



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112397540 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 22

(21) 申请号 202011273183.6

(22) 申请日 2020.11.13

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112397540 A

(43) 申请公布日 2021.02.23

(73) 专利权人 武汉新芯集成电路制造有限公司
地址 430205 湖北省武汉市东湖开发区高新四路18号

(72) 发明人 王春林

(74) 专利代理机构 上海思微知识产权代理事务所(普通合伙) 31237

专利代理师 曹廷廷

(51) Int. Cl.

H01L 27/146 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 105702695 A, 2016.06.22

CN 105810696 A, 2016.07.27

CN 106783901 A, 2017.05.31

CN 107799542 A, 2018.03.13

CN 109037256 A, 2018.12.18

JP 2008263119 A, 2008.10.30

US 2010330728 A1, 2010.12.30

US 2012175722 A1, 2012.07.12

US 2015087104 A1, 2015.03.26

US 2015130002 A1, 2015.05.14

WO 2017173637 A1, 2017.10.12

审查员 张慧敏

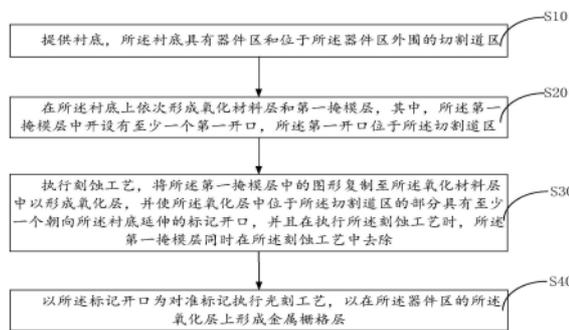
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

背照式图像传感器及其制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种背照式图像传感器及其制造方法,由于在本发明的制造方法中将第一掩模层中的图形复制至氧化材料层以形成氧化层,并使氧化层中位于切割道区的部分具有至少一个标记开口的步骤,和去除第一掩模层的步骤在同一刻蚀工艺中同时进行。如此,使得本发明的背照式图像传感器在制造过程中,工艺简单,流程简短。



1. 一种背照式图像传感器的制造方法,其特征在于,包括:
提供衬底,所述衬底具有器件区和位于所述器件区外围的切割道区;
在所述衬底上依次形成氧化材料层和图形化的第一掩模层,所述第一掩模层中开设有至少一个第一开口,所述第一开口位于所述切割道区;
执行刻蚀工艺,将所述第一掩模层中的图形复制至所述氧化材料层中以形成氧化层,并使所述氧化层中位于所述切割道区的部分具有至少一个朝向所述衬底延伸的标记开口,并且在执行所述刻蚀工艺时,所述第一掩模层同时在所述刻蚀工艺中去除;
以所述标记开口为对准标记执行光刻工艺,以在所述器件区的所述氧化层上形成金属栅格层;
其中,在执行所述刻蚀工艺时去除所述第一掩模层的方法包括:
在以所述第一掩模层为掩模刻蚀所述氧化材料层时,刻蚀所述氧化材料层中暴露于所述第一开口的部分,同时刻蚀去除所述第一掩模层。
2. 如权利要求1所述的背照式图像传感器的制造方法,其特征在于,所述氧化材料层的材料为氧化硅,所述第一掩模层的材料为氮化硅或氮氧化硅。
3. 如权利要求1所述的背照式图像传感器的制造方法,其特征在于,所述刻蚀工艺包括干法刻蚀工艺。
4. 如权利要求3所述的背照式图像传感器的制造方法,其特征在于,所述干法刻蚀的刻蚀气体为:三氟甲烷和四氟甲烷的混合气体,所述三氟甲烷气体和所述四氟甲烷气体的流量比为1:10~1:1,所述三氟甲烷气体和所述四氟甲烷气体的流量为0 sccm~500sccm,所述干法刻蚀的刻蚀的温度为20℃~100℃,刻蚀时间为0s~300s。
5. 如权利要求1所述的背照式图像传感器的制造方法,其特征在于,在所述衬底上依次形成所述氧化材料层和所述第一掩模层之前,所述方法还包括:在所述衬底上形成高K电介质材料层;以及,
在执行所述刻蚀工艺之后,所述方法还包括:以所述氧化层为掩模,依次刻蚀所述高K电介质材料层和所述衬底,以形成高K电介质层,并使所述标记开口延伸至所述高K电介质层和所述衬底中。
6. 如权利要求5所述的背照式图像传感器的制造方法,其特征在于,刻蚀所述衬底的刻蚀气体为氯气和三氯化硼气体的混合气体,所述氯气和所述三氯化硼气体的流量比在1:50~1:1之间。
7. 如权利要求1所述的背照式图像传感器的制造方法,其特征在于,所述标记开口的深度为100 Å~2000Å。
8. 如权利要求1所述的背照式图像传感器的制造方法,其特征在于,形成所述金属栅格层的方法包括:
在所述氧化层上形成金属材料层,所述金属材料层形成在所述标记开口内以及所述氧化层的顶表面上;
以所述标记开口为对准标记执行光刻工艺,至少图形化位于所述器件区内的所述金属材料层,以形成金属栅格层。
9. 一种背照式图像传感器,其特征在于,所述背照式图像传感器根据上述权利要求1~8任意一项所述的背照式图像传感器的制造方法制备而成。

