



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111640676 A

(43)申请公布日 2020.09.08

(21)申请号 202010531380.7

(22)申请日 2020.06.11

(71)申请人 厦门通富微电子有限公司

地址 361000 福建省厦门市中国(福建)自由贸易试验区厦门片区建港路29号海沧国际物流大厦10楼1001单元F0193

(72)发明人 戴颖 李骏

(74)专利代理机构 深圳市威世博知识产权代理事务所(普通合伙) 44280

代理人 黎坚怡

(51)Int.Cl.

H01L 21/48(2006.01)

H01L 21/60(2006.01)

H01L 23/488(2006.01)

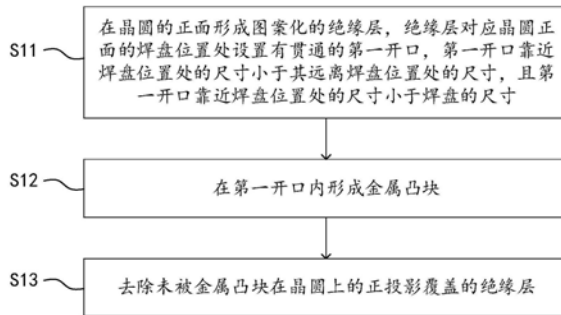
权利要求书2页 说明书10页 附图11页

(54)发明名称

一种形成金属凸块的方法以及半导体器件

(57)摘要

本申请公开了一种形成金属凸块的方法以及半导体器件。本申请公开的... 去除未被金属凸块在晶圆上的正投影覆盖的绝缘层。



1. 一种形成金属凸块的方法,其特征在于,包括:

在晶圆的正面形成图案化的绝缘层,所述绝缘层对应所述晶圆正面的焊盘位置处设置有贯通的第一开口,所述第一开口靠近所述焊盘位置处的尺寸小于其远离所述焊盘位置处的尺寸,且所述第一开口靠近所述焊盘位置处的尺寸小于所述焊盘的尺寸;

在所述第一开口内形成金属凸块;

去除未被所述金属凸块在所述晶圆上的正投影覆盖的所述绝缘层。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述在晶圆的正面形成图案化的绝缘层,所述绝缘层对应所述晶圆正面的焊盘位置处设置有贯通的第一开口,所述第一开口靠近所述焊盘位置处的尺寸小于其远离所述焊盘位置处的尺寸,所述第一开口靠近所述焊盘位置处的尺寸小于所述焊盘的尺寸的步骤包括:

在所述晶圆的正面形成图案化的第一绝缘层,所述第一绝缘层对应每个所述焊盘位置处设置有至少一个第一通孔,所述第一通孔的尺寸小于所述焊盘的尺寸;

在所述第一绝缘层远离所述晶圆的一侧表面形成图案化的第二绝缘层,所述第二绝缘层对应每个所述焊盘位置处设置有一个第二通孔,所述第二通孔的尺寸大于所述第一通孔的尺寸,且所述第二通孔与所述第一通孔连通,所述第二通孔与所述第一通孔形成所述第一开口。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,

所述在所述第一绝缘层远离所述晶圆的一侧表面形成图案化的第二绝缘层的步骤之前,包括:在所述第一绝缘层远离所述晶圆的一侧表面以及所述第一通孔内形成溅射金属层;

所述在所述第一开口内形成金属凸块的步骤包括:在所述第一开口内的所述溅射金属层上利用电镀工艺形成金属凸块,所述金属凸块远离所述晶圆正面的表面与所述第二绝缘层远离所述晶圆正面的表面齐平。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,

所述在所述第一绝缘层远离所述晶圆的一侧表面形成图案化的第二绝缘层的步骤之后,包括:在所述第一开口内形成溅射金属层;

所述在所述第一开口内形成金属凸块的步骤包括:在所述第一开口内的所述溅射金属层上利用电镀工艺形成金属凸块,所述金属凸块远离所述晶圆正面的表面与所述第二绝缘层远离所述晶圆正面的表面齐平。

5. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,

所述在晶圆的正面形成图案化的绝缘层的步骤之前,还包括:

在所述晶圆的正面形成图案化的钝化层,所述钝化层对应所述焊盘位置处设置有贯通的第二开口,所述第二开口的尺寸小于或等于所述焊盘的尺寸;

在所述钝化层远离所述晶圆的一侧表面以及所述第二开口内形成凸块下金属层;

所述去除未被所述金属凸块在所述晶圆上的正投影覆盖的所述绝缘层的步骤之后,还包括:

刻蚀去除未被所述金属凸块在所述晶圆上的正投影覆盖的所述凸块下金属层。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,

所述第二开口的尺寸小于或等于所述第二通孔的尺寸;和/或,

所述第一通孔的至少一个侧壁与位于所述第二开口的侧壁位置处的所述凸块下金属层对齐。

7. 一种半导体器件,其特征在於,包括:

晶圆,所述晶圆的正面设置有多個焊盘;

多个金属凸块,对应设置于每个所述焊盘位置处,所述金属凸块靠近所述焊盘的一端的尺寸小于其远离所述焊盘的一端的尺寸,且所述金属凸块靠近所述焊盘的一端的尺寸小于所述焊盘的尺寸;

图案化的第一绝缘层,位于所述金属凸块靠近所述焊盘的一端的外围,且所述第一绝缘层仅分布于所述金属凸块在所述晶圆上的正投影所覆盖的区域内。

8. 根据权利要求7所述的半导体器件,其特征在於,所述金属凸块包括:

至少一个第一金属柱,其周围设置有所述第一绝缘层,其一端与对应位置处的所述焊盘电连接;

第二金属柱,其一端与对应位置处的所述至少一个第一金属柱的另一端电连接;

其中,在平行于所述晶圆正面的方向上,每个所述焊盘对应的所有所述第一金属柱的横截面尺寸之和小于所述第二金属柱的横截面尺寸,且每个所述第一金属柱的横截面尺寸小于所述第二金属柱的横截面尺寸的1/2。

9. 根据权利要求8所述的半导体器件,其特征在於,

所述金属凸块包括多个所述第一金属柱,所述多个第一金属柱关于所述第二金属柱的中轴线对称设置。

10. 根据权利要求8所述的半导体器件,其特征在於,还包括:

图案化的钝化层,所述钝化层覆盖所述晶圆的正面,且对应于所述焊盘位置处设置有贯通的第二开口,所述第二开口的尺寸小于或等于所述焊盘的尺寸;

图案化的凸块下金属层,所述凸块下金属层设置于所述第二开口内,与对应位置处的所述焊盘电连接,且所述凸块下金属层仅分布于所述金属凸块在所述晶圆上的正投影所覆盖的区域内。

## 一种形成金属凸块的方法以及半导体器件

### 技术领域

[0001] 本申请涉及半导体技术领域,特别是涉及一种形成金属凸块的方法以及半导体器件。

### 背景技术

[0002] 在不同的半导体器件之间形成电性连接时,通常利用金属凸块来实现,现有技术通常利用电镀工艺在预先形成的掩模层的通孔中直接形成金属凸块。但是金属凸块通常由金、铜等成本较高的金属材料制作形成,而且为提高半导体器件之间的电连接的可靠性,金属凸块的尺寸不能设计得过小,以保证金属凸块之间具有满足要求的接触面积,这导致了现有技术中形成金属凸块的方法中金属的使用量较高,从而导致成本较高。

### 发明内容

[0003] 本申请主要解决的技术问题是提供一种形成金属凸块的方法以及半导体器件,能够减少形成金属凸块时金属的使用量,降低成本。

[0004] 为解决上述技术问题,本申请采用的一个技术方案是:

[0005] 提供一种形成金属凸块的方法,包括:在晶圆的正面形成图案化的绝缘层,所述绝缘层对应所述晶圆正面的焊盘位置处设置有贯通的第一开口,所述第一开口靠近所述焊盘位置处的尺寸小于其远离所述焊盘位置处的尺寸,且所述第一开口靠近所述焊盘位置处的尺寸小于所述焊盘的尺寸;在所述第一开口内形成金属凸块;去除未被所述金属凸块在所述晶圆上的正投影覆盖的所述绝缘层。

[0006] 其中,所述在晶圆的正面形成图案化的绝缘层,所述绝缘层对应所述晶圆正面的焊盘位置处设置有贯通的第一开口,所述第一开口靠近所述焊盘位置处的尺寸小于其远离所述焊盘位置处的尺寸,所述第一开口靠近所述焊盘位置处的尺寸小于所述焊盘的尺寸的步骤包括:在所述晶圆的正面形成图案化的第一绝缘层,所述第一绝缘层对应每个所述焊盘位置处设置有至少一个第一通孔,所述第一通孔的尺寸小于所述焊盘的尺寸;在所述第一绝缘层远离所述晶圆的一侧表面形成图案化的第二绝缘层,所述第二绝缘层对应每个所述焊盘位置处设置有一个第二通孔,所述第二通孔的尺寸大于所述第一通孔的尺寸,且所述第二通孔与所述第一通孔连通,所述第二通孔与所述第一通孔形成所述第一开口。

[0007] 其中,所述在所述第一绝缘层远离所述晶圆的一侧表面形成图案化的第二绝缘层的步骤之前,包括:在所述第一绝缘层远离所述晶圆的一侧表面以及所述第一通孔内形成溅射金属层;所述在所述第一开口内形成金属凸块的步骤包括:在所述第一开口内的所述溅射金属层上利用电镀工艺形成金属凸块,所述金属凸块远离所述晶圆正面的表面与所述第二绝缘层远离所述晶圆正面的表面齐平。

[0008] 其中,所述在所述第一绝缘层远离所述晶圆的一侧表面形成图案化的第二绝缘层的步骤之后,包括:在所述第一开口内形成溅射金属层;所述在所述第一开口内形成金属凸块的步骤包括:在所述第一开口内的所述溅射金属层上利用电镀工艺形成金属凸块,所述

金属凸块远离所述晶圆正面的表面与所述第二绝缘层远离所述晶圆正面的表面齐平。

[0009] 其中,所述在晶圆的正面形成图案化的绝缘层的步骤之前,还包括:在所述晶圆的正面形成图案化的钝化层,所述钝化层对应所述焊盘位置处设置有贯通的第二开口,所述第二开口的尺寸小于或等于所述焊盘的尺寸;在所述钝化层远离所述晶圆的一侧表面以及所述第二开口内形成凸块下金属层;所述去除未被所述金属凸块在所述晶圆上的正投影覆盖的所述绝缘层的步骤之后,还包括:刻蚀去除未被所述金属凸块在所述晶圆上的正投影覆盖的所述凸块下金属层。

[0010] 其中,所述第二开口的尺寸小于或等于所述第二通孔的尺寸;和/或,所述第一通孔的至少一个侧壁与位于所述第二开口的侧壁位置处的所述凸块下金属层对齐。

[0011] 为解决上述技术问题,本申请采用的另一个技术方案是:

