



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103187289 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 19

(21) 申请号 201110458039. 4

CN 101939830 A, 2011. 01. 05,

(22) 申请日 2011. 12. 31

CN 102129982 A, 2011. 07. 20,

(73) 专利权人 中芯国际集成电路制造(上海)有限公司

US 6413802 B1, 2002. 07. 02,

地址 201203 上海市浦东新区张江路 18 号

审查员 梁庆然

(72) 发明人 王新鹏 张海洋

(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

代理人 屈衡 李时云

(51) Int. Cl.

H01L 21/336(2006. 01)

H01L 21/28(2006. 01)

(56) 对比文件

US 7795669 B2, 2010. 09. 14,

CN 102074506 A, 2011. 05. 25,

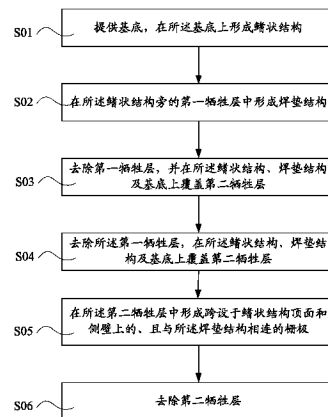
权利要求书2页 说明书5页 附图8页

(54) 发明名称

多栅极场效应晶体管的制造方法

(57) 摘要

本发明揭示了一种多栅极场效应晶体管的制造方法,包括以下步骤,在基底上形成鳍状结构;形成第一牺牲层;在第一牺牲层中的鳍状结构旁形成焊垫结构;去除所述第一牺牲层,覆盖第二牺牲层;形成跨设于鳍状结构顶面和侧壁上的栅极,所述栅极同时与所述焊垫结构相连;去除所述第二牺牲层。所述多栅极场效应晶体管的制造方法通过分别利用第一牺牲层和第二牺牲层定义焊垫结构和栅极,降低了对窗口尺寸的要求,且在刻蚀并填充形成栅极时保护了鳍状结构及鳍状结构,保护源极区和漏极区中的顶角区域不受刻蚀损伤,从而形成了界面轮廓良好的鳍状结构,避免了穿通效应的发生,提高了多栅极场效应晶体管的性能。



1. 一种多栅极场效应晶体管的制造方法,其特征在于,包括:  
提供基底,在所述基底上形成鳍状结构;  
在所述鳍状结构和所述基底上形成第一牺牲层;  
在所述鳍状结构旁的第一牺牲层中形成焊垫结构;  
去除第一牺牲层,并在所述鳍状结构、焊垫结构及基底上覆盖第二牺牲层;  
在所述第二牺牲层中形成跨设于鳍状结构顶面和侧壁上的、且与所述焊垫结构相连的栅极;  
去除第二牺牲层。
2. 如权利要求 1 所述的多栅极场效应晶体管的制造方法,其特征在于,在所述鳍状结构旁的第一牺牲层中形成焊垫结构的步骤中,包括:  
利用光刻和刻蚀工艺,在所述第一牺牲层中形成第一沟槽;  
沉积焊垫材料,填充所述第一沟槽;  
进行化学机械研磨,直至暴露所述鳍状结构,以在第一沟槽中形成焊垫结构。
3. 如权利要求 1 所述的多栅极场效应晶体管的制造方法,其特征在于,在所述第二牺牲层中形成跨设于鳍状结构顶面和侧壁上的、且与所述焊垫结构相连的栅极的步骤中,包括:  
利用光刻和刻蚀工艺,在所述第二牺牲层中形成第二沟槽,所述第二沟槽暴露所述鳍状结构的中间区域,并暴露部分所述焊垫结构;  
沉积栅极材料,填充所述第二沟槽;  
进行化学机械研磨,直至暴露所述第二牺牲层,以形成跨设于鳍状结构顶面和侧壁上的、且与所述焊垫结构相连的栅极。
4. 如权利要求 1 至 3 中任意一项所述的多栅极场效应晶体管的制造方法,其特征在于,所述第一牺牲层的材质为高硅含量聚合物,所述第一牺牲层采用涂覆的方法形成,所述第一牺牲层采用湿法刻蚀去除。
5. 如权利要求 4 所述的多栅极场效应晶体管的制造方法,其特征在于,所述高硅含量聚合物中硅的摩尔含量大于 35%。
6. 如权利要求 1 至 3 中任意一项所述的多栅极场效应晶体管的制造方法,其特征在于,所述第一牺牲层的材质为无定形碳,所述第一牺牲层采用化学气相沉积法形成,所述第一牺牲层采用等离子灰化法去除。
7. 如权利要求 1 至 3 中任意一项所述的多栅极场效应晶体管的制造方法,其特征在于,所述第一牺牲层的厚度大于所述鳍状结构的厚度,厚度差为 10 ~ 20nm。
8. 如权利要求 1 至 3 中任意一项所述的多栅极场效应晶体管的制造方法,其特征在于,所述第二牺牲层的材质为高硅含量聚合物,所述第二牺牲层采用涂覆的方法形成,所述第二牺牲层采用湿法刻蚀去除。
9. 如权利要求 8 所述的多栅极场效应晶体管的制造方法,其特征在于,所述高硅含量聚合物中硅的摩尔含量大于 35%。
10. 如权利要求 1 至 3 中任意一项所述的多栅极场效应晶体管的制造方法,其特征在于,所述第二牺牲层的材质为无定形碳,所述第二牺牲层采用化学气相沉积法形成,所述第二牺牲层采用等离子灰化法去除。

11. 如权利要求 1 至 3 中任意一项所述的多栅极场效应晶体管的制造方法,其特征在在于,所述第二牺牲层的厚度大于所述鳍状结构的厚度,厚度差为 10 ~ 20nm。

12. 如权利要求 1 至 3 中任意一项所述的多栅极场效应晶体管的制造方法,其特征在在于,所述鳍状结构的材质为单晶硅、锗或硅锗化合物。

13. 如权利要求 1 至 3 中任意一项所述的多栅极场效应晶体管的制造方法,其特征在在于,所述鳍状结构的高度为 30nm ~ 100nm,所述鳍状结构的宽度为 10nm ~ 30nm。

