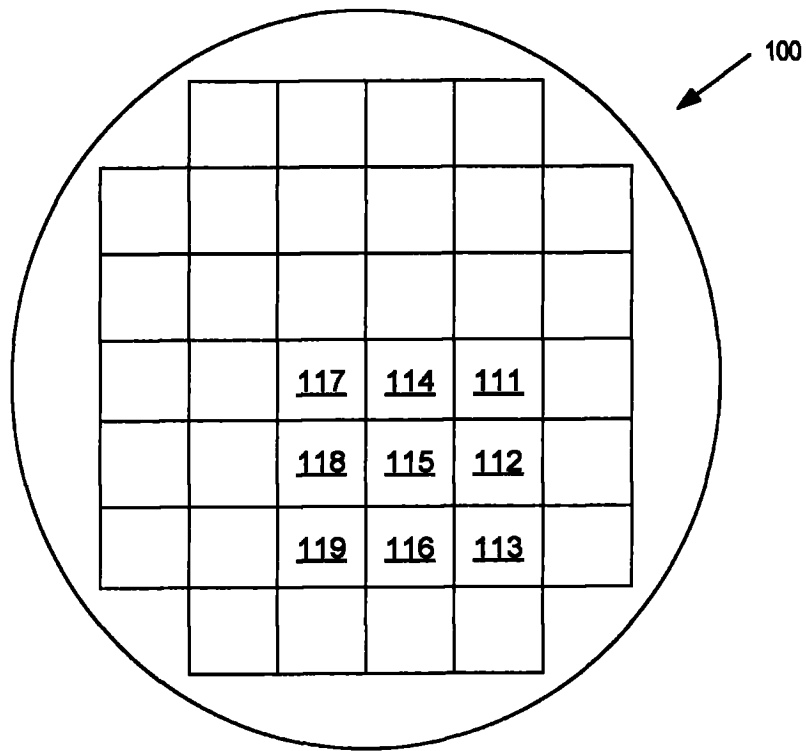


图 1A

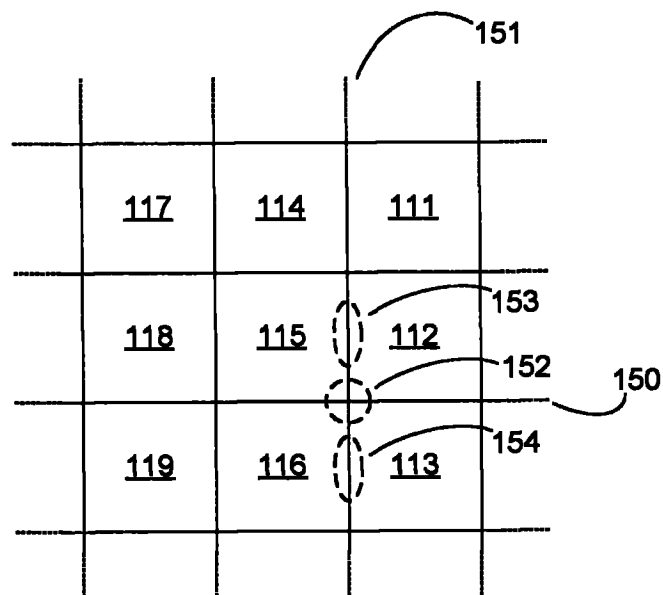