背照式图像传感器及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体技术领域,特别涉及一种背照式图像传感器及其制造方法。

背景技术

[0002] 背照式(BSI)传感器的光是从衬底的背面而不是正面进入衬底的,因为减少了光反射,BSI传感器能够比前照式传感器捕捉更多的图像信号。目前,三维堆叠背照式图像传感器(UTS)通过硅穿孔(TSV:through Si Via)将逻辑运算芯片与像素(光电二极管)阵列芯片进行三维集成,一方面在保持芯片体积的同时,提高了传感器阵列尺寸和面积,另一方面大幅度缩短功能芯片之间的金属互联,减小发热、功耗、延迟,提高了芯片性能。

[0003] 在三维堆叠背照式图像传感器(UTS)中,设置金属栅格,并利用金属栅格(metal grid)的不透光特性,防止不同像素(光电二极管)之间的光的串扰。目前的背照式(BSI)图像传感器的制造工艺过于复杂,工艺流程较长。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种背照式图像传感器及其制造方法,以简化制造工艺,缩短工艺流程。

[0005] 为解决上述问题,本发明提供一种背照式图像传感器的制造方法,所述方法包括:

[0006] 提供衬底,所述衬底具有器件区和位于所述器件区外围的切割道区;

[0007] 在所述衬底上依次形成氧化材料层和图形化的第一掩模层,所述第一掩模层中开设有至少一个第一开口,所述第一开口位于所述切割道区;

[0008] 执行刻蚀工艺,将所述第一掩模层中的图形复制至所述氧化材料层中以形成氧化层,并使所述氧化层中位于所述切割道区的部分具有至少一个朝向所述衬底延伸的标记开口,并且在执行所述刻蚀工艺时,所述第一掩模层同时在所述刻蚀工艺中去除;

[0009] 以所述标记开口为对准标记执行光刻工艺,以在所述器件区的所述氧化层上形成金属栅格层。

[0010] 可选的,在执行所述刻蚀工艺时去除所述第一掩模层的方法包括:

[0011] 在以所述第一掩模层为掩模刻蚀所述氧化材料层时,刻蚀所述氧化材料层中暴露于所述第一开口的部分,同时刻蚀去除所述第一掩模层。

[0012] 可选的,所述氧化材料层的材料为氧化硅,所述第一掩模层的材料为氮化硅或氮氧化硅。

[0013] 可选的,所述刻蚀工艺包括干法刻蚀工艺。

[0014] 可选的,所述干法刻蚀的刻蚀气体为:三氟甲烷和四氟甲烷的混合气体,所述三氟甲烷气体和所述四氟甲烷气体的流量比为1:10~1:1,所述三氟甲烷气体和所述四氟甲烷气体的流量为0sccm~500sccm,所述干法刻蚀的刻蚀的温度为20℃~100℃,刻蚀时间为0s~300s。

[0015] 可选的,在所述衬底上依次形成所述氧化材料层和所述第一掩模层之前,所述方

法还包括:在所述衬底上形成高K电介质材料层;以及,

[0016] 在执行所述刻蚀工艺之后,所述方法还包括:以所述氧化层为掩模,依次刻蚀所述高K电介质材料层和所述衬底,以形成高K电介质层,并使所述标记开口延伸至所述高K电介质层和所述衬底中。

[0017] 可选的,刻蚀所述衬底的刻蚀气体为氯气和三氯化硼气体的混合气体,所述氯气和所述三氯化硼气体的流量比在1:50~1:1之间。

[0018] 可选的,所述标记开口的深度为100 Å~2000Å。

[0019] 可选的,形成所述金属栅格层的方法包括:

[0020] 在所述氧化层上形成金属材料层,所述金属材料层形成在所述标记开口内以及所述氧化层的顶表面上;