14. 如权利要求 1 至 3 中任意一项所述的多栅极场效应晶体管的制造方法,其特征在在于,所述栅极为多晶硅栅极或金属栅极。

15. 如权利要求 1 至 3 中任意一项所述的多栅极场效应晶体管的制造方法,其特征在在于,所述栅极的厚度大于所述焊垫结构的厚度。

16. 如权利要求 1 至 3 中任意一项所述的多栅极场效应晶体管的制造方法,其特征在在于,所述基底包括硅衬底和位于硅衬底上的埋氧绝缘层。

## 多栅极场效应晶体管的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种半导体器件的制造方法,尤其涉及一种多栅极场效应晶体管的制造方法。

### 背景技术

[0002] 近年来金属-氧化物-半导体场效应晶体管(MOSFET)不断向缩小尺寸的趋势发展,是为了增加速度、提高组件集成度与降低集成电路的成本,随着晶体管的尺寸持续地减小,晶体管的缩小已经达到了器件各种性能的极限,其中,栅极氧化物的厚度和源极/漏极结深度都达到了极限。

[0003] 因此,业界开发出了多个栅极或多栅场效应晶体管(Multi-Gate Transistors)。其中,多栅极场效应晶体管技术是一种新型电路结构技术,多栅极场效应晶体管是一种将一个以上栅极并入到单个器件的MOSFET中的器件结构,这意味着,沟道在多个表面上被几个栅极包围,从而能够更多地抑制“截止”状态时的漏电流,并能够增强“导通”状态下的驱动电流,这样就获得了较低功耗和性能增强的器件结构。传统晶体管是每个晶体管只有一个栅用来控制电流在两个结构单元之间通过或中断,进而形成计算中所需的“0”与“1”。而多栅晶体管技术是每个晶体管有两个或三个栅,从而提高了晶体管控制电流的能力,即计算能力,并且大幅降低了功耗,减少了电流间的相互干扰。

[0004] J. P. Colinge在一篇名称为“FinFETs and other Multi-Gate Transistors”的美国文献中介绍了多种类型的多栅极场效应晶体管,包括双栅晶体管(Double-Gate, FinFET),三栅晶体管(Tri-Gate),欧姆形栅晶体管( $\Omega$ -Gate)以及四边形栅晶体管(Quad-Gate)等。其中,以双栅晶体管为例,双栅晶体管使用了两个栅极以控制沟道,极大地抑制了短沟道效应。双栅晶体管的一个具体变形就是鳍型晶体管(FinFET),FinFET包括垂直的鳍状结构和横跨在所述鳍状结构侧面的栅极,在栅极两侧的鳍状结构的两端部分别为源极和漏极,栅极下的鳍状结构中形成沟道。作为非平面器件,FinFET的鳍状结构的尺寸决定了晶体管器件的有效沟道长度。FinFET与常规平面的MOS晶体管相比更加紧凑,能够实现更高的晶体管密度和更小的整体微电子技术。此外,三栅晶体管是多栅晶体的另一常见形状,其中所述栅极横跨在所述鳍状结构的侧面和顶部表面,以形成三面控制沟道,进一步提高器件的整体性能。

[0005] 鳍状结构、栅极的界面轮廓(Profile)对多栅极场效应晶体管的器件性能具有很大的影响,在形成多栅极场效应晶体管的制造过程中,由于形成鳍状结构及栅极需要进行多次的刻蚀工艺,其中尤其干法刻蚀对鳍状结构和栅极的界面轮廓影响极大,界面轮廓较差的栅极会影响栅极的开启电压,鳍状结构的界面轮廓会影响其中间区域沟道的尺寸,鳍状结构的垂向界面轮廓较差甚至会导致其两端的源极区和漏极区形成穿通效应(Punch Trough),并且,在进行栅极蚀刻的过程中会对鳍状结构有一定的刻蚀损伤,使鳍状结构的上角形成一定圆弧度的顶角,使得鳍状结构的界面表面不平整,从而形成尖角区域(Top Corner Area),后续工艺中,在其上形成的金属引出连线与鳍状结构之间产生空洞,导致金

属引出连线电性接触不良,影响多栅极场效应晶体管的性能。

## 发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种减小对鳍状结构和栅极刻蚀损伤的多栅极场效应晶体管的制造方法。

[0007] 为解决上述问题,本发明一种多栅极场效应晶体管的制造方法,包括以下步骤:

[0008] 提供基底,在所述基底上形成鳍状结构;

[0009] 在所述鳍状结构和所述基底上形成第一牺牲层;

[0010] 在所述鳍状结构旁的第一牺牲层中形成焊垫结构;

[0011] 去除第一牺牲层,并在所述鳍状结构、焊垫结构及基底上覆盖第二牺牲层;

[0012] 在所述第二牺牲层中形成跨设于鳍状结构顶面和侧壁上的、且与所述焊垫结构相连的栅极;

[0013] 去除第二牺牲层。

[0014] 进一步的,在所述鳍状结构旁的第一牺牲层中形成焊垫结构的步骤中,包括以下步骤:利用光刻和刻蚀工艺,在所述第一牺牲层中形成第一沟槽;沉积焊垫材料,填充所述第一沟槽;进行化学机械研磨,直至暴露所述鳍状结构,以在第一沟槽中形成焊垫结构。

[0015] 进一步的,在所述第二牺牲层中形成跨设于鳍状结构顶面和侧壁上的、且与所述焊垫结构相连的栅极的步骤中,包括:利用光刻和刻蚀工艺,在所述第二牺牲层中形成第二沟槽,所述第二沟槽暴露所述鳍状结构的中间区域,并暴露部分所述焊垫结构;沉积栅极材料,填充所述第二沟槽;进行化学机械研磨,直至暴露所述第二牺牲层,以形成跨设于鳍状结构顶面和侧壁上的、且与所述焊垫结构相连的栅极。