图 1B

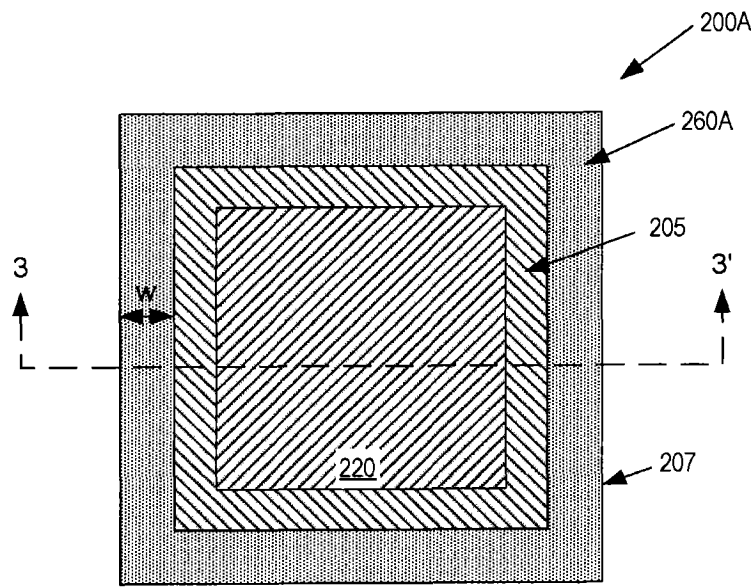


图 2A