[0021] 以所述标记开口为对准标记执行光刻工艺,至少图形化位于所述器件区内的所述金属材料层,以形成金属栅格层。

[0022] 为解决上述问题,本发明还提供一种背照式图像传感器,所述背照式图像传感器根据上述任意一项所述的背照式图像传感器的制造方法制备而成。

[0023] 本发明的背照式图像传感器的制造方法中,由于将第一掩模层中的图形复制至氧化材料层以形成氧化层,并使氧化层中位于切割道区的部分具有至少一个标记开口的步骤,和去除第一掩模层的步骤,在同一刻蚀工艺中同时进行。如此,使得本发明的背照式图像传感器的制造方法工艺简单,流程简短。

附图说明

[0024] 图1是本发明一实施例中的背照式图像传感器的制造流程示意图;

[0025] 图2~图6是本发明一实施例中的背照式图像传感器的制造过程结构示意图;

[0026] 其中,附图标记如下:

[0027] 1-衬底;

[0028] 2-高K电介质层; 20-高K电介质材料层;

[0029] 3-氧化层; 30-氧化材料层;

[0030] 4-第一掩模层; 40-第一掩模材料层;

[0031] 5-第二掩模层; 50-第二掩模材料层;

[0032] 6-像素层;

[0033] 101-第一开口; 102-第二开口;

[0034] 200-标记开口。

具体实施方式

[0035] 以下结合附图和具体实施例对本发明提出的一种背照式图像传感器及其制造方法作进一步详细说明。根据下面说明,本发明的优点和特征将更清楚。需说明的是,附图均采用非常简化的形式且均使用非精准的比例,仅用以方便、明晰地辅助说明本发明实施例的目的。此外,附图所展示的结构往往是实际结构的一部分。特别的,各附图需要展示的侧重点不同,有时会采用不同的比例。

[0036] 图1是本发明一实施例中的背照式图像传感器的制造流程示意图;图2~图5是本

发明一实施例中的背照式图像传感器的制造过程结构示意图。下面结合图1~图5说明本实施例中的背照式图像传感器的制造方法。

[0037] 在步骤S10中,如图2所示,提供衬底1,所述衬底1具有器件区A2和位于所述器件区A2外围的切割道区A1。

[0038] 其中,所述衬底可以包括半导体材料、导体材料或者它们的任意组合,可以为单层结构,也可以包括多层结构。因此,衬底可以是诸如Si、SiGe、SiGeC、SiC、GaAs、InAs、InP和其它的III/V或II/VI化合物半导体的半导体材料。也可以包括诸如,例如Si/SiGe、Si/SiC、绝缘体上硅(SOI)或绝缘体上硅锗的层状衬底。

[0039] 在步骤S20中,继续参图2并结合图3所示,在所述衬底1上依次形成氧化材料层30和图形化的第一掩模层4,所述第一掩模层4中开设有至少一个第一开口101,所述第一开口101位于所述切割道区A1。其中,所述氧化材料层30的材质可以为氧化硅。

[0040] 继续参图2和图3所示,在本实施例中,形成所述第一掩模层4的方法包括如下步骤一和步骤二。

[0041] 在步骤一中,继续参图2所示,在所述氧化材料层30上形成第一掩模材料层40,在所述第一掩模材料层40上形成第二掩模层5,所述第二掩模层5中开设有至少一个第二开口102。在本实施例中,所述第一掩模材料层40的材料可以为氮化硅或氮氧化硅,所述第二掩模层5的材料可以为光阻。形成所述第二掩模层5的方法可以为,在所述第一掩模材料层40上形成光阻材料层,使用掩模板光刻显影以形成所述第二掩模层5。

[0042] 在步骤二中,继续参图3所示,以所述第二掩模层5为掩模刻蚀所述第一掩模材料层40以形成第一掩模层4,并使所述第二开口102延伸至所述第一掩模层4中以形成所述第一开口101。

[0043] 进一步的,继续参图2和图3所示,在本实施例中,在所述衬底1上依次形成氧化材料层30和图形化的第一掩模层4之前,所述方法还包括:在所述衬底1上形成高K电介质材料层20,所述高K电介质材料层20中的介电常数大于25。在本实施例中,所述高K电介质材料层20可以为金属氧化层或者非金属材质进行离子掺杂之后形成,当所述高K电介质材料层20为金属氧化层时,所述金属氧化层可以包括依次形成的氧化铝材料层和氧化钽材料层;所述高K电介质材料层20的材料在此不做具体限定,能够实现调节衬底1表面电性的作用即可。