[0016] 进一步的,所述第一牺牲层的材质为高硅含量聚合物,所述第一牺牲层采用涂覆的方法形成,采用湿法刻蚀去除。

[0017] 进一步的,所述高硅含量聚合物中硅的摩尔含量大于 35%。

[0018] 进一步的,所述第一牺牲层的材质为无定形碳,所述第一牺牲层采用化学气相沉积法形成,采用等离子灰化法去除。

[0019] 进一步的,所述第一牺牲层的厚度大于所述鳍状结构的厚度,厚度差为 10 ~ 20nm。

[0020] 进一步的,所述第二牺牲层的材质为高硅含量聚合物,所述第二牺牲层采用涂覆的方法形成,采用湿法刻蚀去除。

[0021] 进一步的,所述高硅含量聚合物中硅的摩尔含量大于 35%。

[0022] 进一步的,所述第二牺牲层的材质为无定形碳,所述第二牺牲层采用化学气相沉积法形成,采用等离子灰化法去除。

[0023] 进一步的,所述第二牺牲层的厚度比所述鳍状结构的厚度大 10 ~ 20nm。

[0024] 进一步的,所述鳍状结构的材质为单晶硅、锗或硅锗化合物。

[0025] 进一步的,所述鳍状结构的高度为 30nm ~ 100nm,所述鳍状结构的宽度为 10nm ~ 30nm。

[0026] 进一步的,所述栅极为多晶硅栅极或金属栅极。

[0027] 进一步的,所述栅极的厚度大于所述焊垫结构的厚度。

[0028] 进一步的,所述基底包括硅衬底和位于硅衬底上的埋氧绝缘层。

[0029] 综上所述,本发明所述多栅极场效应晶体管通过利用第一牺牲层和第二牺牲层定义焊垫结构和栅极,降低了窗口尺寸的要求,同时,在形成焊垫结构时,第一牺牲层遮挡鳍状结构,保护了鳍状结构,在形成栅极时,第二牺牲层遮挡了鳍状结构的两端区域,避免了源极区和漏极区中的顶角区域的刻蚀损伤,从而能够形成界面轮廓良好的鳍状结构和栅极,降低了穿通效应的发生,提高了多栅极场效应晶体管的性能。

[0030] 此外,由于第一牺牲层和第二牺牲层的材质选择高硅含量聚合物或无定形碳材质,在去除过程中可以采用等离子体灰化法或湿法刻蚀去除,避免采用干法刻蚀,减小了对鳍状结构、焊垫结构以及栅极的损伤,从而使上述结构能够形成良好的界面轮廓和规则的尺寸,提高了多栅极场效应晶体管的性能。

### 附图说明

[0031] 图 1 为本发明一实施例中多栅极场效应晶体管的制造方法的流程示意图。

[0032] 图 2 ~图 12 为本发明一实施例中多栅极场效应晶体管的制造过程中的剖面结构示意图。

[0033] 图 13 ~图 14 为本发明一实施例中多栅极场效应晶体管的制造过程中的俯视图。

[0034] 图 15 为本发明一实施例中多栅极场效应晶体管的立体结构示意图。

### 具体实施方式

[0035] 为使本发明的内容更加清楚易懂,以下结合说明书附图,对本发明的内容作进一步说明。当然本发明并不局限于该具体实施例,本领域内的技术人员所熟知的一般替换也涵盖在本发明的保护范围内。

[0036] 其次,本发明利用示意图进行了详细的表述,在详述本发明实例时,为了便于说明,示意图不依照一般比例局部放大,不应以此作为对本发明的限定。

[0037] 图 1 为本发明一实施例中多栅极场效应晶体管的制造方法的流程示意图。如图 1 所示,本发明提供一种多栅极场效应晶体管的制造方法,包括以下步骤:

[0038] 步骤 S01 :提供基底,在所述基底上形成鳍状结构;

[0039] 步骤 S02 :在所述鳍状结构和所述基底上形成第一牺牲层;

[0040] 步骤 S03 :在所述鳍状结构旁的第一牺牲层中形成焊垫结构;

[0041] 步骤 S04 :去除第一牺牲层,并在所述鳍状结构、焊垫结构及基底上覆盖第二牺牲层;

[0042] 步骤 S05 :在所述第二牺牲层中形成跨设于鳍状结构顶面和侧壁上的、且与所述焊垫结构相连的栅极;

[0043] 步骤 S06 :去除第二牺牲层。

[0044] 图 2 ~图 12 为本发明一实施例中多栅极场效应晶体管的制造过程中的剖面结构示意图。图 13 ~图 14 为本发明一实施例中多栅极场效应晶体管的制造过程中的俯视图。图 15 为本发明一实施例中多栅极场效应晶体管的立体结构示意图。以下结合图 2 ~图 15 详细说明多栅极场效应晶体管的制造方法。

[0045] 如图 2 所示,在步骤 S01 中,提供基底 100,在所述基底 100 上形成鳍状结构 103;

在本实施例中,所述基底 100 包括硅衬底 101 和位于硅衬底 101 上的埋氧绝缘层 (BOX) 102, 在所述埋氧绝缘层 102 上形成半导体层 (图中未标示), 所述半导体层的材料可以为硅、锗或硅锗化合物等, 接着, 利用电子束微影法对所述半导体层进行光刻和刻蚀工艺, 图案化所述半导体层, 以形成垂直立于所述埋氧绝缘层 102 上的鳍状结构 103。在后续的工艺中, 将形成源极区、漏极区以及沟道区, 源极区和漏极区位于鳍状结构 103 两端部, 沟道区位于鳍状结构 103 的中部, 另外鳍状结构 103 的中部侧壁及顶部表面上将形成栅极。

[0046] 如图 2 所示, 鳍状结构 103 的厚度  $H_1$  较佳的范围为 30nm ~ 100nm, 所述鳍状结构 103 的宽度  $W_1$  较佳的范围为 10nm ~ 30nm。在上述高度和宽度的尺寸范围的鳍状结构 103 具有良好的驱动电流性能, 并能够抑制短沟道效应和漏电流。