[0012] 提供一种半导体器件,包括:晶圆,所述晶圆的正面设置有多个焊盘;多个金属凸块,对应设置于每个所述焊盘位置处,所述金属凸块靠近所述焊盘的一端的尺寸小于其远离所述焊盘的一端的尺寸,且所述金属凸块靠近所述焊盘的一端的尺寸小于所述焊盘的尺寸;图案化的第一绝缘层,位于所述金属凸块靠近所述焊盘的一端的外围,且所述第一绝缘层仅分布于所述金属凸块在所述晶圆上的正投影所覆盖的区域内。

[0013] 其中,所述金属凸块包括:至少一个第一金属柱,其周围设置有所述第一绝缘层,其一端与对应位置处的所述焊盘电连接;第二金属柱,其一端与对应位置处的所述至少一个第一金属柱的另一端电连接;其中,在平行于所述晶圆正面的方向上,每个所述焊盘对应的所有所述第一金属柱的横截面尺寸之和小于所述第二金属柱的横截面尺寸,且每个所述第一金属柱的横截面尺寸小于所述第二金属柱的横截面尺寸的1/2。

[0014] 其中,所述金属凸块包括多个所述第一金属柱,所述多个第一金属柱关于所述第二金属柱的中轴线对称设置。

[0015] 其中,所述半导体器件,还包括:图案化的钝化层,所述钝化层覆盖所述晶圆的正面,且对应于所述焊盘位置处设置有贯通的第二开口,所述第二开口的尺寸小于或等于所述焊盘的尺寸;图案化的凸块下金属层,所述凸块下金属层设置于所述第二开口内,与对应位置处的所述焊盘电连接,且所述凸块下金属层仅分布于所述金属凸块在所述晶圆上的正投影所覆盖的区域内。

[0016] 本申请的有益效果是:区别于现有技术的情况,本申请提供的形成金属凸块的方法先在在晶圆的正面形成图案化的绝缘层,绝缘层对应晶圆正面的焊盘位置处设置有贯通的第一开口,第一开口靠近焊盘位置处的尺寸小于其远离焊盘位置处的尺寸,且第一开口靠近焊盘位置处的尺寸小于焊盘的尺寸;然后在第一开口内形成金属凸块;再去除未被金属凸块在晶圆上的正投影覆盖的绝缘层。在第一开口内形成的金属凸块靠近焊盘位置处的尺寸小于焊盘的尺寸,也小于其远离焊盘位置处的尺寸,可见金属凸块的体积小于现有技术中两端尺寸基本一致的金属凸块的体积,本申请形成金属凸块的方法能够在不减小金属凸块电连接接触面积的前提下减少金属的使用量,在不影响半导体器件可靠性的前提下节约成本。

## 附图说明

[0017] 为了更清楚地说明本申请实施方式中的技术方案,下面将对实施方式描述中所需

要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。其中:

- [0018] 图1为本申请形成金属凸块的方法一实施方式的流程示意图;
- [0019] 图2a为图1中步骤S11对应的一实施方式的结构示意图;
- [0020] 图2b为图1中步骤S12对应的一实施方式的结构示意图;
- [0021] 图2c为图1中步骤S13对应的一实施方式的结构示意图;
- [0022] 图3为图1中步骤S11包括的步骤一实施方式的流程示意图;
- [0023] 图4为图3中步骤S111对应的一实施方式的结构示意图;
- [0024] 图5为本申请形成金属凸块的方法另一实施方式的流程示意图;
- [0025] 图6a为图5中步骤S21对应的一实施方式的结构示意图;
- [0026] 图6b为图5中步骤S22对应的一实施方式的结构示意图;
- [0027] 图6c为图5中步骤S23对应的一实施方式的结构示意图;
- [0028] 图6d为图5中步骤S24对应的一实施方式的结构示意图;
- [0029] 图6e为图5中步骤S25对应的一实施方式的结构示意图;
- [0030] 图7为本申请形成金属凸块的方法另一实施方式的流程示意图;
- [0031] 图8a为图7中步骤S31对应的一实施方式的结构示意图;
- [0032] 图8b为图7中步骤S32对应的一实施方式的结构示意图;
- [0033] 图8c为图7中步骤S33对应的一实施方式的结构示意图;
- [0034] 图8d为图7中步骤S34对应的一实施方式的结构示意图;
- [0035] 图8e为图7中步骤S35对应的一实施方式的结构示意图;
- [0036] 图9为本申请形成金属凸块的方法另一实施方式的流程示意图;
- [0037] 图10a为图9中步骤S41对应的一实施方式的结构示意图;
- [0038] 图10b为图9中步骤S42对应的一实施方式的结构示意图;
- [0039] 图10c为图9中步骤S43对应的一实施方式的结构示意图;
- [0040] 图10d为图9中步骤S44对应的一实施方式的结构示意图;
- [0041] 图10e为图9中步骤S45对应的一实施方式的结构示意图;
- [0042] 图10f为图9中步骤S46对应的一实施方式的结构示意图;
- [0043] 图10g为图9中步骤S46对应的另一实施方式的结构示意图;
- [0044] 图11为图9中步骤S47对应的一实施方式的结构示意图。

### 具体实施方式

[0045] 下面将结合本申请实施方式中的附图,对本申请实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施方式仅仅是本申请一部分实施方式,而不是全部实施方式。基于本申请中的实施方式,本领域普通技术人员在没有做出创造性的劳动前提下所获得的所有其他实施方式,都属于本申请保护的范围。

[0046] 请参阅图1,图1为本申请形成金属凸块的方法一实施方式的流程示意图,该方法包括如下步骤:

[0047] S11,在晶圆的正面形成图案化的绝缘层,绝缘层对应晶圆正面的焊盘位置处设置

有贯通的第一开口,第一开口靠近焊盘位置处的尺寸小于其远离焊盘位置处的尺寸,且第一开口靠近焊盘位置处的尺寸小于焊盘的尺寸。

[0048] 具体地,请参阅图2a,图2a为图1中步骤S11对应的一实施方式的结构示意图,在晶圆11的正面形成图案化的绝缘层12,绝缘层12对应晶圆11正面的焊盘111位置处设置有贯通的第一开口A,第一开口A靠近焊盘111位置处的尺寸L1小于其远离焊盘111位置处的尺寸L2(即图2a中第一开口A下端的尺寸小于上端的尺寸),且第一开口A靠近焊盘111位置处的尺寸L1小于焊盘111的尺寸L0。其中,晶圆11包括多个芯片,每个芯片的功能面设置有多个焊盘111,芯片的功能面即晶圆11的正面,即图2a中晶圆11朝上的一面,图2a中示意性画出3个焊盘111的情况,对应有三个第一开口A。形成第一开口A的具体方法在下面描述。

[0049] S12,在第一开口内形成金属凸块。

[0050] 具体地,请结合图2a参阅图2b,图2b为图1中步骤S12对应的一实施方式的结构示意图。形成带有第一开口A的绝缘层12之后,在第一开口A内形成金属凸块13,金属凸块13的形状将跟随第一开口A的形状,即金属凸块13下端的尺寸L1小于其上端的尺寸L2,也小于焊盘111的尺寸L0,具体可采用电镀的工艺形成金属凸块13。其中,在电镀形成金属凸块13之前,可以先在第一开口A内溅射形成溅射金属层,作为电镀工艺的种子层。

[0051] S13,去除未被金属凸块在晶圆上的正投影覆盖的绝缘层。

[0052] 具体地,请结合图2a和图2b参阅图2c,图2c为图1中步骤S13对应的一实施方式的结构示意图。在第一开口A内形成金属凸块13之后,去除未被金属凸块13在晶圆11上的正投影覆盖的绝缘层12。由于金属凸块13下端的尺寸L1小于其上端的尺寸L2,金属凸块13在晶圆11上的正投影能够覆盖部分绝缘层12,为了更好地保护金属凸块13,可以在绝缘层12和金属凸块13之上形成掩模层,在该掩模层上设置过孔,暴露出部分绝缘层12,再以该图案化的掩模层为掩模,采用干法刻蚀的工艺去除未被金属凸块13在晶圆11上的正投影覆盖的绝缘层12。

[0053] 本实施方式在第一开口A内形成的金属凸块13靠近焊盘111位置处的尺寸L1小于焊盘111的尺寸L0,也小于其远离焊盘111位置处的尺寸L2,可见金属凸块13的体积小于现有技术中两端尺寸基本一致的金属凸块的体积,本实施方式提供的形成金属凸块的方法能够在不减小金属凸块电连接接触面积的前提下减少金属的使用量,在不影响半导体器件可靠性的前提下节约成本。

[0054] 具体地,请参阅图3,图3为图1中步骤S11包括的步骤一实施方式的流程示意图,上述步骤S11可以包括如下步骤,即通过如下步骤在晶圆11的正面形成带有第一开口A的绝缘层12。

[0055] S111,在晶圆的正面形成图案化的第一绝缘层,第一绝缘层对应每个焊盘位置处设置有至少一个第一通孔,第一通孔的尺寸小于焊盘的尺寸。

[0056] 具体地,请参阅图4,图4为图3中步骤S111对应的一实施方式的结构示意图。在晶圆11的正面形成图案化的第一绝缘层121,其材质可以是聚酰乙胺等,然后采用光刻工艺和刻蚀工艺在第一绝缘层121对应每个焊盘111位置处设置至少一个第一通孔A1,其中,第一通孔A1的尺寸L1小于焊盘111的尺寸L0。例如在每个焊盘111对位位置处形成一个第一通孔A1,可以位于焊盘111的边缘位置处,也可以位于焊盘111的中心位置处,例如形成两个或者两个以上第一通孔A1,均位于焊盘111的边缘位置处,关于焊盘111的中垂线对称,也可以不

对称。图4中示意性画出在每个焊盘111对位位置处设置有关于焊盘111的中垂线对称的两个第一通孔A1的情况。

[0057] S112,在第一绝缘层远离晶圆的一侧表面形成图案化的第二绝缘层,第二绝缘层对应每个焊盘位置处设置有一个第二通孔,第二通孔的尺寸大于第一通孔的尺寸,且第二通孔与第一通孔连通,第二通孔与第一通孔形成第一开口。

[0058] 具体地,请继续参阅图2a,在晶圆11上形成图案化的第一绝缘层121之后,在第一绝缘层121远离晶圆11的一侧表面形成图案化的第二绝缘层122,第二绝缘层122对应每个焊盘111位置处设置有一个第二通孔A2,第二通孔A2的尺寸L2大于第一通孔A1的尺寸L1,且第二通孔A2与第一通孔A1连接,第二通孔A2与第一通孔A1形成第一开口A。第二绝缘层122的材质优选与第一绝缘层121相同,形成第二通孔A2的方法与形成第一通孔A1的方法类似。每个焊盘111对应位置处的第二通孔A2与一个或多个第一通孔A1连通,形成图2a所示的第一开口A,第一开口A下端的尺寸即第一通孔A1的尺寸L1,第一开口A上端的尺寸即第二通孔A2的尺寸L2。优选第二通孔A2的尺寸L2与焊盘111的尺寸L0相当,以保证不减少电连接时金属凸块之间的接触面积,提高半导体器件的电连接的可靠性。