[0044] 以及,结合图6所示,在所述衬底1上依次形成氧化材料层30和图形化的第一掩模层4之前,所述方法还包括:在所述衬底1的所述器件区A2内形成像素层6。其中,所述像素层6包括若干传感器元件(还称为像素)形成的像素阵列(未图示),传感器元件检测朝向衬底1正面的辐射(诸如,自然光、红外线IR、紫外线UV、X射线、微波等入射辐射的强度)。所述器件区A2中还形成有若干晶体管,诸如,转移晶体管(未示出)、复位晶体管(未示出)、源极跟随晶体管(未示出)、选择晶体管(未示出)、其他晶体管或其组合。当传感器元件为光电二极管时,器件区A2的透光区和这些晶体管(其可以共同称为像素电路)允许光电二极管检测特定光波长的强度。

[0045] 在步骤S30中,如图4和图5所示,执行刻蚀工艺,将所述第一掩模层4中的图形复制至所述氧化材料层30中以形成氧化层3,并使所述氧化层3中位于所述切割道区A1的部分具有至少一个标记开口200,并且在执行所述刻蚀工艺时,所述第一掩模层4同时在所述刻蚀

工艺中去除。

[0046] 在本实施例中,由于将所述第一掩模层4中的图形复制至所述氧化材料层30以形成所述氧化层3,并使所述氧化层中位于所述切割道区A1的部分具有至少一个所述标记开口200的步骤,和去除所述第一掩模层4的步骤,在同一刻蚀工艺中同时进行。如此,使得本发明的背照式图像传感器的制造方法工艺简单,流程简短。

[0047] 在本实施例中,继续参图4和图5所示,在执行所述刻蚀工艺时,去除所述第一掩模层4的方法包括:在以所述第一掩模层4为掩模刻蚀所述氧化材料层30时,刻蚀所述氧化材料层30中暴露于所述第一开口101的部分以形成氧化层3,同时逐渐减薄所述第一掩模层4,以同时去除所述第一掩模层4。

[0048] 在本实施例中,所述刻蚀工艺包括干法刻蚀工艺,以及所述干法刻蚀的刻蚀气体为:四氟甲烷和三氟甲烷的混合气体。其中,所述三氟甲烷气体和所述四氟甲烷气体的流量比为1:10~1:1,所述三氟甲烷气体和所述四氟甲烷气体的流量为0sccm~500sccm,所述干法刻蚀的刻蚀的温度为20℃~100℃,刻蚀时间为0s~300s。

[0049] 在本实施例中,在以第一掩模层4为掩模刻蚀所述氧化材料层30时,所述刻蚀气体通入所述第一开口101,进而所述氧化材料层30与所述刻蚀气体发生化学反应,以刻蚀所述氧化材料层30中暴露于所述第一开口101的部分以形成氧化层3。

[0050] 在所述刻蚀气体与所述氧化材料层30发生化学反应的同时,所述刻蚀气体还与所述第一掩模层4发生化学反应,如此,所述氧化材料层30暴露于所述第一开口101的部分和所述第一掩模层4同时被所述刻蚀气体刻蚀,最终以同时去除所述第一掩模层4并形成所述标记开口200。

[0051] 进一步的,在本实施例中,所述标记开口200可用作对准标记,以在后续执行光刻工艺,以在所述器件区A2的所述氧化层3上形成金属栅格层的过程中进行对位,以提升所述金属栅格层的精度。

[0052] 其中,所述标记开口200的形状为圆形或多边形,其中,所述多边形可以包括三角形、菱形或矩形、五边形、六边形等形状。所述标记开口200的形状在此不做具体限定,以实际需求为准。

[0053] 可选的,所述标记开口200包括多个子缺口,所述多个子缺口阵列排布形成所述标记开口200,如此以提升所述标记开口200的辨识度,进而提升切割精度。

[0054] 以及,在本实施例中,所述标记开口200还可以为多个,多个所述标记开口200环绕所述器件区A2设置,如此可通过多个标记开口200以对准,以提升对位精度。

[0055] 进一步的,继续参图4和图5所示,执行所述刻蚀工艺之后,所述方法还包括:以所述氧化层3为掩模,依次刻蚀所述高K电介质材料层20和所述衬底1,以形成高K电介质层2,并使所述标记开口200延伸至所述高K电介质层2和所述衬底1中。

[0056] 进一步的,在本实施例中,所述标记开口的深度为100 Å~2000Å。其中,所述标记开口200延伸至所述衬底1中的距离在此不做具体限定,以实际情况为准。