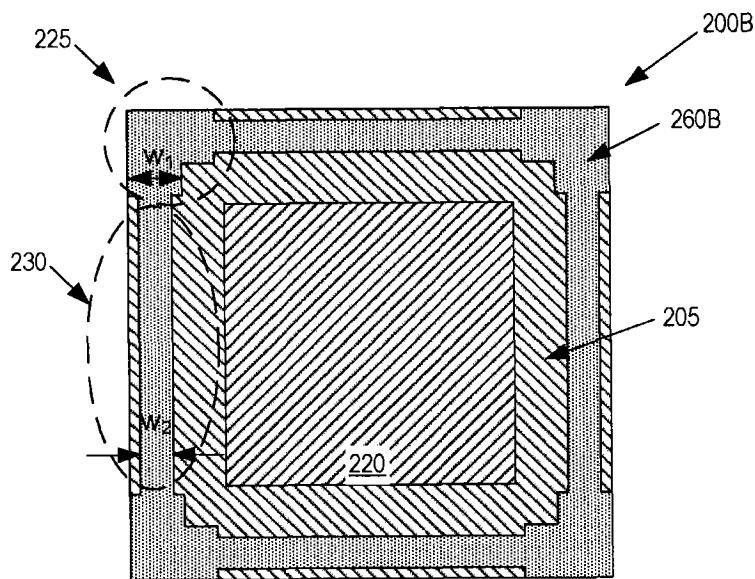


图 2B

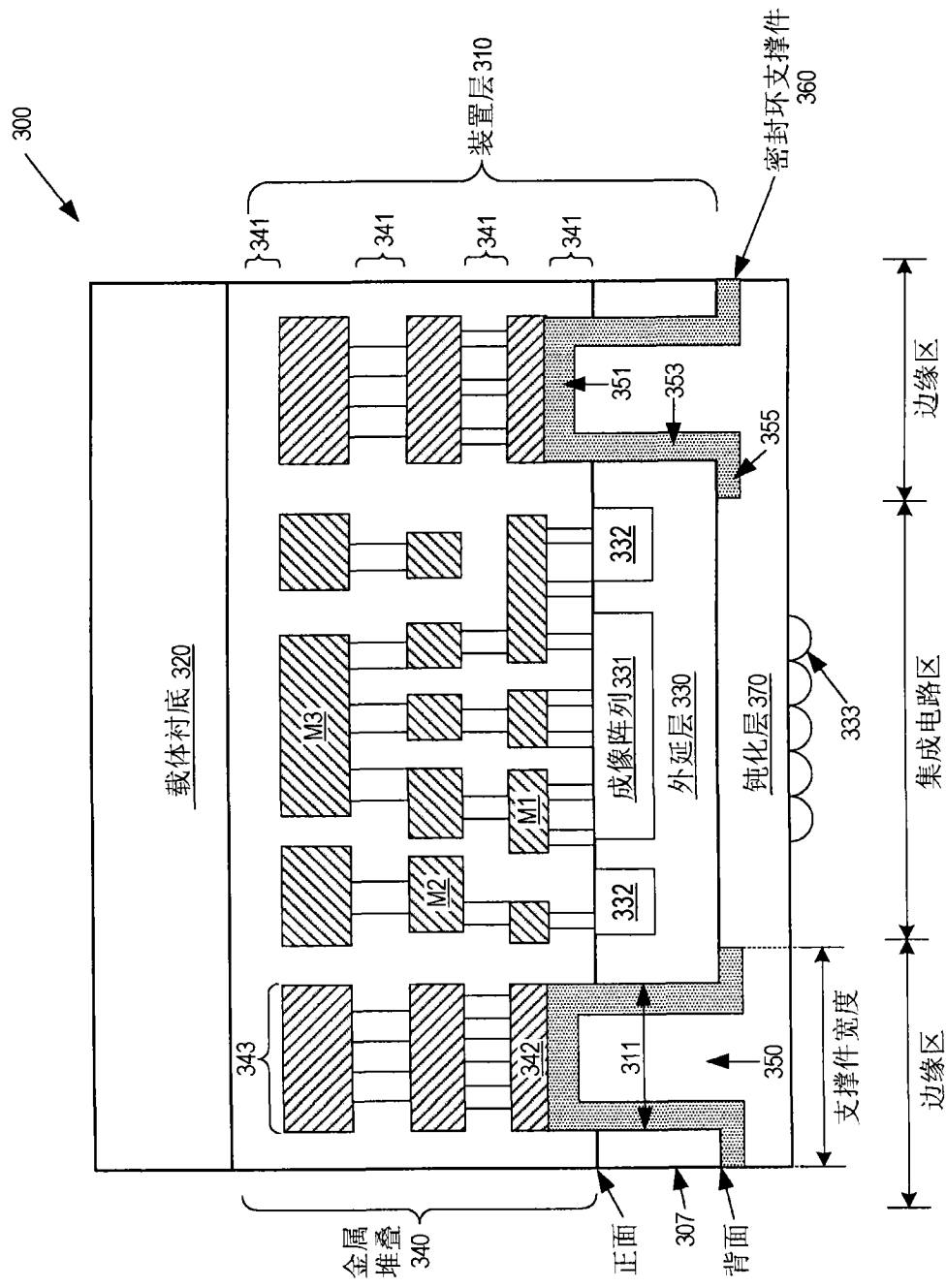


图 3