[0059] 本实施方式通过两次光刻加刻蚀工艺形成下端尺寸小于上端尺寸的第一开口A,能够在不减少电连接时金属凸块之间的接触面积的前提下减少形成金属凸块时金属的使用量,从而节约成本。

[0060] 在另一实施方式中,请参阅图5,图5为本申请形成金属凸块的方法另一实施方式的流程示意图,该方法包括如下步骤:

[0061] S21,在晶圆的正面形成图案化的第一绝缘层,第一绝缘层对应每个焊盘位置处设置有至少一个第一通孔,第一通孔的尺寸小于焊盘的尺寸。

[0062] 具体地,请参阅图6a,图6a为图5中步骤S21对应的一实施方式的结构示意图。在晶圆21的正面形成图案化的第一绝缘层221,第一绝缘层221对应每个焊盘211位置处设置有至少一个第一通孔B1,第一通孔B1的尺寸小于焊盘211的尺寸。步骤S21与上述步骤S111相同,此处不再赘述。图6a中示意性画出在焊盘211的边缘位置处设置有一个第一通孔B1的情况。

[0063] S22,在第一绝缘层远离晶圆的一侧表面以及第一通孔内形成溅射金属层。

[0064] 具体地,请参阅图6b,图6b为图5中步骤S22对应的一实施方式的结构示意图。形成图案化的第一绝缘层221之后,在第一绝缘层221远离晶圆21的一侧表面以及第一通孔B1内形成溅射金属层24,以作为后续形成金属凸块的电镀工艺的种子层。

[0065] S23,在溅射金属层远离晶圆的一侧表面形成图案化的第二绝缘层,第二绝缘层对应每个焊盘位置处设置有一个第二通孔,第二通孔的尺寸大于第一通孔的尺寸,且第二通孔与第一通孔连通,第二通孔与第一通孔形成第一开口。

[0066] 具体地,请参阅图6c,图6c为图5中步骤S23对应的一实施方式的结构示意图。形成溅射金属层24之后,在溅射金属层24远离晶圆21的一侧表面形成图案化的第二绝缘层222,第二绝缘层222对应每个焊盘211位置处设置有一个第二通孔B2,第二通孔B2的尺寸大于第一通孔B1的尺寸,且第二通孔B2与第一通孔B1连通,第二通孔B2与第一通孔B1形成第一开口B。即第一开口B下端的尺寸即第一通孔B1的尺寸,第一开口B上端的尺寸即第二通孔B2的尺寸,第一开口B下端的尺寸小于其上端的尺寸,也小于焊盘211的尺寸。其中,第二绝缘层222



的形成方法与第一绝缘层221的类似,且第二通孔B2的侧壁上无溅射金属层24。

[0067] S24,在第一开口内的溅射金属层上利用电镀工艺形成金属凸块,金属凸块远离晶圆正面的表面与第二绝缘层远离晶圆正面的表面齐平。

[0068] 具体地,请结合图6c参阅图6d,图6d为图5中步骤S24对应的一实施方式的结构示意图。第一开口B由第一通孔B1和第二通孔B2形成,其中,第一通孔B1的内壁上设置有溅射金属层24,可以以该溅射金属层24为种子层,在第一开口B内利用电镀工艺形成金属凸块23,金属凸块23远离晶圆21正面的表面与第二绝缘层222远离晶圆21正面的表面齐平。如此形成的金属凸块23的形状跟随第一开口B的形状,下端尺寸小于上端尺寸,且小于焊盘211的尺寸。

[0069] S25,去除未被金属凸块在晶圆上的正投影覆盖的绝缘层。

[0070] 具体地,请结合图6d参阅图6e,图6e为图5中步骤S25对应的一实施方式的结构示意图。形成金属凸块23之后,去除未被金属凸块23在晶圆21上的正投影覆盖的绝缘层22,该绝缘层22包括第一绝缘层221和第二绝缘层222。由于金属凸块23下端的尺寸小于其上端的尺寸,金属凸块23在晶圆21上的正投影能够覆盖部分绝缘层22,为了更好地保护金属凸块23,可以在绝缘层22和金属凸块23之上形成掩模层,在该掩模层上设置过孔,暴露出未被金属凸块23在晶圆21上的正投影覆盖的绝缘层22,再以该图案化的掩模层为掩模,采用干法刻蚀的工艺去除暴露出的绝缘层22。在刻蚀过程中,第二绝缘层222被完全去除,部分第一绝缘层221被去除,位于第一绝缘层221和第二绝缘层222之间的部分溅射金属层24也被去除。

[0071] 在其他实施方式中,当第一通孔为多个且关于焊盘的中垂线对称分布时,也可以直接以金属凸块为掩模层,采用湿法刻蚀工艺去除所有的绝缘层,仅保留金属凸块。

[0072] 本实施方式在第一开口B内形成的金属凸块23靠近焊盘211位置处的尺寸小于焊盘211的尺寸,也小于其远离焊盘211位置处的尺寸,可见金属凸块23的体积小于现有技术中两端尺寸基本一致的金属凸块的体积,本实施方式提供的形成金属凸块的方法能够在不减小金属凸块电连接接触面积的前提下减少金属的使用量,在不影响半导体器件可靠性的前提下节约成本。

[0073] 另一实施方式中,请参阅图7,图7为本申请形成金属凸块的方法另一实施方式的流程示意图,该方法包括如下步骤:

[0074] S31,在晶圆的正面形成图案化的第一绝缘层,第一绝缘层对应每个焊盘位置处设置有至少一个第一通孔,第一通孔的尺寸小于焊盘的尺寸。

[0075] 具体地,请参阅图8a,图8a为图7中步骤S31对应的一实施方式的结构示意图。在晶圆31的正面形成图案化的第一绝缘层321,第一绝缘层321对应每个焊盘311位置处设置有至少一个第一通孔C1,第一通孔C1的尺寸小于焊盘311的尺寸。步骤S31与上述步骤S111相同,此处不再赘述。图8a中示意性画出在焊盘311的边缘位置处设置有一个第一通孔C1的情况。

[0076] S32,在第一绝缘层远离晶圆的一侧表面形成图案化的第二绝缘层,第二绝缘层对应每个焊盘位置处设置有一个第二通孔,第二通孔的尺寸大于第一通孔的尺寸,且第二通孔与第一通孔连通,第二通孔与第一通孔形成第一开口。

[0077] 具体地,请参阅图8b,图8b为图7中步骤S32对应的一实施方式的结构示意图。在晶

圆31上形成图案化的第一绝缘层321之后,在第一绝缘层321远离晶圆31的一侧表面形成图案化的第二绝缘层322,第二绝缘层322对应每个焊盘311位置处设置有一个第二通孔C2,第二通孔C2的尺寸大于第一通孔C1的尺寸,且第二通孔C2与第一通孔C1连接,第二通孔C2与第一通孔C1形成第一开口C。步骤S32与上述步骤S112相同,此处不再赘述。

[0078] S33,在第一开口内形成溅射金属层。

[0079] 具体地,请结合图8b参阅图8c,图8c为图7中步骤S33对应的一实施方式的结构示意图。形成由第一通孔C1和第二通孔C2形成的第一开口C之后,在第一开口C内形成溅射金属层34,以作为后续形成金属凸块的电镀工艺的种子层。在溅射形成溅射金属层34时,除了第一开口C的内壁,第二绝缘层322远离晶圆31的一侧表面也形成有溅射金属层34,后续可以被刻蚀去除。

[0080] S34,在第一开口内的溅射金属层上利用电镀工艺形成金属凸块,金属凸块远离晶圆正面的表面与第二绝缘层远离晶圆正面的表面齐平。

[0081] 具体地,请结合图8c参阅图8d,图8d为图7中步骤S34对应的一实施方式的结构示意图。以第一开口C内壁上的溅射金属层34为种子层,在第一开口C内利用电镀工艺形成金属凸块33,金属凸块33远离晶圆31正面的表面与第二绝缘层322远离晶圆31正面的表面齐平。如此形成的金属凸块33的形状跟随第一开口C的形状,下端尺寸小于上端尺寸,且小于焊盘311的尺寸。

[0082] S35,去除未被金属凸块在晶圆上的正投影覆盖的绝缘层。

[0083] 具体地,请结合图8a-图8d参阅图8e,图8e为图7中步骤S35对应的一实施方式的结构示意图。形成金属凸块33之后,去除未被金属凸块33在晶圆31上的正投影覆盖的绝缘层32,该绝缘层32包括第一绝缘层321和第二绝缘层322。由于金属凸块33下端的尺寸小于其上端的尺寸,金属凸块33在晶圆31上的正投影能够覆盖部分绝缘层32,为了更好地保护金属凸块33,可以在绝缘层32和金属凸块33之上形成掩模层,在该掩模层上设置过孔,暴露出未被金属凸块33在晶圆31上的正投影覆盖的绝缘层32,再以该图案化的掩模层为掩模,采用干法刻蚀的工艺去除暴露出的绝缘层32,得到图8e所示的结构。其中,在刻蚀工艺过程中,第二绝缘层322全部被去除,部分第一绝缘层321被去除,位于第二绝缘层322表面的溅射金属层34以及位于第二通孔C2侧壁的溅射金属层34也被去除。

[0084] 本实施方式在第一开口C内形成的金属凸块33靠近焊盘311位置处的尺寸小于焊盘311的尺寸,也小于其远离焊盘311位置处的尺寸,可见金属凸块33的体积小于现有技术中两端尺寸基本一致的金属凸块的体积,本实施方式提供的形成金属凸块的方法能够在不减小金属凸块电连接接触面积的前提下减少金属的使用量,在不影响半导体器件可靠性的前提下节约成本。

[0085] 另一实施方式中,请参阅图9,图9为本申请形成金属凸块的方法另一实施方式的流程示意图,该方法包括如下步骤:

[0086] S41,在晶圆的正面形成图案化的钝化层,钝化层对应焊盘位置处设置有贯通的第二开口,第二开口的尺寸小于或等于焊盘的尺寸。

[0087] 具体地,请参阅图10a,图10a为图9中步骤S41对应的一实施方式的结构示意图。在晶圆41的正面形成图案化的钝化层45,钝化层45对应焊盘411位置处设置有贯通的第二开口E,第二开口E的尺寸小于或等于焊盘411的尺寸。图10a示意性画出钝化层45的尺寸小于

焊盘411的尺寸的情况。具体可先在晶圆41正面沉积形成钝化层45,其材质可以是氧化硅、氮化硅等,再利用光刻工艺和刻蚀工艺在钝化层45对应于焊盘411位置处形成第二开口E。钝化层可以对晶圆正面起到保护作用,提高半导体器件的可靠性。

[0088] S42,在钝化层远离晶圆的一侧表面以及第二开口内形成凸块下金属层。

[0089] 具体地,请结合图10a参阅图10b,图10b为图9中步骤S42对应的一实施方式的结构示意图。形成图案化的钝化层45之后,在该钝化层45远离晶圆41的一侧表面以及第一开口E内形成凸块下金属层46,其材质可以为钛钨合金,可以采用溅射工艺形成。凸块下金属层46可以在焊盘411与金属凸块之间形成电的通路,而且能够增加金属凸块与焊盘411之间的粘附力,使金属凸块不易脱落。