[0057] 在步骤S40中,参图6所示,以所述标记开口200为对准标记执行光刻工艺,以在所述器件区A2的所述氧化层3上形成金属栅格层7。

[0058] 具体的,形成所述金属栅格层7的方法还包括如下步骤一和步骤二。

[0059] 在步骤一中:如图6所示,在所述氧化层3上形成金属材料层,所述金属材料层形成

在所述标记开口200内以及所述氧化层3的顶表面上。

[0060] 在本实施例中,在所述金属材料层制备之前,可在所述第一掩模层4的顶表面上形成粘合材料层(图未示)。其中,所述粘合材料层可以在高温真空条件下采用物理离子溅射工艺于半导体衬底表面上方形成,粘合材料层的材质可以为钛、氮化钛、钽、氮化钽中的至少一种。所述金属材料层可以在高温真空条件下继续采用物理离子溅射工艺在粘合材料层的上表面上形成,形成所述金属材料层的材料可以为铝、铜或钨。以及,在形成所述金属材料层之后,还可以在所述金属材料层上形成抗反射层(BARC)。所述抗反射材料层(BARC)可以通过旋转涂覆工艺形成。

[0061] 在步骤二中:继续参图6所示,以所述标记开口200为对准标记执行光刻工艺,至少图形化位于所述器件区A2内的所述金属材料层,以形成金属栅格层7。

[0062] 在本实施例中,执行光刻工艺的方法具体可以包括:在所述金属材料层上形成光刻胶材料层,以所述标记开口200为对准标记,将具有金属栅格图形的掩模板与半导体基板进行对准,后将掩模板的金属栅格图形复制到所述光刻胶材料层中以形成图形化光刻胶层,并以所述图形化光刻胶层为掩模,刻蚀所述金属材料层,以将图形化光刻胶层中具有的金属栅格图形复制到所述金属材料层,以形成所述金属栅格层7。

[0063] 此外,在本实施例中,将图形化光刻胶层具有的金属栅格图形复制到所述金属材料层上,以形成图案化的金属栅格层7。其中,所述金属栅格层7中具有能够防止不同像素(光电二极管)之间的光的串扰的金属栅格。

[0064] 本实施例还公开了一种背照式图像传感器,所述背照式图像传感器根据上述所述的背照式图像传感器的制造方法制备而成。

[0065] 其中,本实施例中的背照式图像传感器中的标记开口200的形状为圆形或多边形,其中,所述多边形可以包括三角形、菱形或矩形、五边形、六边形等形状。所述标记开口200的形状在此不做具体限定,以实际需求为准。

[0066] 可选的,所述标记开口200包括多个子缺口,所述多个子缺口阵列排布形成所述标记开口200,如此以提升所述标记开口200的辨识度,进而提升切割精度。

[0067] 以及,在本实施例中,所述标记开口200还可以为多个,多个所述标记开口200环绕所述器件区A2设置,如此,可通过多个标记开口200以对准,以提升对位精度。

[0068] 需要说明的是,本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可,此外,各个实施例之间不同的部分也可互相组合使用,本发明对此不作限定。

[0069] 上述描述仅是对本发明较佳实施例的描述,并非对本发明范围的任何限定,本发明领域的普通技术人员根据上述揭示内容做的任何变更、修饰,均属于权利要求书的保护范围。