[0047] 接着如图 2 所示, 在步骤 S02 中, 在所述鳍状结构 103 和所述基底 102 上形成第一牺牲层 105; 基底 102 上的第一牺牲层 105 的厚度  $H_2$  比所述鳍状结构 103 的厚度  $H_1$  大 10nm ~ 20nm, 以在后续工艺过程中保护鳍状结构 103 不被刻蚀损伤。在一实施例中, 所述第一牺牲层 105 的材质为高硅含量聚合物, 例如为易于凝固的液态高硅含量的底部抗反射涂层, 可以采用旋转涂覆的方法形成于所述鳍状结构 103 和所述基底 102, 之后凝固固定, 其中高硅含量聚合物中硅的摩尔含量大于 35%, 高硅含量的聚合物具有更好的凝固性质, 并且更易于在后续工艺中被去除。在另一实施例中, 所述第一牺牲层 105 的材质为无定形碳, 例如 APF (Advanced Pattern Film) 材料, 可以采用化学气相沉积的方式形成, 无定形碳具有一定的机械强度, 能够更好地抵抗后续的化学机械研磨工艺, 更好地保护鳍状结构 103, 且可以精确的控制尺寸, 在后续工艺中可以等离子体灰化的方法去除, 能够减少对鳍状结构 103 的损伤。

[0048] 在步骤 S03 中, 在所述第一牺牲层 105 中的鳍状结构 103 旁形成焊垫结构 107, 并暴露所述鳍状结构 103。具体步骤包括: 如图 3 所示, 首先利用光刻和刻蚀工艺, 在所述第一牺牲层 105 上形成图案化的第一底部抗反射涂层 201 和第一光刻胶层 203, 接着以第一底部抗反射涂层 201 和第一光刻胶层 203 为掩膜刻蚀所述第一牺牲层 105, 从而在第一牺牲层 105 中形成如图 4 所示的第一沟槽 106, 刻蚀之后, 去除剩余的第一光刻胶层 203 和第一底部抗反射涂层 201; 接着, 如图 5 所示, 沉积焊垫材料 107a, 填充所述第一沟槽 106, 焊垫结构 107a 的材料可以是多晶硅或金属材质, 与后续形成的栅极材质相同, 例如铜; 然后, 进行化学机械研磨, 直至暴露所述鳍状结构 103, 形成如图 6 所示结构。

[0049] 如图 7 所示, 在步骤 S04 中, 去除剩余的第一牺牲层 105, 在所述鳍状结构 103、焊垫结构 107 及基底 100 上覆盖第二牺牲层 109; 对于高硅含量聚合物的第一牺牲层 105 可以采用湿法刻蚀去除, 对于无定形碳的第一牺牲层 105 可以采用等离子灰化法去除, 上述两种方法都能够避免使用干法刻蚀, 减小鳍状结构 103 及焊垫结构 107 的刻蚀损伤, 保护鳍状结构 103 及焊垫结构 107 的良好界面轮廓, 避免了源极区和漏极区中的顶角区域的刻蚀损伤, 提高多栅极场效应晶体管的性能。

[0050] 去除所述第一牺牲层 105 后, 在所述基底 102、鳍状结构 103 及焊垫结构 107 表面覆盖第二牺牲层 109, 基底 102 上的第二牺牲层 109 的厚度  $H_3$  比所述鳍状结构 103 的厚度  $H_1$  大 10nm ~ 20nm, 以在后续工艺过程中, 保护鳍状结构 103 和焊垫结构 107 不被刻蚀损伤。在一实施例中, 第二牺牲层 109 的材质为高硅含量聚合物, 可以采用旋转涂覆的方法形成于所述鳍状结构 103 和所述基底 102 之后凝固, 其中高硅含量聚合物中硅的摩尔含量大于

35%，高硅含量的聚合物具有更好的凝固性质，并且更易于在后续工艺中被去除。在另一实施例中，所述第二牺牲层 109 的材质为无定形碳，例如 APF (Advanced Pattern Film) 材料，可以采用化学气相沉积法形成于所述鳍状结构 103 和所述基底 102 上。

[0051] 在步骤 S05 中，在所述第二牺牲层 109 中形成跨设于鳍状结构 103 顶面和侧壁上的、且与所述焊垫结构 107 相连的栅极 111。具体包括以下步骤：如图 8 所示，首先利用光刻和刻蚀工艺，在所述第二牺牲层 109 上形成图案化的第二底部抗反射涂层 205 和第二光刻胶 207，以所述第二底部抗反射涂层 205 和第二光刻胶 207 为掩膜，刻蚀所述第二牺牲层 109，从而在第二牺牲层 109 中形成如图 9 所示的第二沟槽 109a，结合图 13 所示，所述第二沟槽 109a 暴露所述鳍状结构 103 的中间区域，并暴露部分所述焊垫结构 107；接着，如图 10 所示，沉积栅极材料 111a 填充所述第二沟槽 109a；然后，进行化学机械研磨，直至暴露所述第二牺牲层 109，从而如图 11 所示的形成栅极 111，结合图 14 所示，所述栅极 111 横跨于所述鳍状结构 103 上，并与所述焊垫结构 107 相连，栅极 111 可以为多晶硅栅极或金属栅极。其中，所述栅极 111 的厚度  $H_4$  大于所述焊垫结构 107 的厚度  $H_5$ ，使栅极 111 搭于焊垫结构 107 之上。

[0052] 在步骤 S06 中，去除所述第二牺牲层 109，形成如图 12 所示的结构。对于高硅含量聚合物的第二牺牲层 109 可以采用湿法刻蚀去除，对于无定形碳的第二牺牲层 109 可以采用等离子灰化法去除，上述两种方法都能够避免使用干法刻蚀，减小对栅极 111、鳍状结构 103 及焊垫结构 107 的刻蚀损伤，保护栅极 111、鳍状结构 103 及焊垫结构 107 的良好的界面轮廓，进而提高多栅极场效应晶体管的性能。最终形成如图 15 所示的结构。

[0053] 综上所述，本发明所述多栅极场效应晶体管通过利用第一牺牲层和第二牺牲层定义焊垫结构和栅极，降低了窗口尺寸的要求，同时，在形成焊垫结构时，第一牺牲层遮挡鳍状结构，保护了鳍状结构，在形成栅极时，第二牺牲层遮挡了鳍状结构的两端区域，避免了源极区和漏极区中的顶角区域的刻蚀损伤，从而能够形成界面轮廓良好的鳍状结构和栅极，降低了穿通效应的发生，提高了多栅极场效应晶体管的性能。