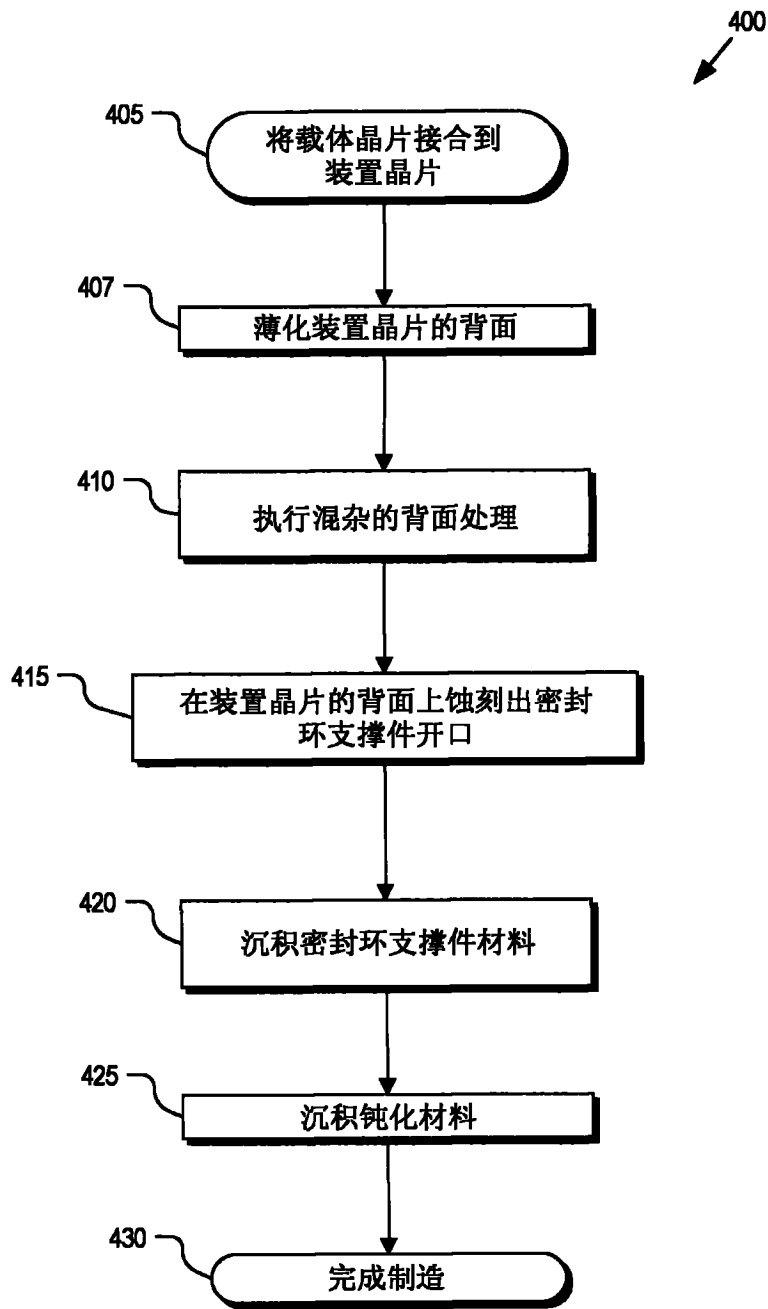


图 4

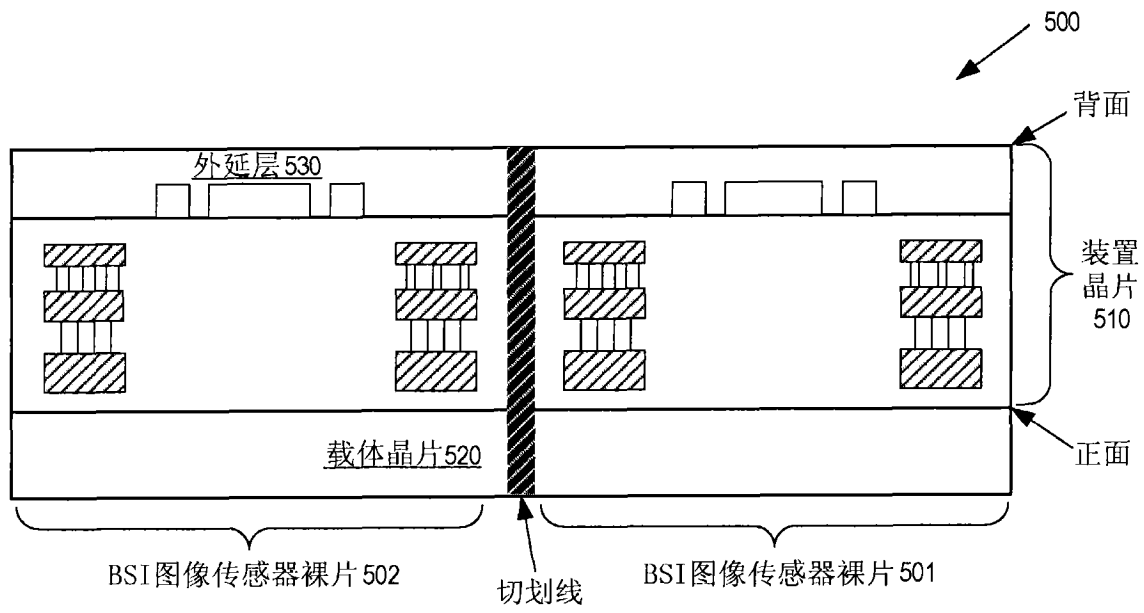