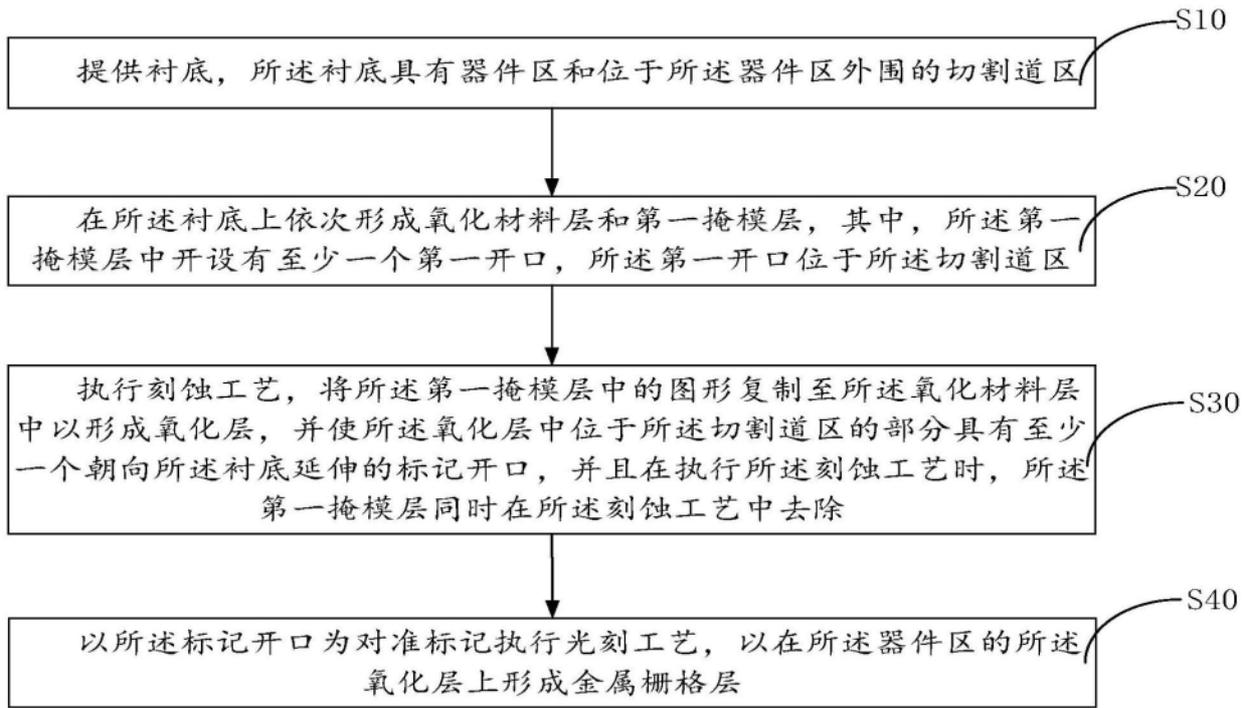


图1

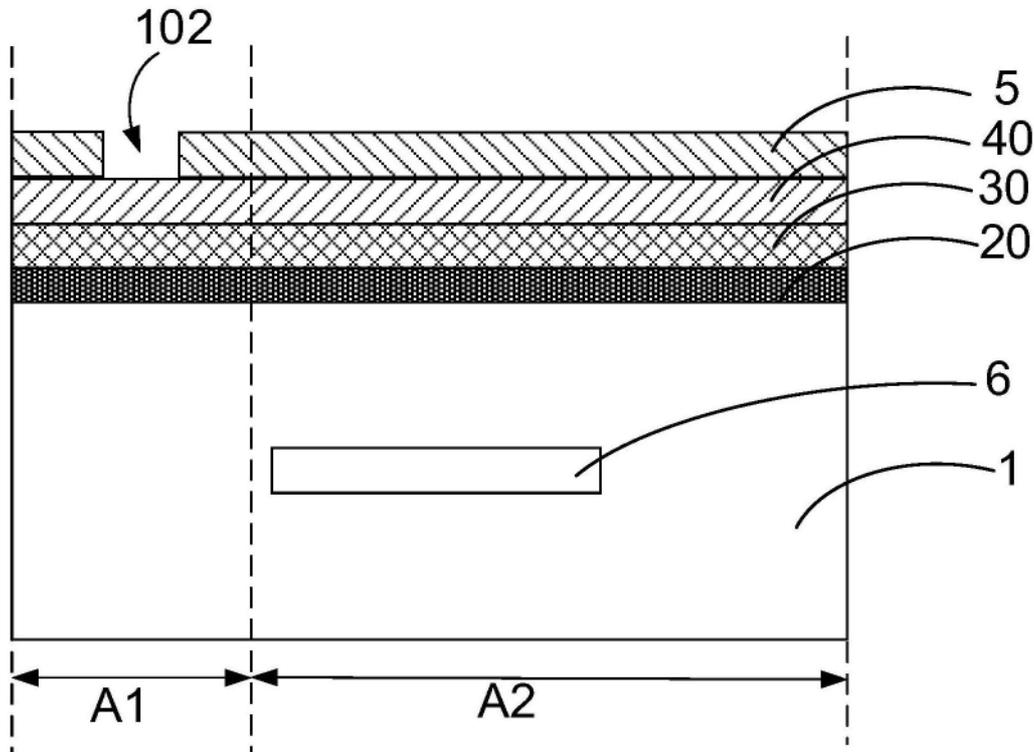


图2