[0054] 此外，由于第一牺牲层和第二牺牲层的材质选择高硅含量聚合物或无定形碳材质，在去除过程中可以采用等离子体灰化法或湿法刻蚀去除，避免采用干法刻蚀，减小了对鳍状结构、焊垫结构以及栅极的损伤，从而使上述结构能够形成良好的界面轮廓和规则的尺寸，提高了多栅极场效应晶体管的性能。

[0055] 虽然本发明已以较佳实施例揭露如上，然其并非用以限定本发明，任何所属技术领域中具有通常知识者，在不脱离本发明的精神和范围内，当可作些许的更动与润饰，因此本发明的保护范围当视权利要求书所界定者为准。



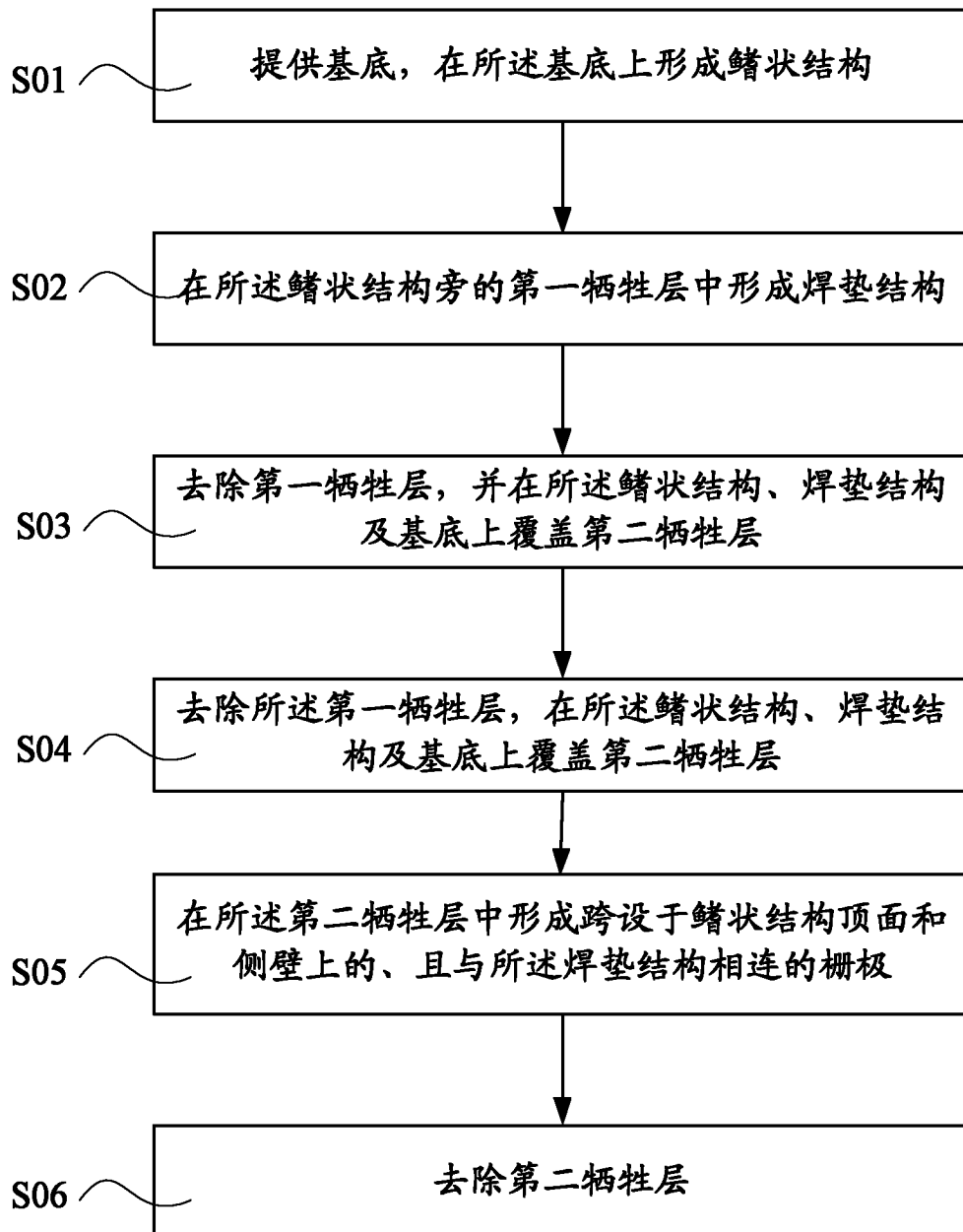


图 1

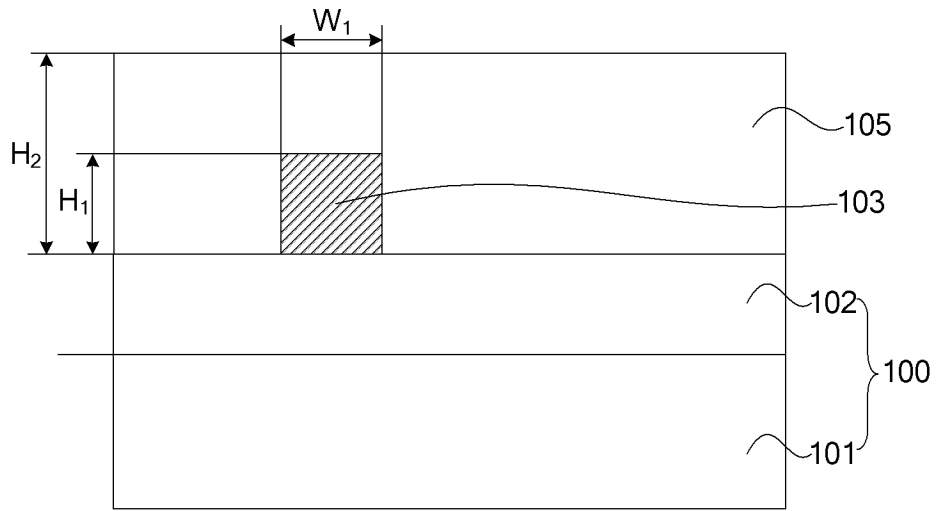


图 2

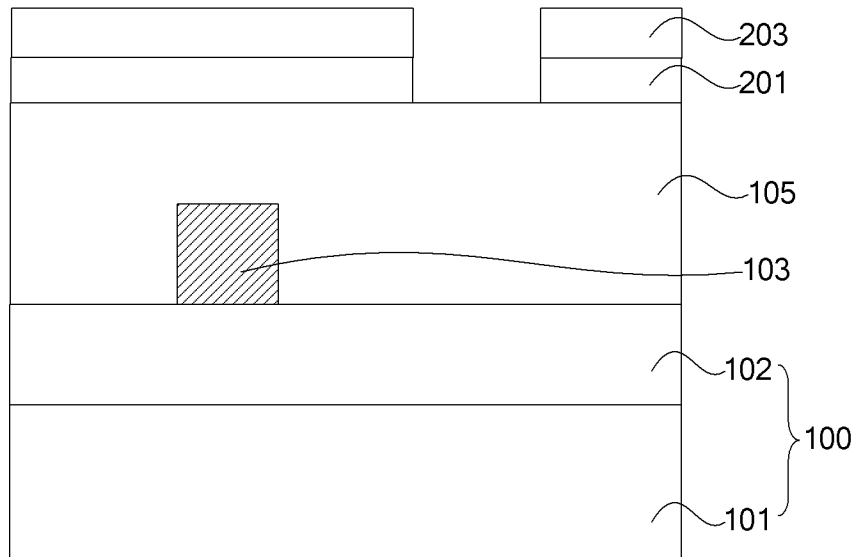


图 3

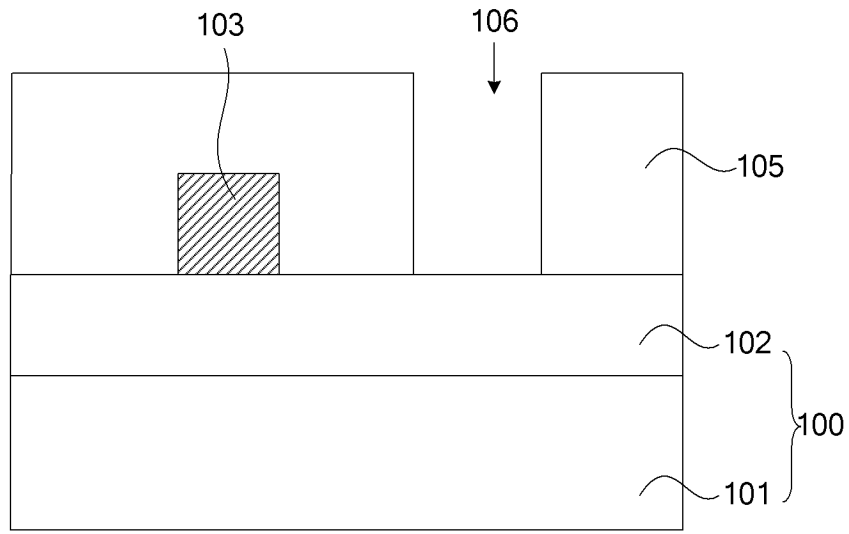


图 4

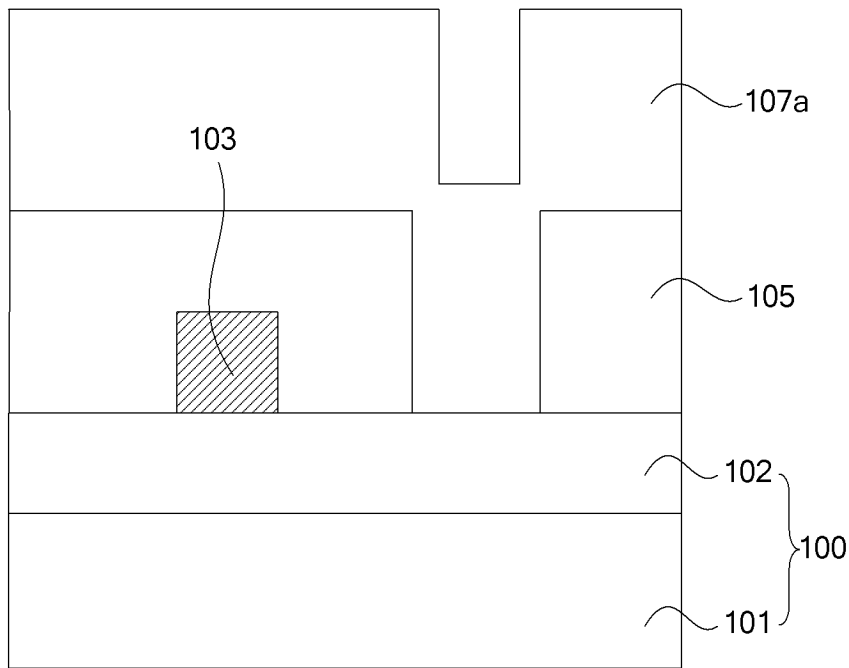