[0090] S43,在晶圆的正面形成图案化的第一绝缘层,第一绝缘层对应每个焊盘位置处设置有至少一个第一通孔,第一通孔的尺寸小于焊盘的尺寸。

[0091] 具体地,请结合图10b参阅图10c,图10c为图9中步骤S43对应的一实施方式的结构示意图。在晶圆41正面形成钝化层45及凸块下金属层46之后,在凸块下金属层46远离晶圆41的一侧表面形成图案化的第一绝缘层421,第一绝缘层421对应每个焊盘411位置处设置有至少一个第一通孔D1,第一通孔D1的尺寸小于焊盘411的尺寸。图10c示意性画出每个焊盘411位置处设置有两个第一通孔D1的情况,且第一通孔D1关于焊盘411的中垂线对称分布。步骤S43与上述各实施方式中形成第一绝缘层的方法类似,此处不再赘述。

[0092] S44,在第一绝缘层远离晶圆的一侧表面形成图案化的第二绝缘层,第二绝缘层对应每个焊盘位置处设置有一个第二通孔,第二通孔的尺寸大于第一通孔的尺寸,且第二通孔与第一通孔连通,第二通孔与第一通孔形成第一开口。

[0093] 具体地,请结合图10c参阅图10d,图10d为图9中步骤S44对应的一实施方式的结构示意图。形成带有第一通孔D1的第一绝缘层421之后,在第一绝缘层421远离晶圆41的一侧表面形成图案化的第二绝缘层422,第二绝缘层422对应每个焊盘411位置处设置有一个第二通孔D2,第二通孔D2的尺寸大于第一通孔D1的尺寸,且第二通孔D2与第一通孔D1连通,第二通孔D2与第一通孔D1形成第一开口D。步骤S44与上述各实施方式中形成第二绝缘层的方法类似,此处不再赘述。

[0094] 其中,优选钝化层45上设置的第二开口E的尺寸小于或等于第二通孔D2的尺寸,图10d中示意性画出第二开口E的尺寸小于第二通孔D2的尺寸的情况。和/或,第一通孔D1的至少一个侧壁与位于第二开口E的侧壁位置处的凸块下金属层46对齐,图10d中两个第一通孔D1均有一个侧壁与位于第二开口E的侧壁位置处的凸块下金属层46对齐。

[0095] S45,在第一开口内形成金属凸块,金属凸块远离晶圆正面的表面与第二绝缘层远离晶圆正面的表面齐平。

[0096] 具体地,请结合图10d参阅图10e,图10e为图9中步骤S45对应的一实施方式的结构示意图。在第一开口D内利用电镀工艺形成金属凸块43,金属凸块43远离晶圆41正面的表面与第二绝缘层422远离晶圆41正面的表面齐平。如此形成的金属凸块43的形状跟随第一开口D的形状,下端尺寸小于上端尺寸,且小于焊盘411的尺寸。其中,在形成第二绝缘层422之前,可以先在第一通孔D1内形成溅射金属层44,作为形成金属凸块43的电镀工艺的种子层,具体形成方式与上述各实施方式中形成金属凸块的方法类似,此处不再赘述。

[0097] S46,去除未被金属凸块在晶圆上的正投影覆盖的绝缘层。

[0098] 具体地,请结合图10e参阅图10f,图10f为图9中步骤S46对应的一实施方式的结构示意图。形成金属凸块43之后,去除未被金属凸块43在晶圆41上的正投影覆盖的绝缘层42,该绝缘层42包括第一绝缘层421和第二绝缘层422。由于金属凸块43下端的尺寸小于其上端的尺寸,金属凸块43在晶圆41上的正投影能够覆盖部分绝缘层42,为了更好地保护金属凸块43,可以在绝缘层42和金属凸块43之上形成掩模层,在该掩模层上设置过孔,暴露出未被金属凸块43在晶圆41上的正投影覆盖的绝缘层42,再以该图案化的掩模层为掩模,采用干法刻蚀的工艺去除暴露出的绝缘层42,得到图10f所示的结构。在刻蚀过程中,第二绝缘层422被完全去除,部分第一绝缘层421被去除,位于第一绝缘层421和第二绝缘层422之间的部分溅射金属层44也被去除。

[0099] 在其他实施方式中,当第一通孔关于焊盘的中垂线对称分布时也可以直接以金属凸块为掩模,采用湿法刻蚀工艺去除所有的绝缘层,仅保留金属凸块。具体请结合图10f参阅图10g,图10g为图9中步骤S46对应的另一实施方式的结构示意图。当第一通孔为多个且关于芯片41'上的焊盘411'的中垂线对称分布时,也可以直接以金属凸块43'为掩模层,采用湿法刻蚀工艺去除所有的绝缘层,仅保留金属凸块43',得到图10g所示的结构。

[0100] S47,刻蚀去除未被金属凸块在晶圆上的正投影覆盖的凸块下金属层。

[0101] 具体地,请结合图10f参阅图11,图11为图9中步骤S47对应的一实施方式的结构示意图。去除部分绝缘层42之后,可以继续以设置在金属凸块43之上的掩模层为掩模,采用干法刻蚀的工艺去除未被金属凸块43在晶圆41上的正投影覆盖的凸块下金属层46,得到图11所示的半导体器件,即利用本申请提供的形成金属凸块的方法形成的半导体器件。

[0102] 本实施方式在第一开口D内形成的金属凸块43靠近焊盘411位置处的尺寸小于焊盘411的尺寸,也小于其远离焊盘411位置处的尺寸,可见金属凸块43的体积小于现有技术中两端尺寸基本一致的金属凸块的体积,本实施方式提供的形成金属凸块的方法能够在不减小金属凸块电连接接触面积的前提下减少金属的使用量,在不影响半导体器件可靠性的前提下节约成本。

[0103] 请继续结合图10a-图10f参阅上述图11,本申请还提供一种半导体器件,其包括的金属凸块由上述各实施方式中所述的方法形成,图11也为本申请半导体器件一实施方式的结构示意图,该半导体器件具体包括:晶圆41、多个金属凸块43、图案化的第一绝缘层421。其中晶圆41的正面设置有多个焊盘411;金属凸块43对应设置于每个焊盘411位置处,其靠近焊盘411的一端的尺寸小于其远离焊盘411的一端的尺寸,且金属凸块43靠近焊盘411的一端的尺寸也小于焊盘411的尺寸;第一绝缘层421位于金属凸块43靠近焊盘411的一端的外围,且第一绝缘层421仅分布于金属凸块43在晶圆41上的正投影所覆盖的区域内。

[0104] 具体地,金属凸块43包括至少一个第一金属柱431和一个第二金属柱432。其中第一金属柱431周围设置有第一绝缘层421,其一端与对应位置处的焊盘411电连接;第二金属柱432一端与对应位置处的至少一个第一金属柱431的另一端电连接。图11中示意性画出金属凸块43包括两个第一金属柱431和一个第二金属柱432的情况,其中,两个第一金属柱431朝下的一端均与焊盘411电连接,朝上的一端均与第二金属柱432电连接。

[0105] 本实施方式中金属凸块43下端的尺寸小于上端的尺寸,也小于焊盘411的尺寸,而且金属凸块43在晶圆41上的正投影所覆盖的区域内还分布有第一绝缘层421,相当于第一绝缘层421分布在第二金属柱432比第一金属柱431多出的体积空间内,也就是说,本实施方

式用第一绝缘层421替代部分金属凸块43的体积,以在不减小金属凸块的连接面积的情况下减少金属的使用量,节约成本,同时不影响电连接的可靠性。

[0106] 优选地,本申请提供的半导体器件中,在平行于晶圆正面的方向上,每个焊盘对应的所有第一金属柱的横截面尺寸之和小于第二金属柱的横截面尺寸,且每个第一金属柱的横截面尺寸小于第二金属柱的横截面尺寸的1/2。请继续参阅图11,本实施方式中设置有两个第一金属柱431,这两个第一金属柱431的横截面尺寸之和小于第二金属柱432的横截面尺寸,而且这两个第一金属柱431中每一个的横截面尺寸都小于第二金属柱432的横截面尺寸的1/2。如此设置能够在第二金属柱432比第一金属柱431多出的体积空间内设置第一绝缘层421,增加本申请半导体器件的结构稳定性的同时减少金属的使用量。

[0107] 进一步地,本申请提供的半导体器件中,当金属凸块包括多个第一金属柱时,多个第一金属柱关于第二金属柱的中轴线对称设置。请继续参阅图11,本实施方式中设置有两个第一金属柱431,这两个第一金属柱431关于第二金属柱432的中轴线对称设置。如此设置可以进一步增加本申请半导体器件的结构稳定性,而且还可以在某些应用场景中将第一绝缘层421移除,以提高本申请半导体器件的散热性。

[0108] 进一步地,请继续结合图10a-图10f参阅图11,本实施方式中半导体器件还包括:图案化的钝化层45和图案化的凸块下金属层46。其中,钝化层45覆盖晶圆41的正面,且对应于焊盘411位置处设置有贯通的第二开口E,第二开口E的尺寸小于或等于焊盘411的尺寸;凸块下金属层46设置于第二开口E内,与对应位置处的焊盘411电连接,且凸块下金属层46仅分布于金属凸块43在晶圆41上的正投影所覆盖的区域内。钝化层45可以对晶圆41的正面起到保护作用,提高本申请半导体器件的可靠性。凸块下金属层46则可以提高金属凸块43与焊盘411之间的粘附力,提高本申请半导体器件的结构稳定性。

[0109] 另外,本实施方式中半导体器件还包括溅射金属层44。上述第一绝缘层421设置于第一金属柱431周围,相当于在第一绝缘层421上形成多个第一通孔D1,一个第一金属柱431分布于一个该第一通孔D1内。溅射金属层44则设置于第一绝缘层421远离焊盘411的一侧表面以及第一通孔D1内,作为电镀形成金属凸块43时的种子层。其中,金属凸块43、溅射金属层44、凸块下金属层46和焊盘411电连接。

[0110] 本实施方式提供的包含金属凸块43的半导体器件中,金属凸块43靠近焊盘411位置处的尺寸小于焊盘411的尺寸,也小于其远离焊盘411位置处的尺寸,可见金属凸块43的体积小于现有技术中两端尺寸基本一致的金属凸块的体积,从而在不减小金属凸块电连接接触面积的前提下减少金属的使用量,在不影响半导体器件可靠性的前提下节约成本。

[0111] 以上所述仅为本申请的实施方式,并非因此限制本申请的专利范围,凡是利用本申请说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本申请的专利保护范围内。