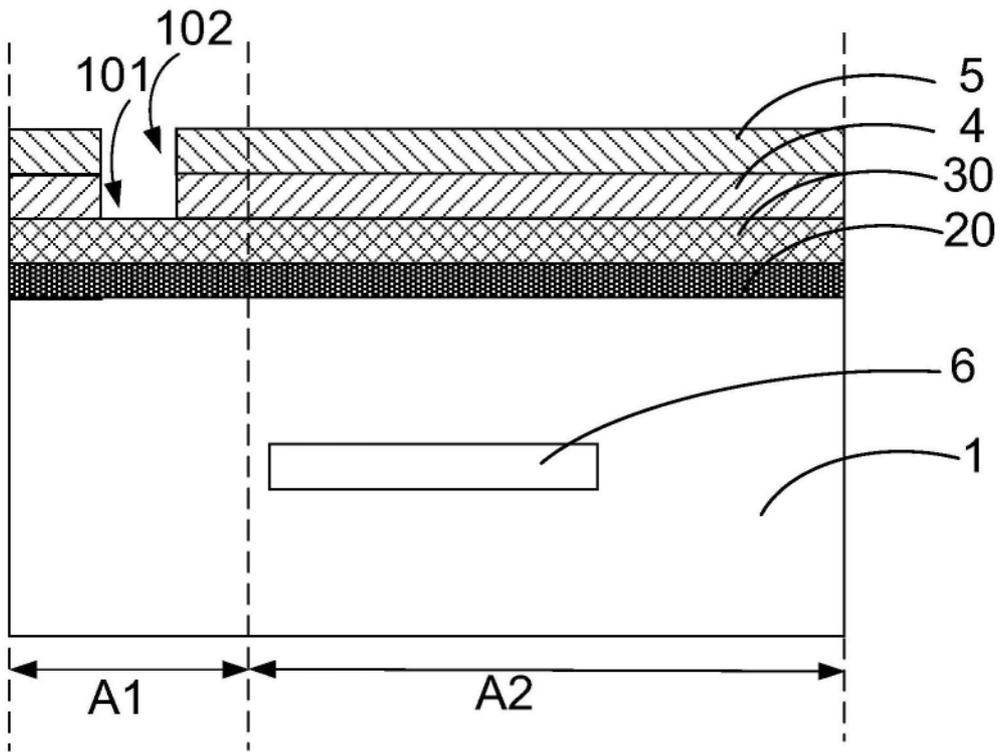


图3

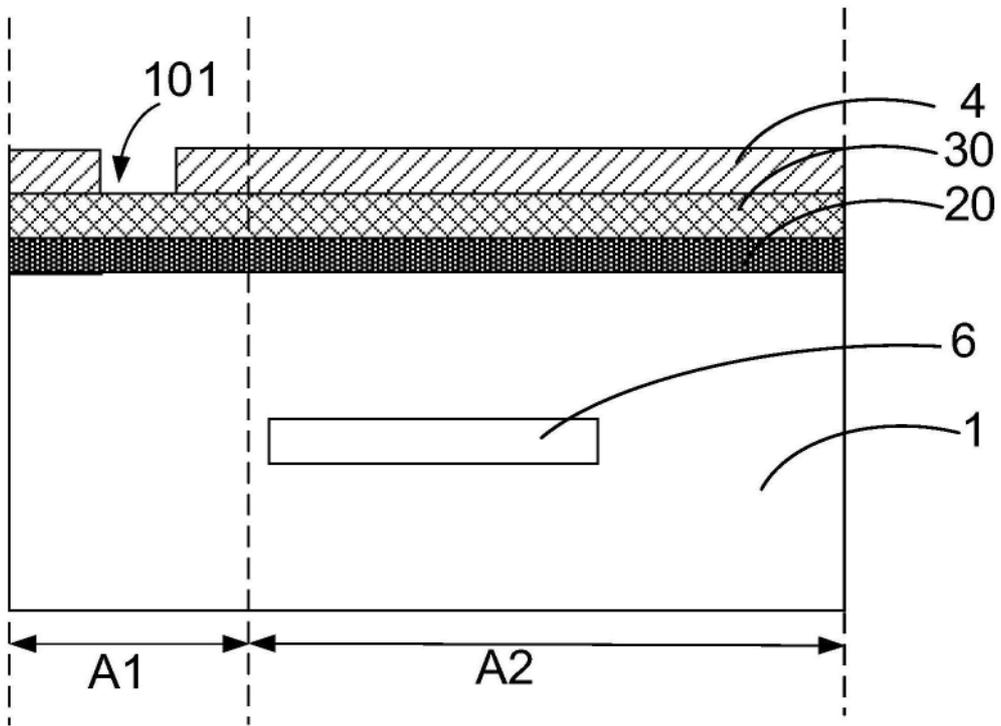


图4