图 5

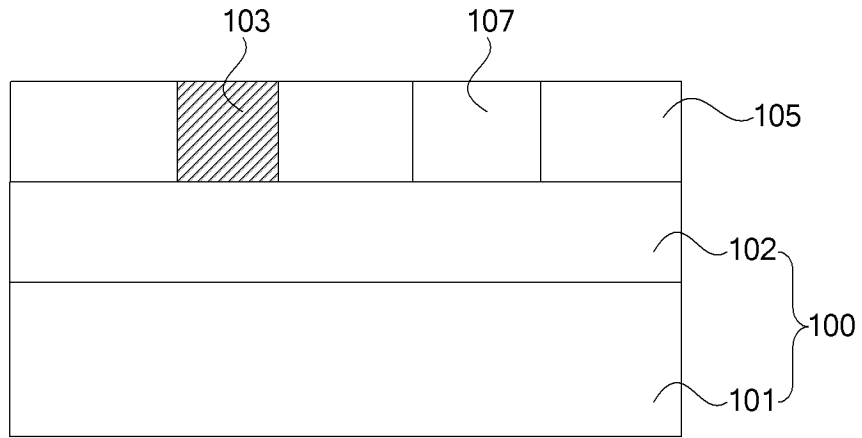


图 6

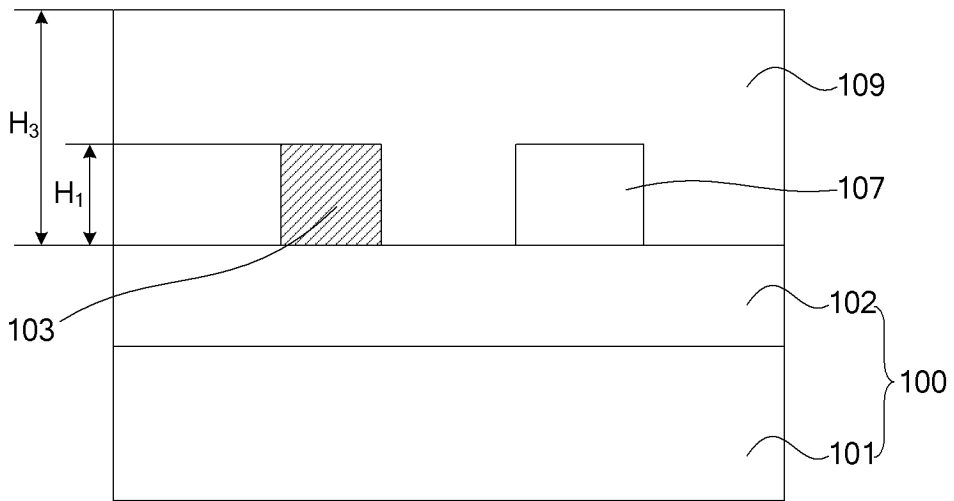


图 7

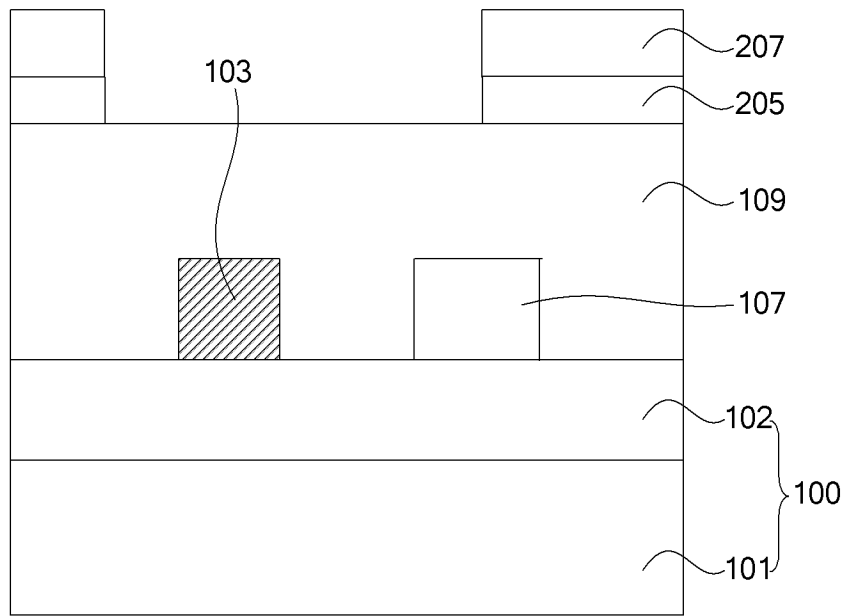


图 8

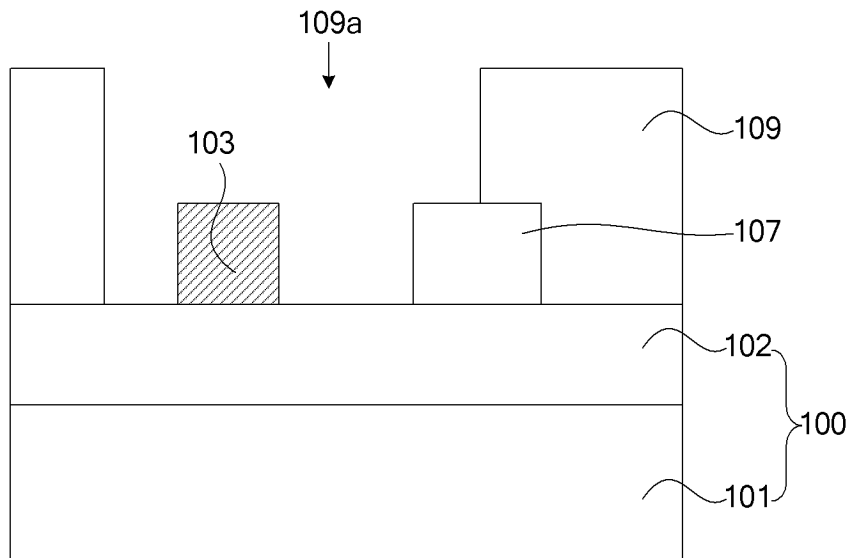


图 9