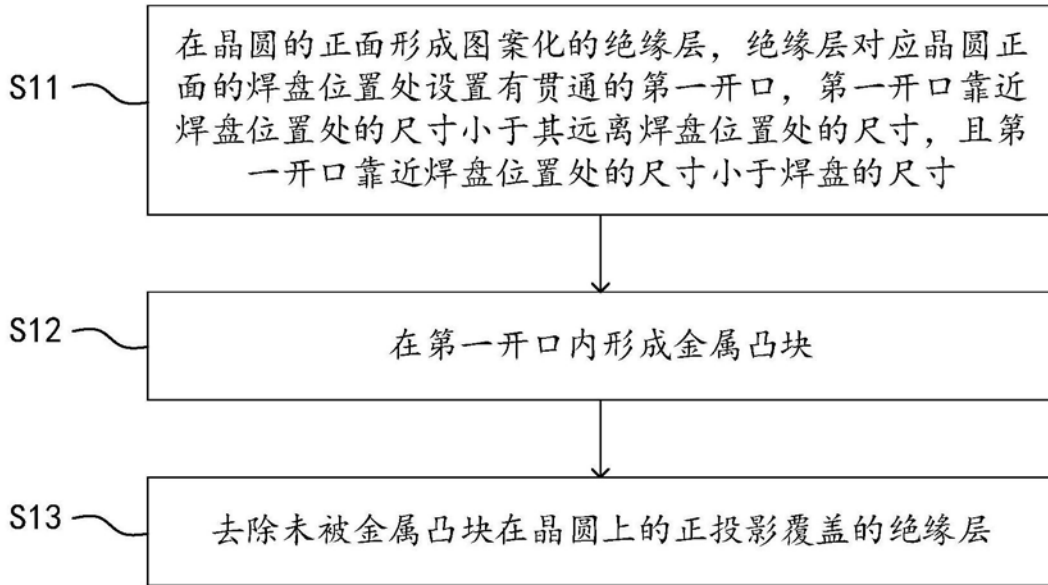


图1

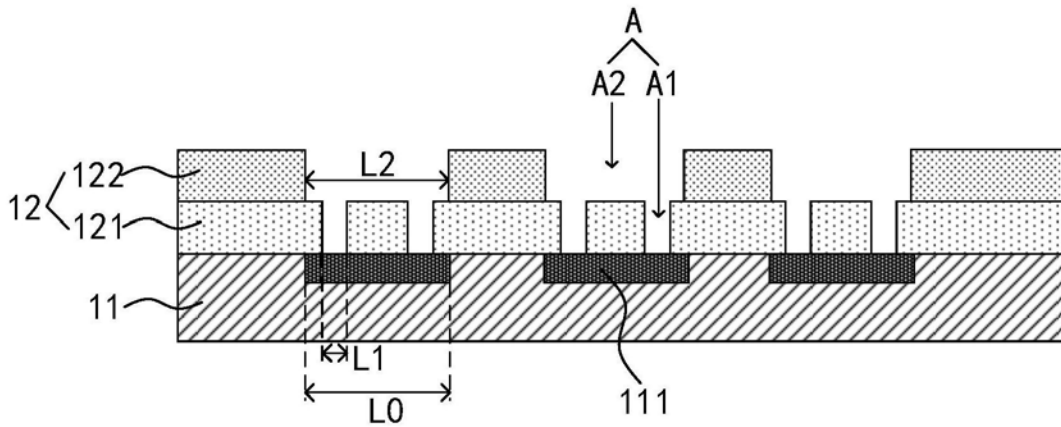


图2a

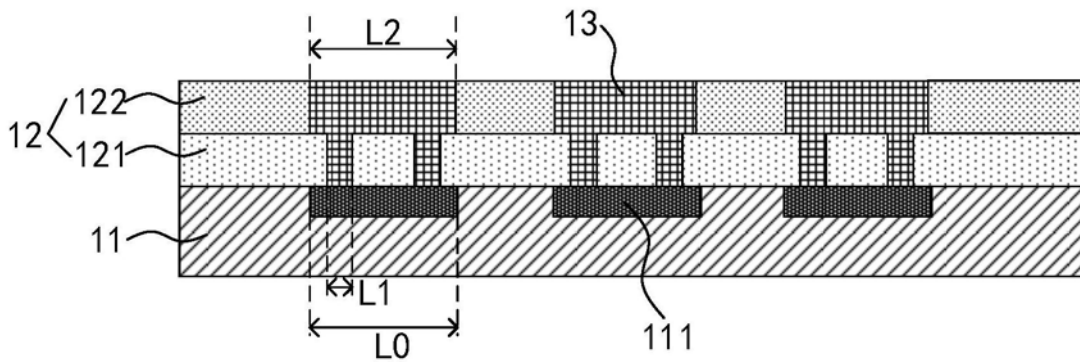


图2b

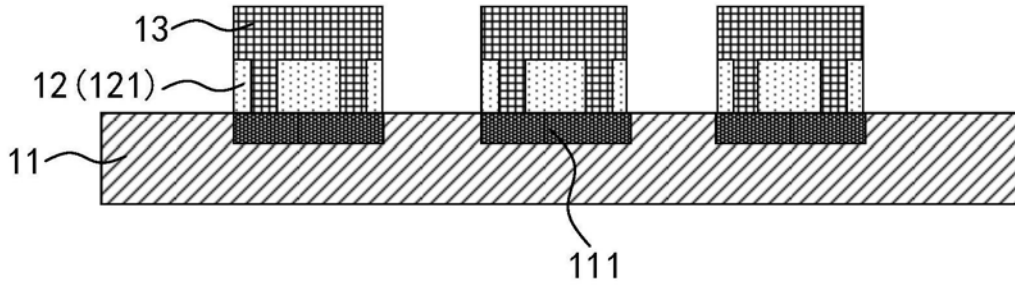


图2c

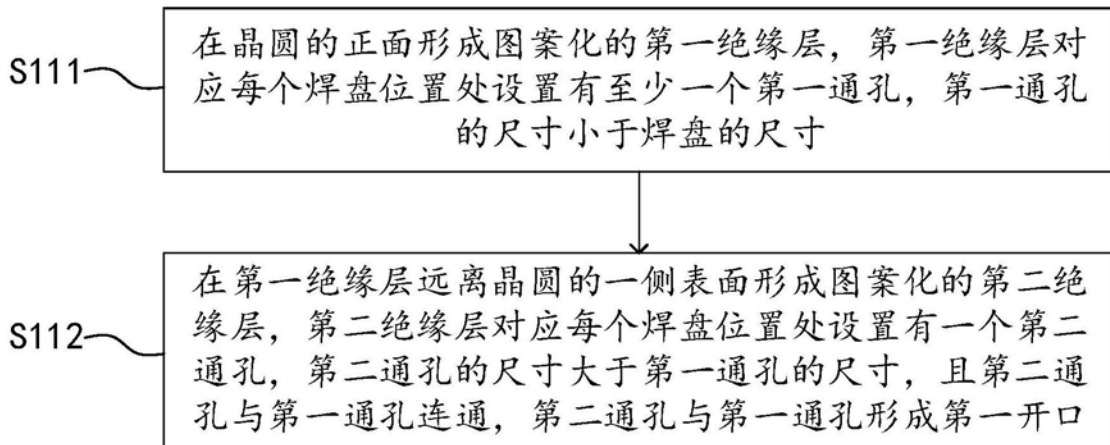


图3

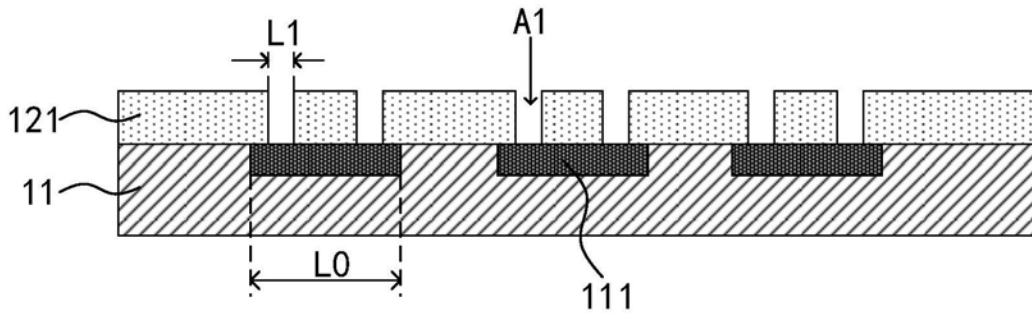


图4

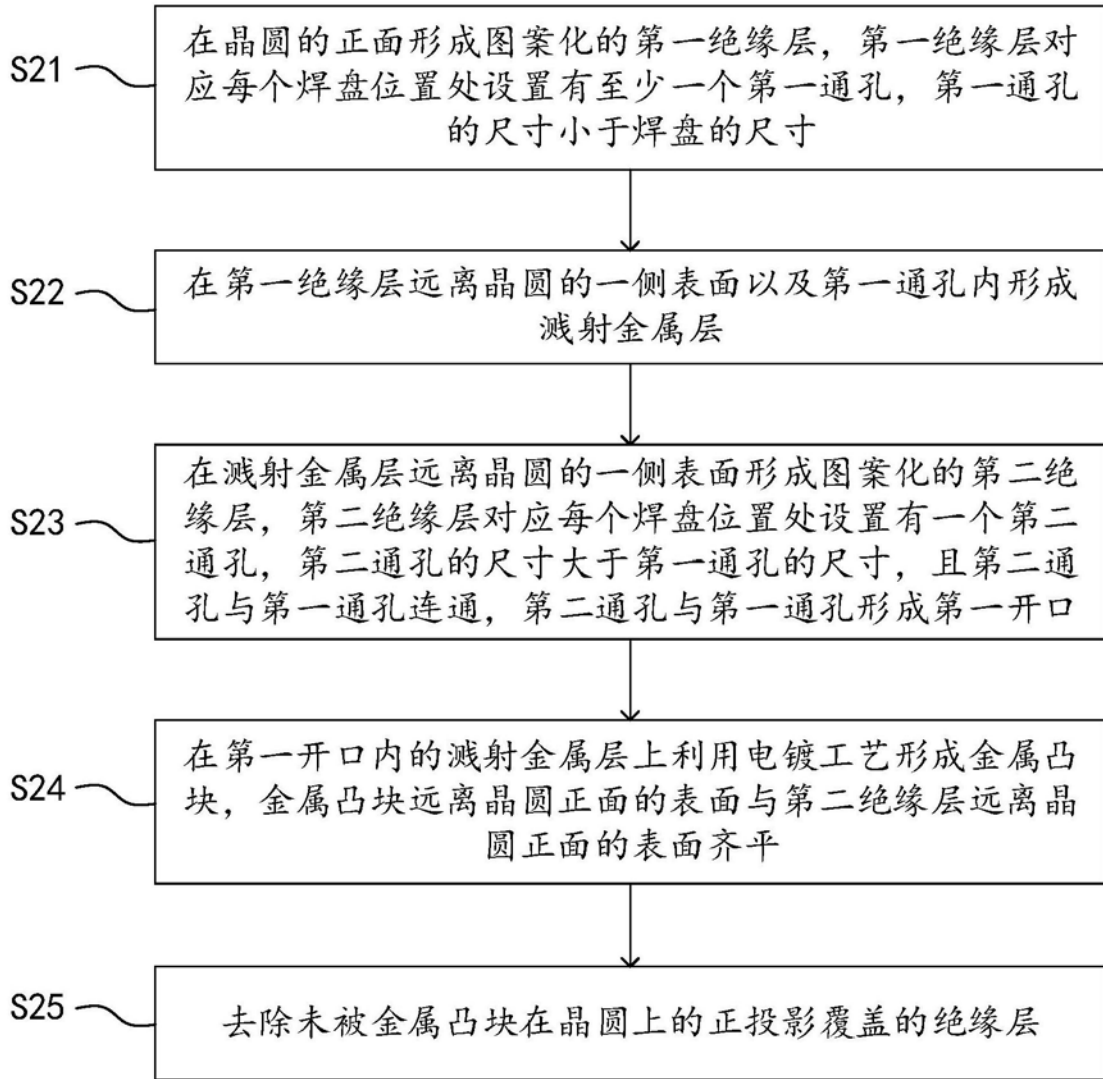