图 5A

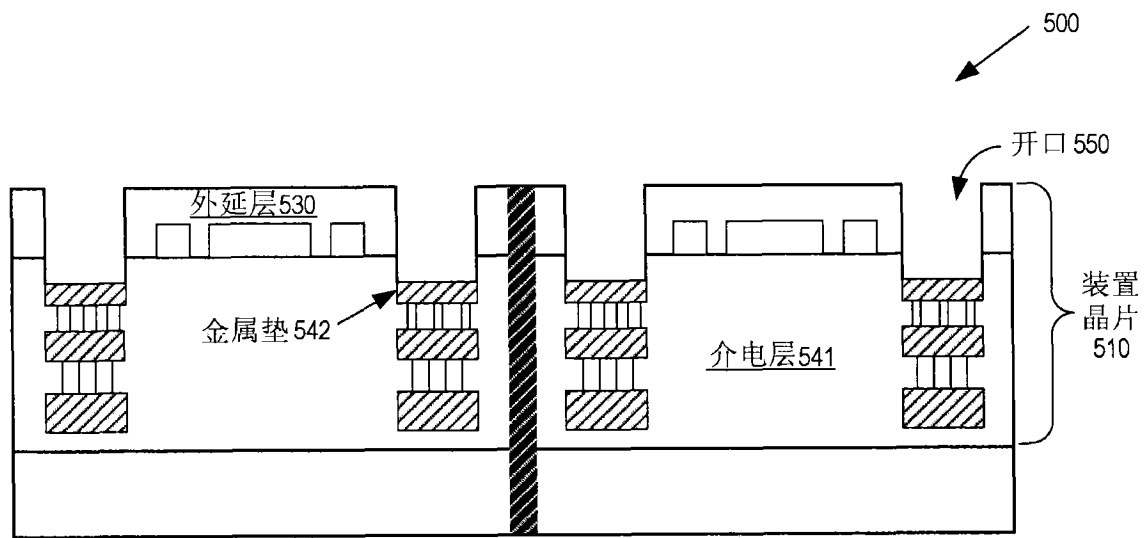


图 5B

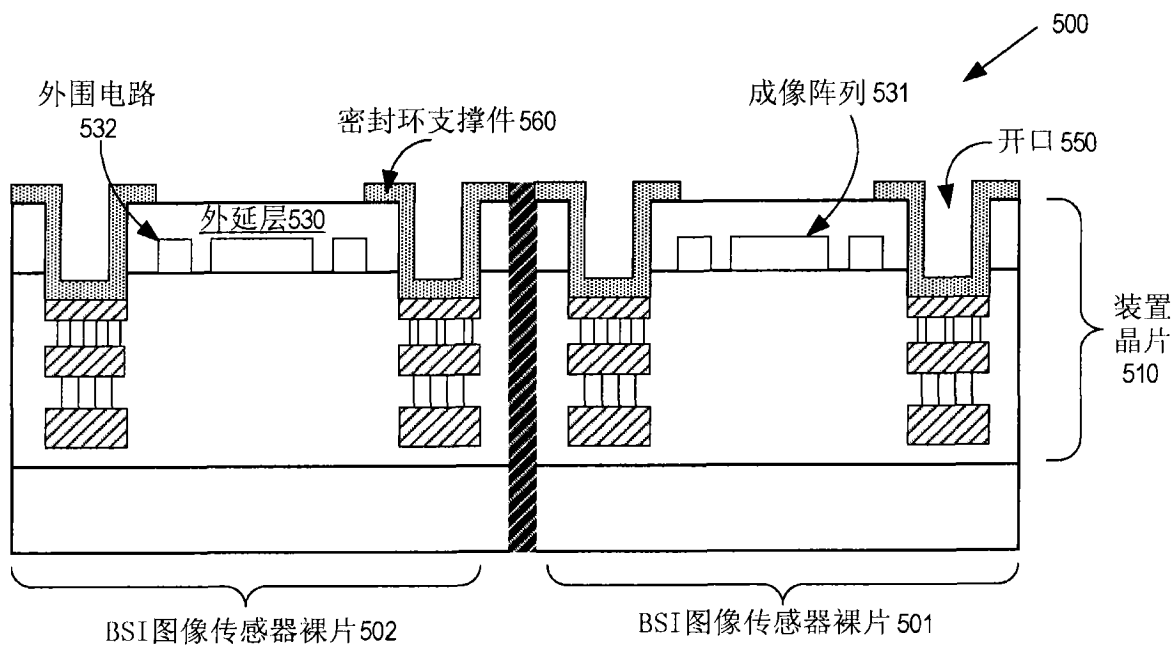