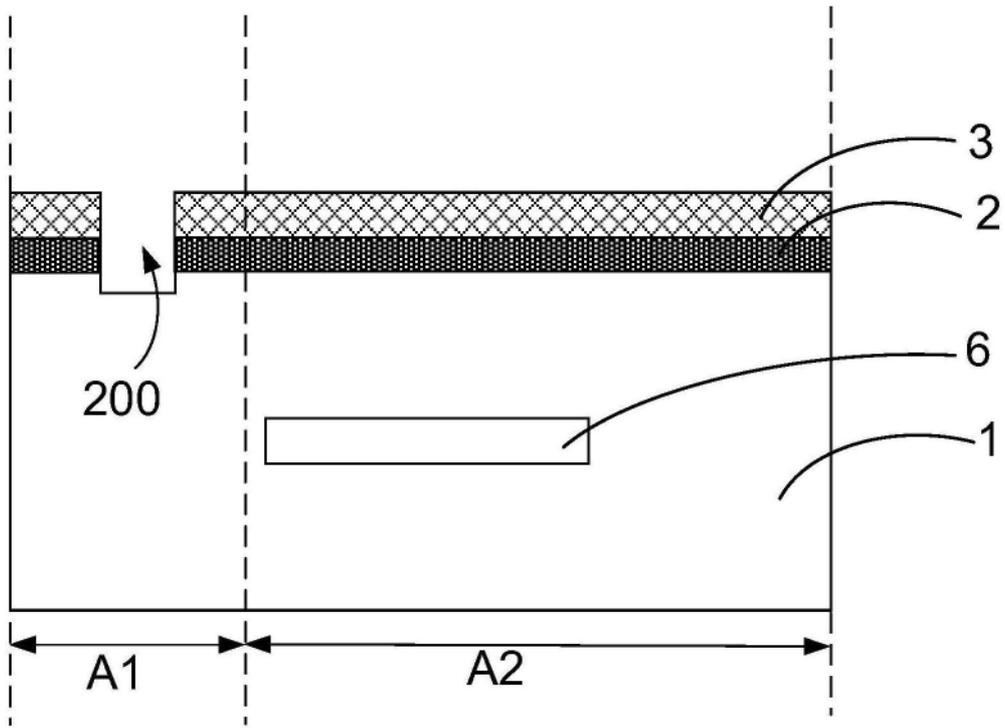


图5

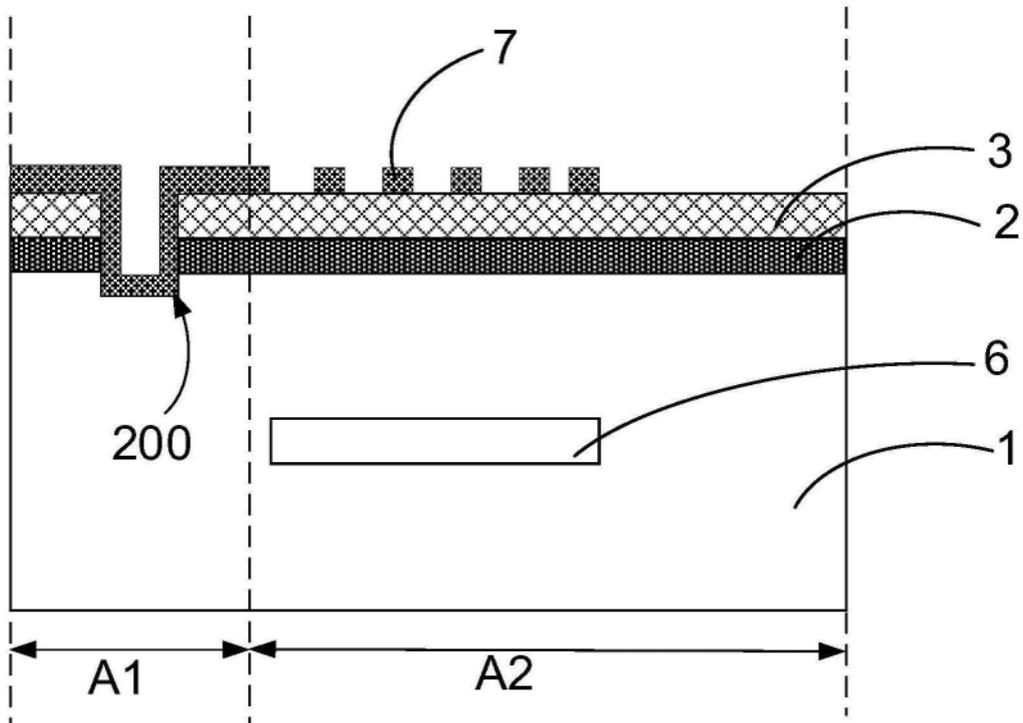


图6