图5

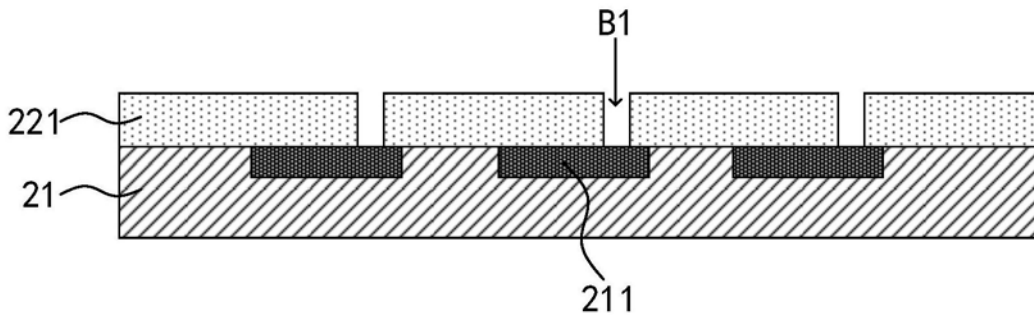


图6a



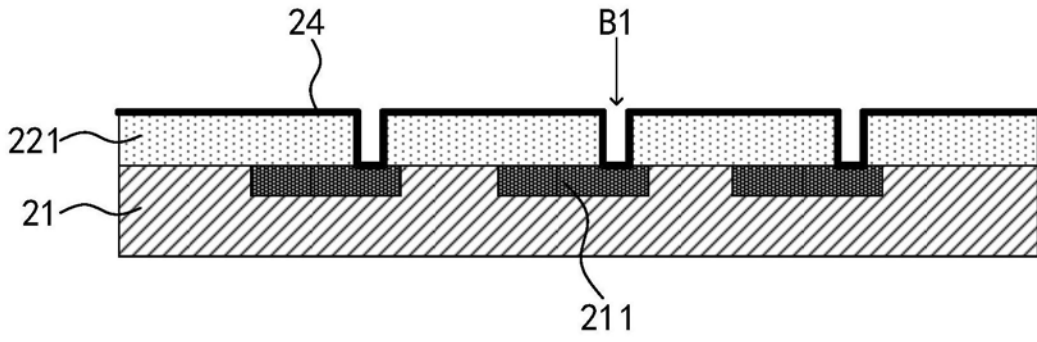


图6b

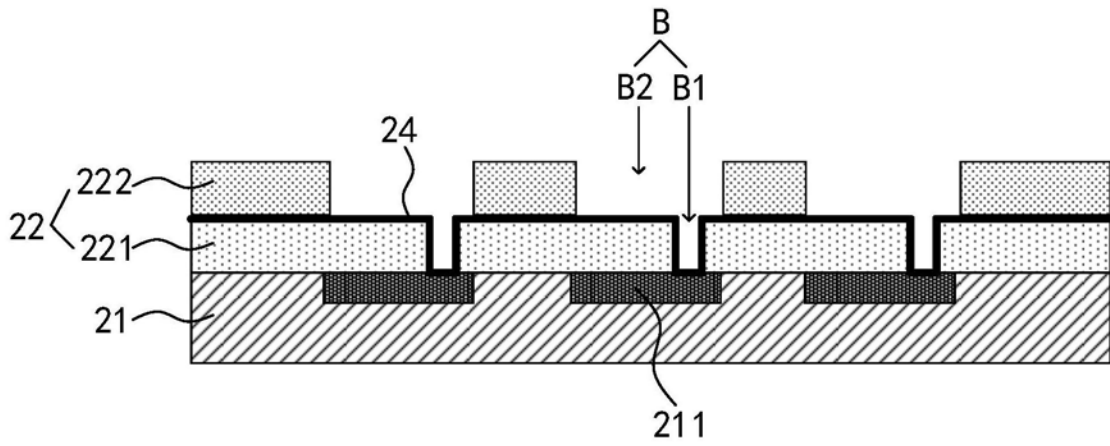


图6c

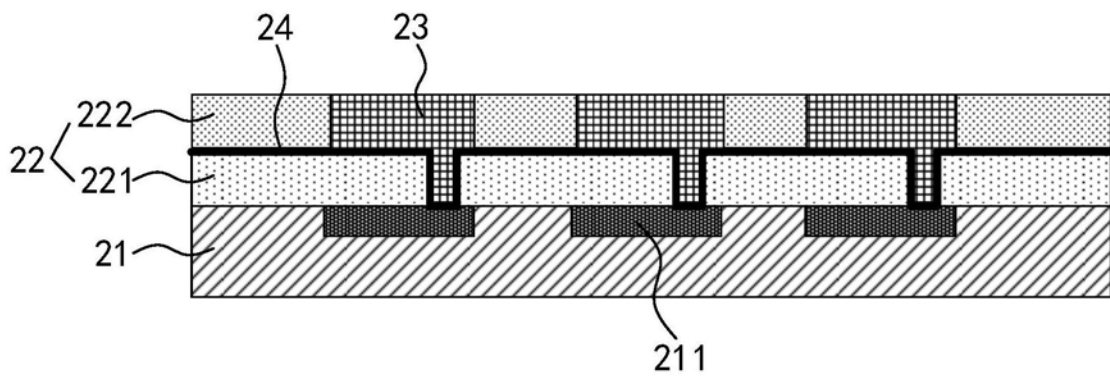


图6d

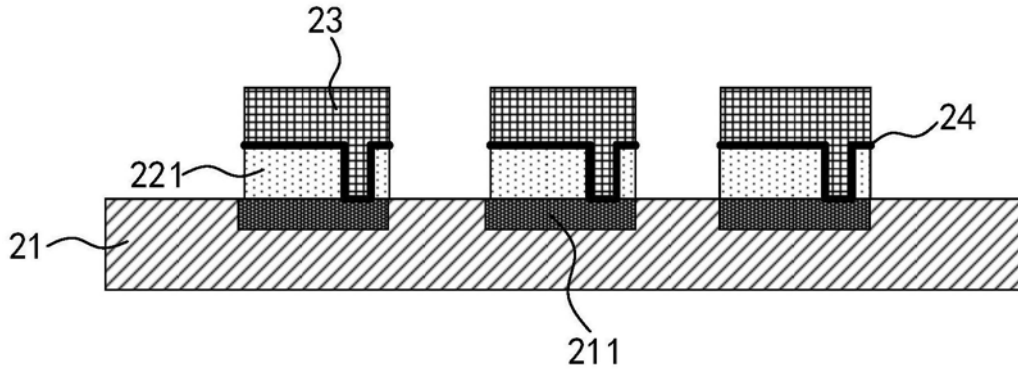


图6e

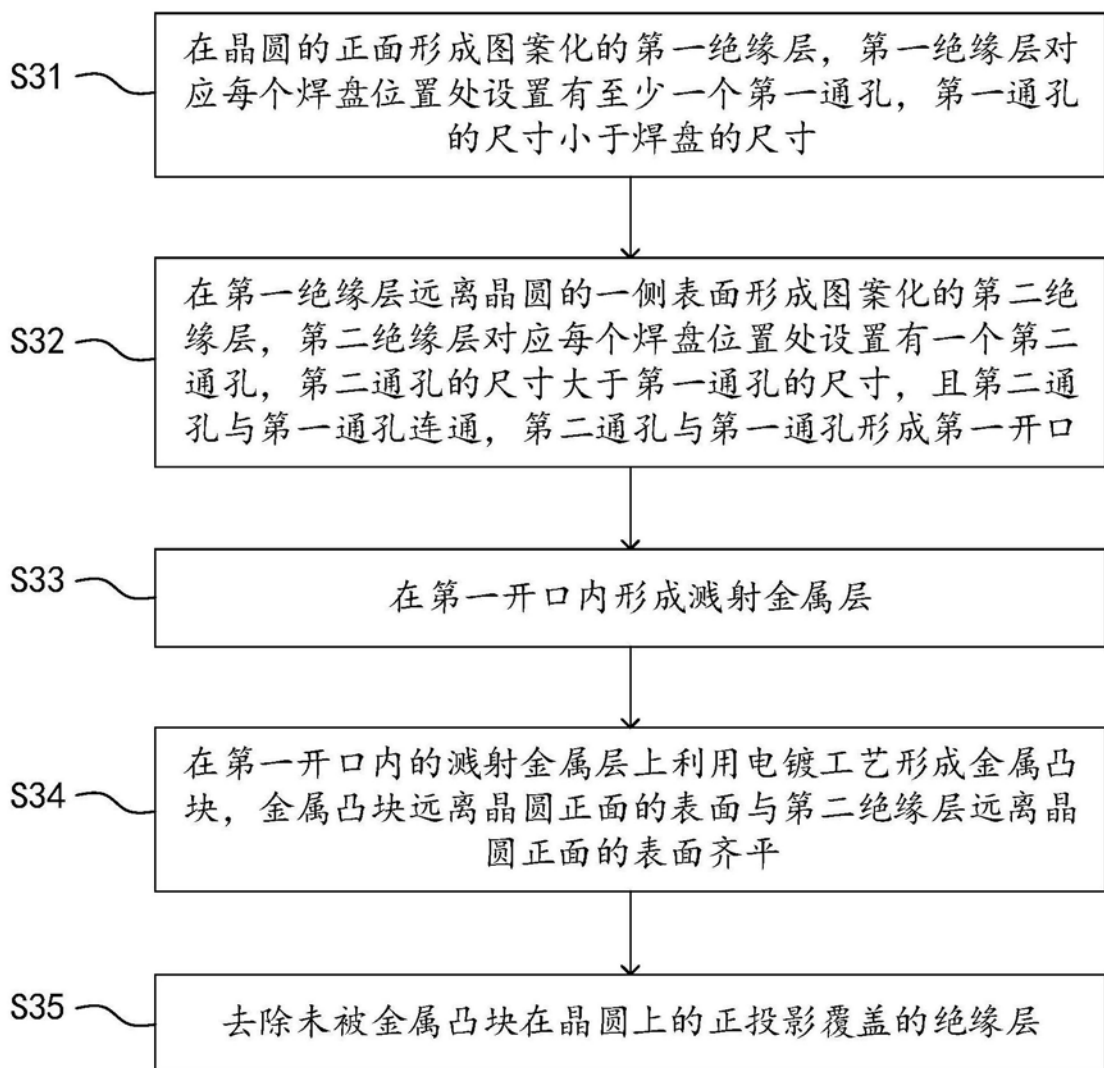


图7

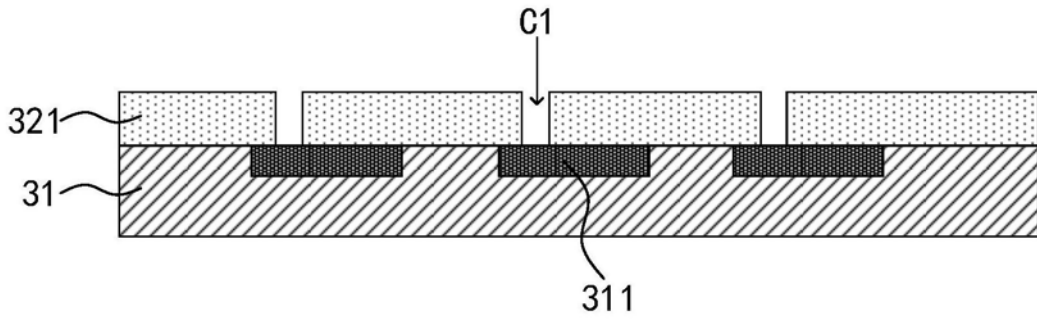