图 5C

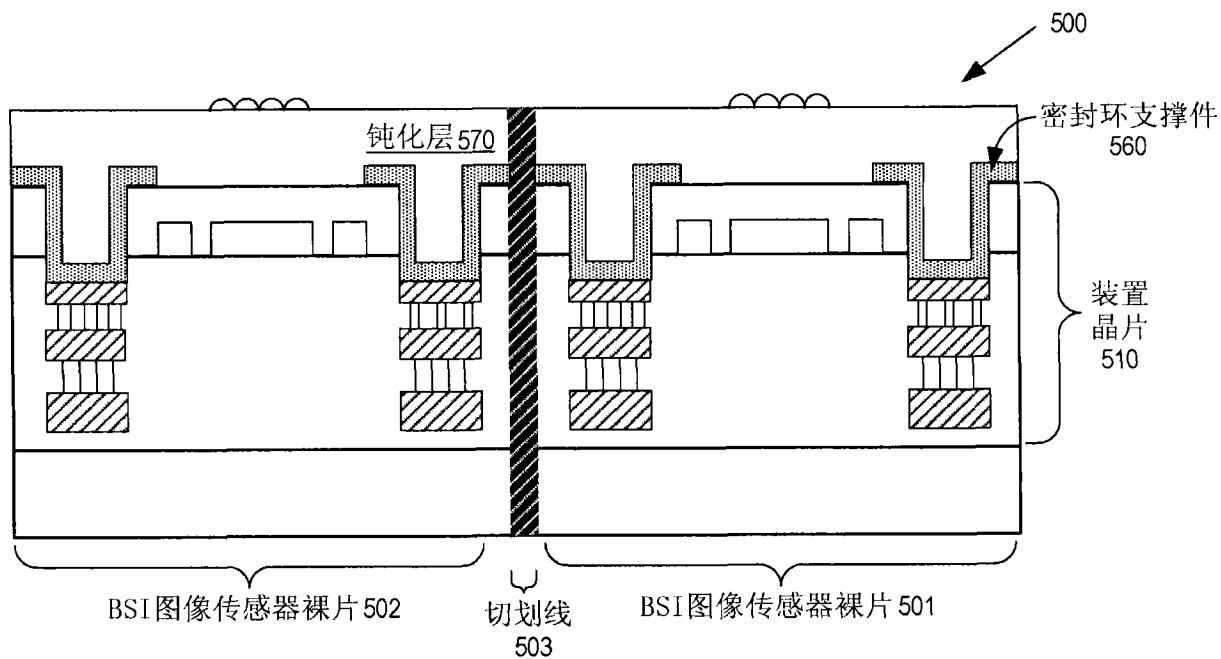


图 5D