图8a

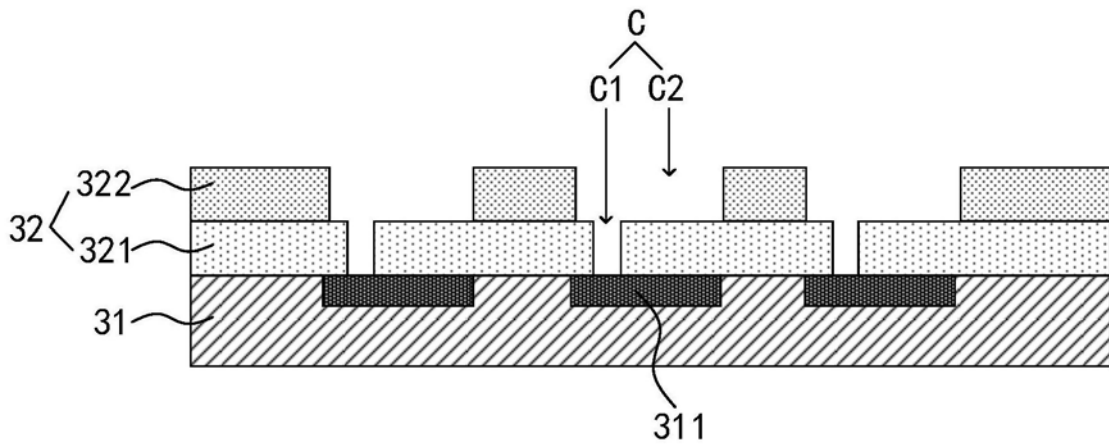


图8b

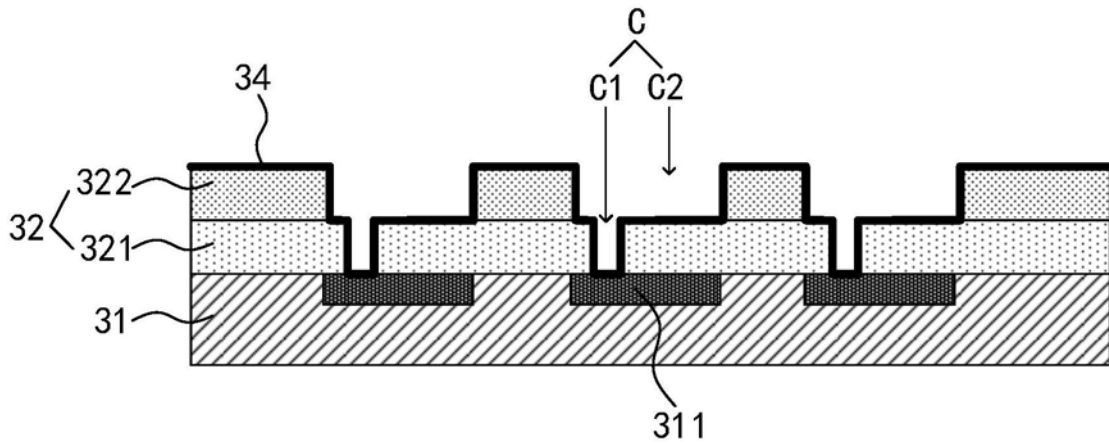


图8c

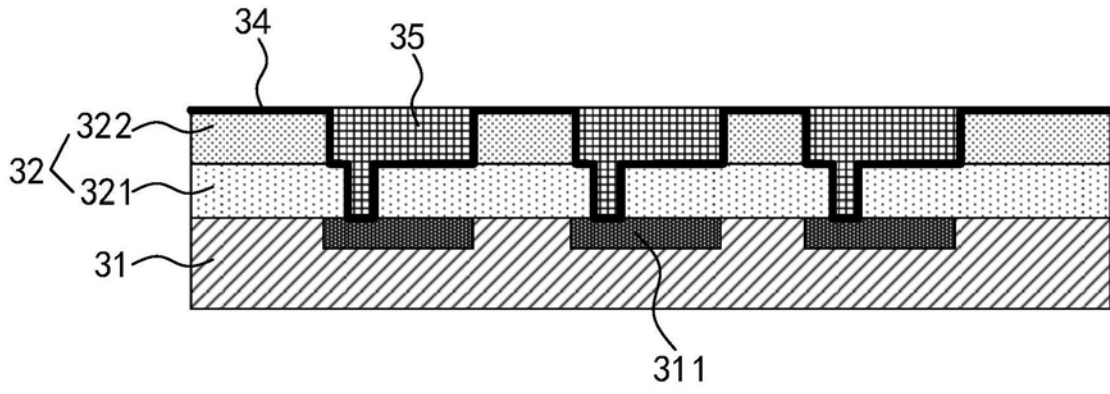


图8d

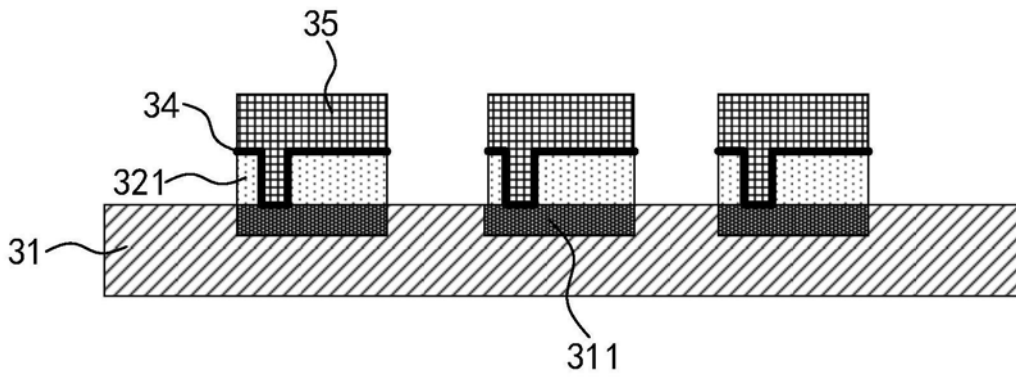


图8e

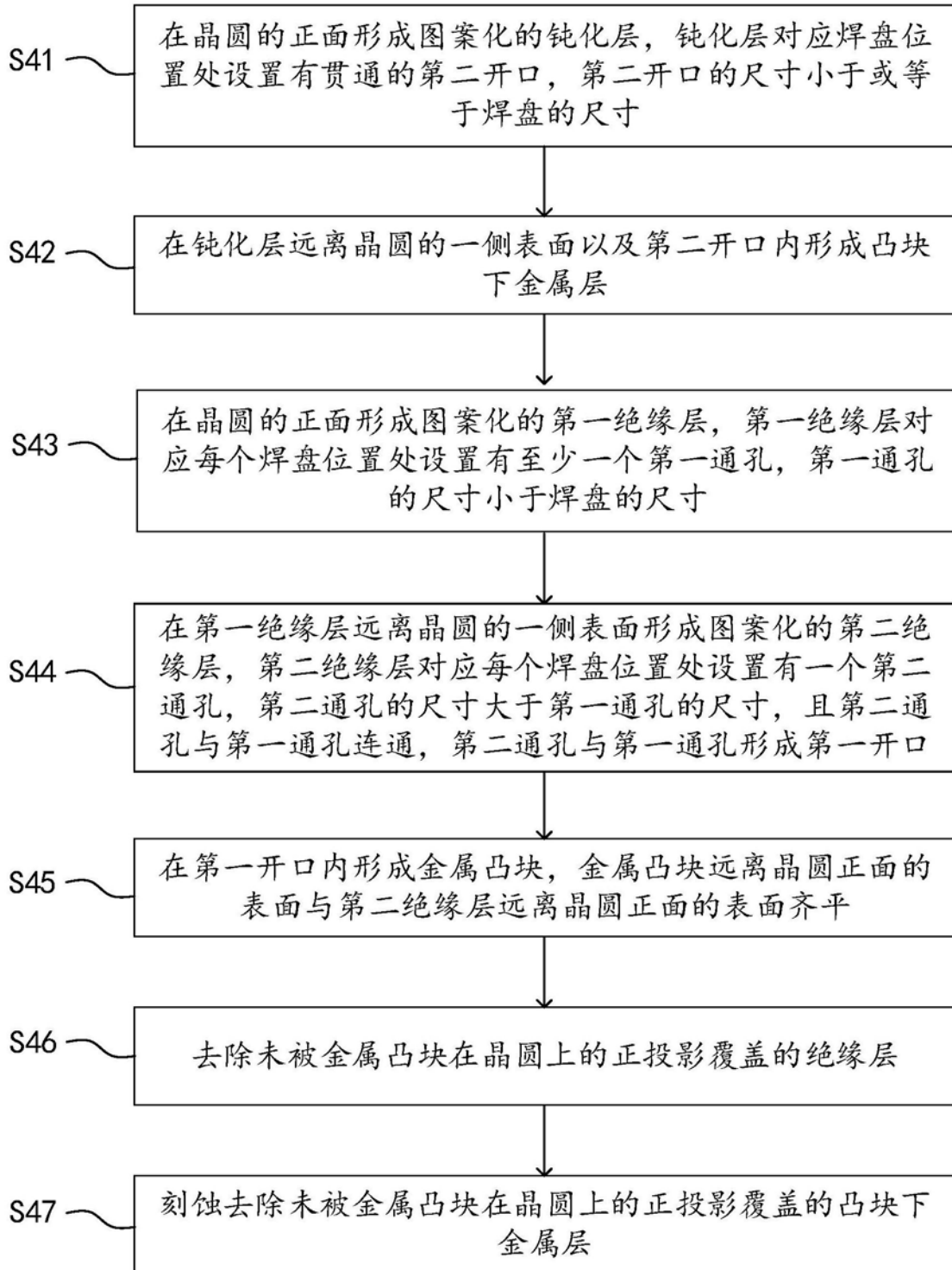


图9

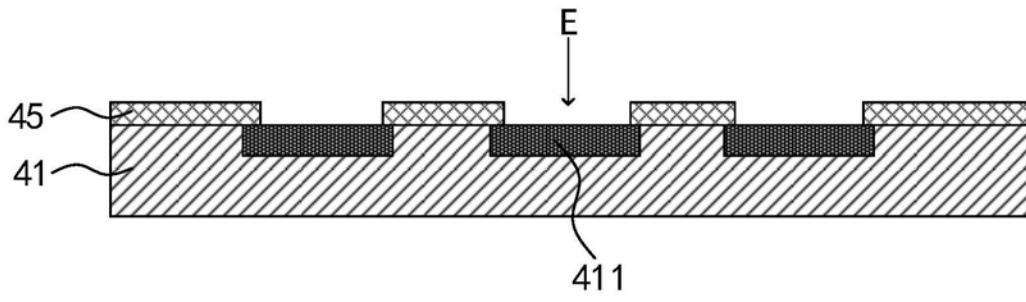


图10a