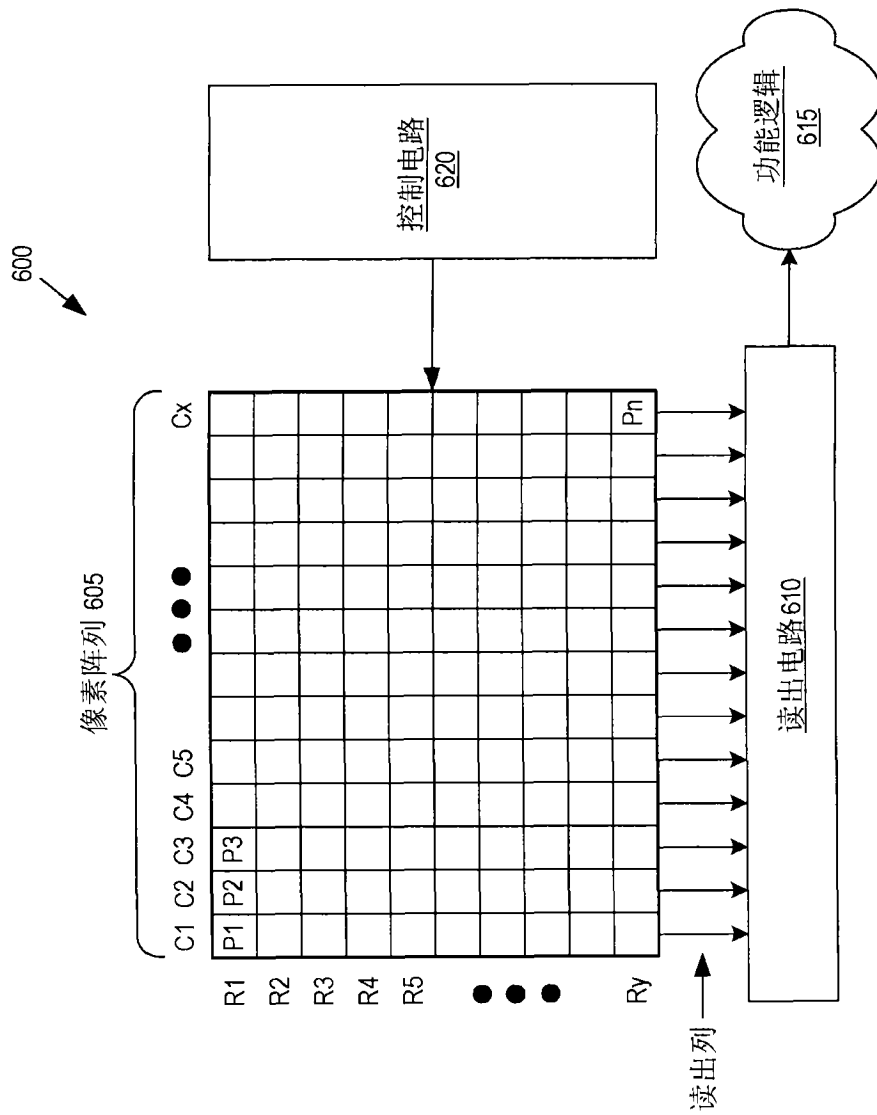


图 6

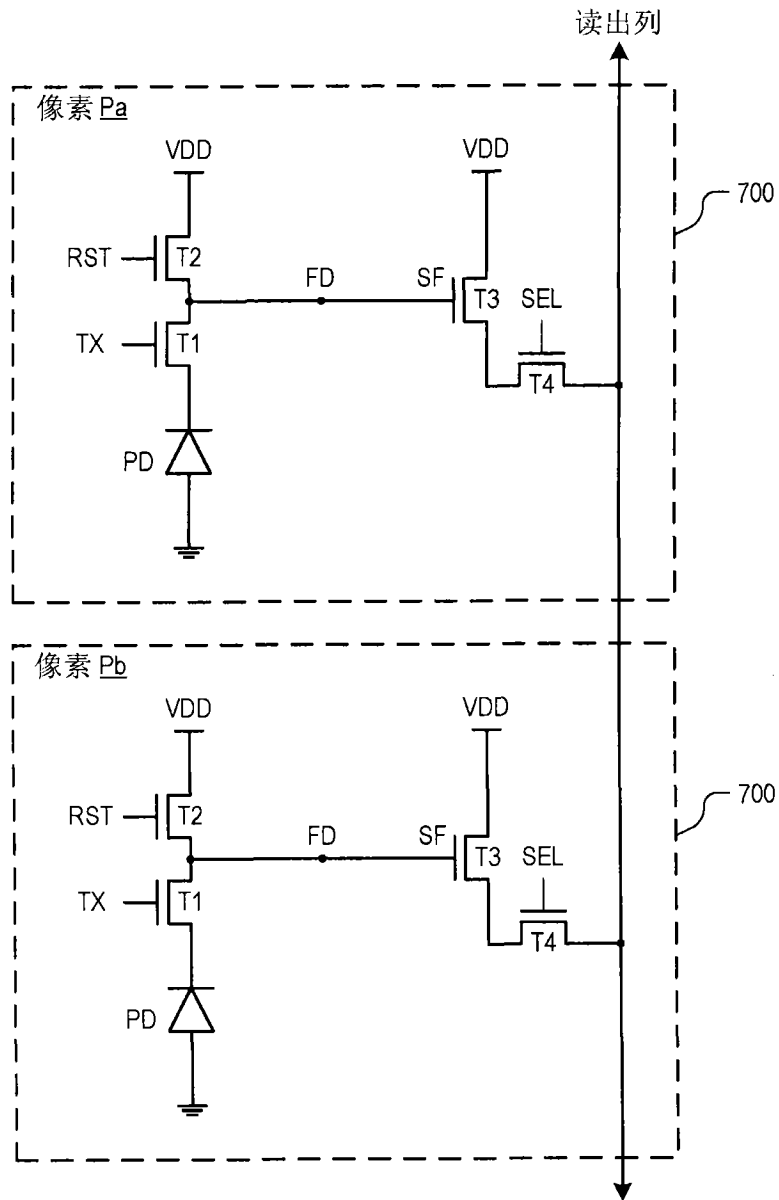


图 7