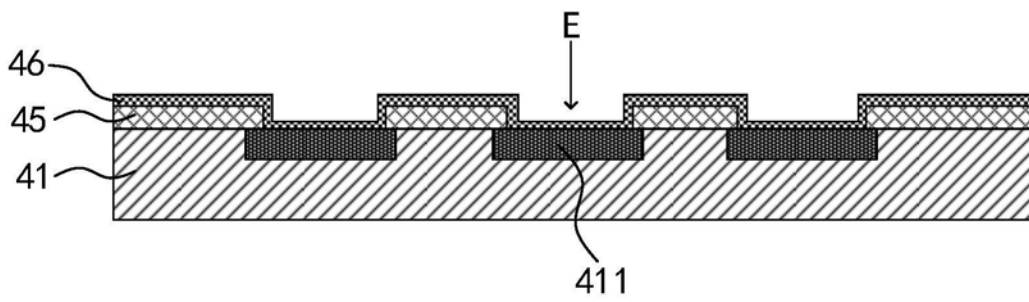


图10b

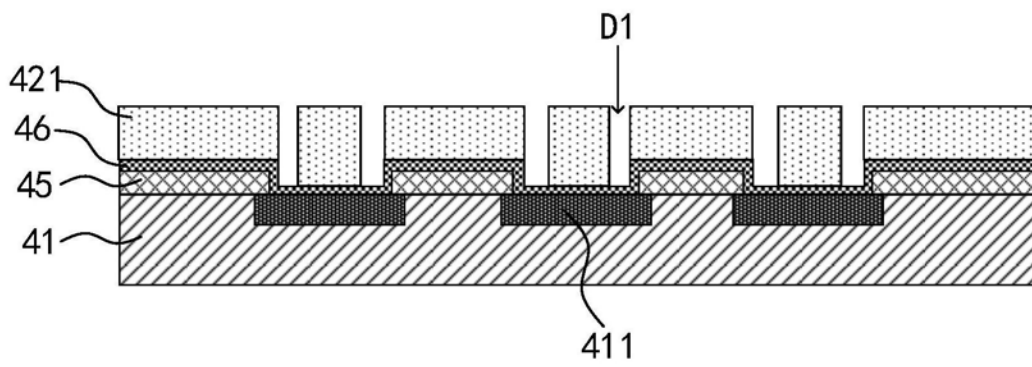


图10c

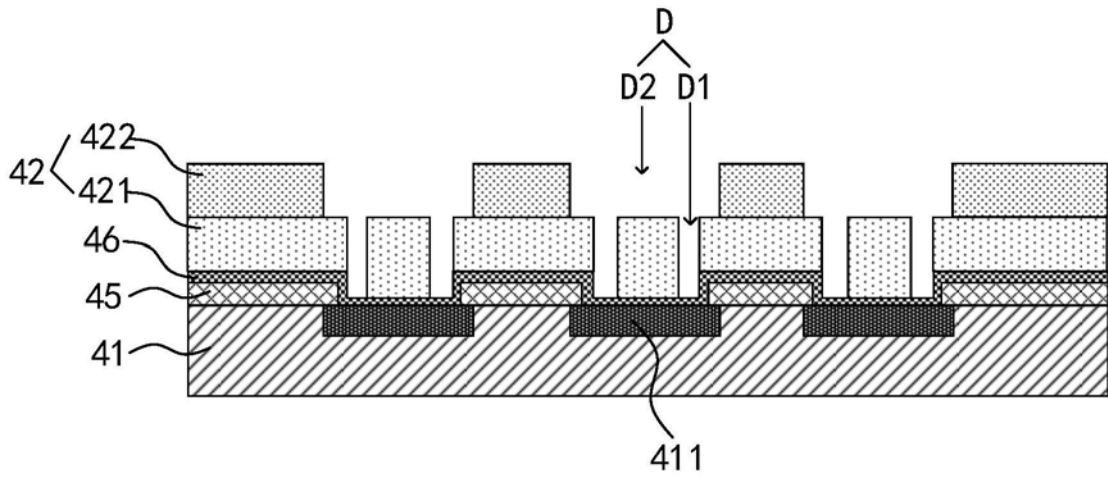


图10d

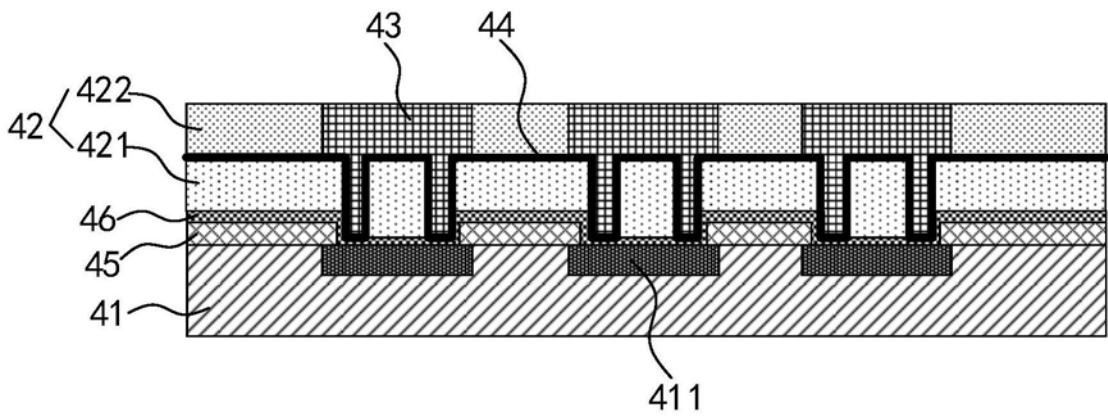


图10e

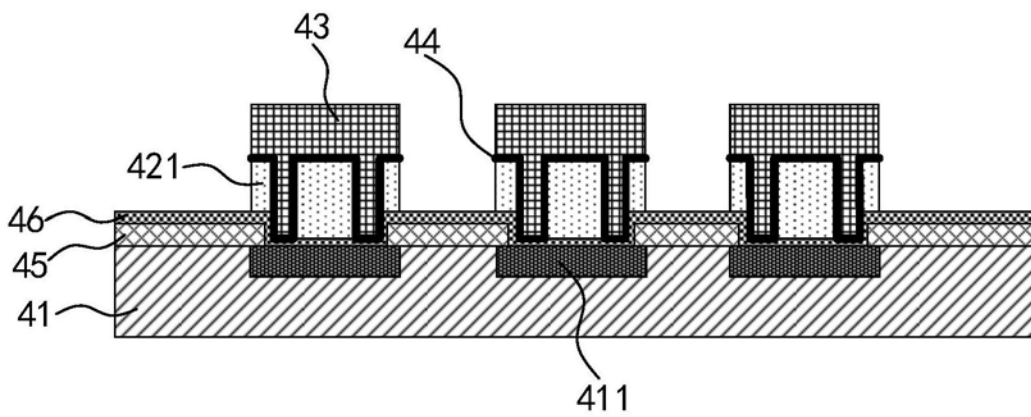


图10f

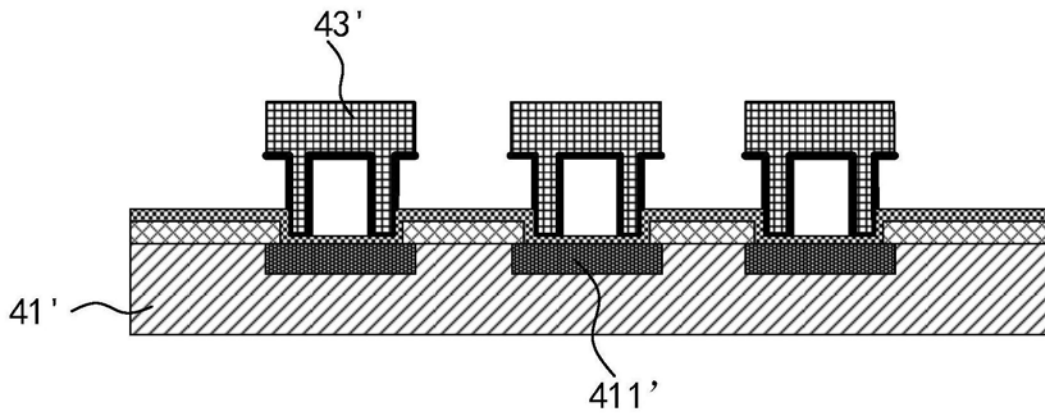


图10g

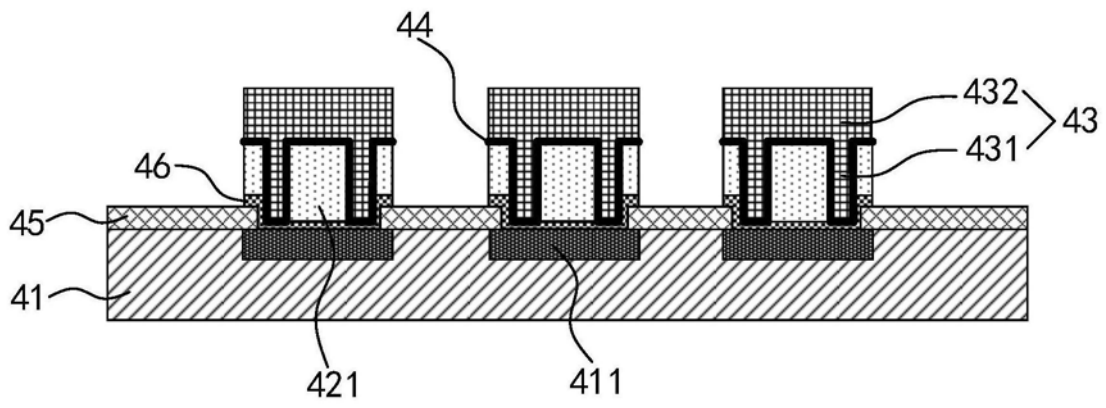


图11