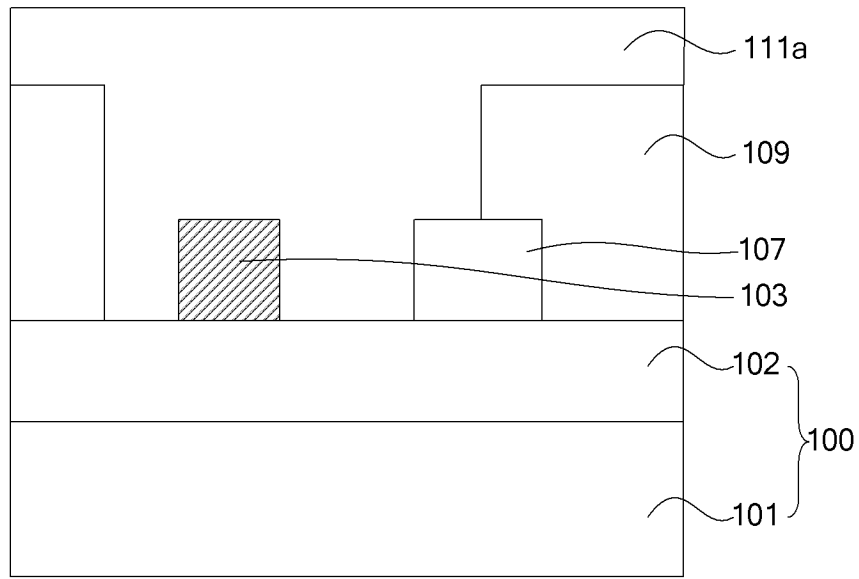


图 10

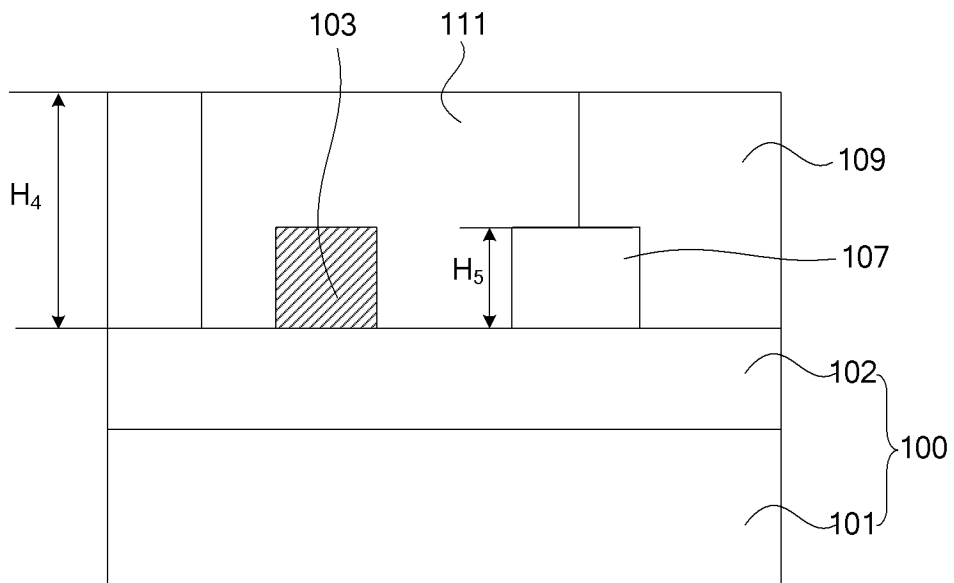


图 11

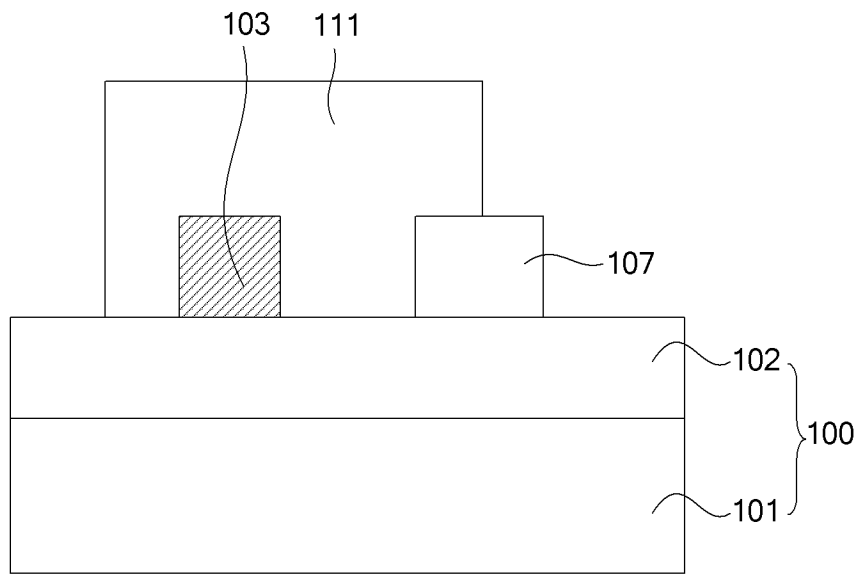


图 12

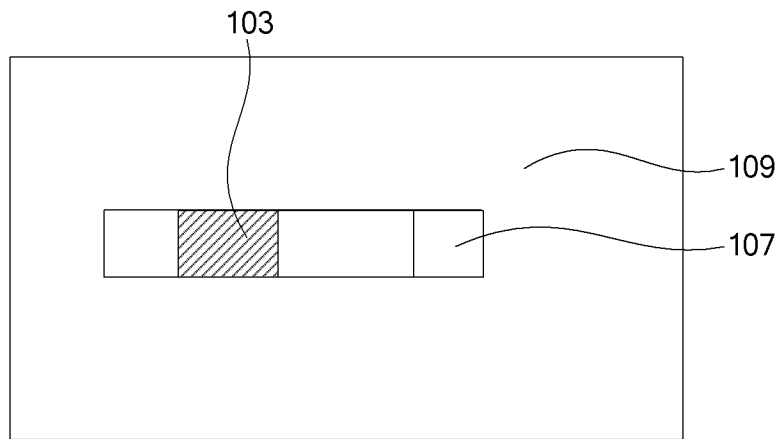


图 13

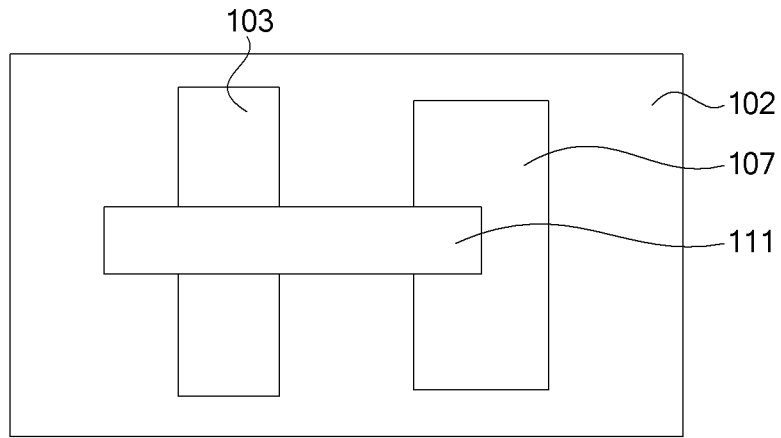


图 14

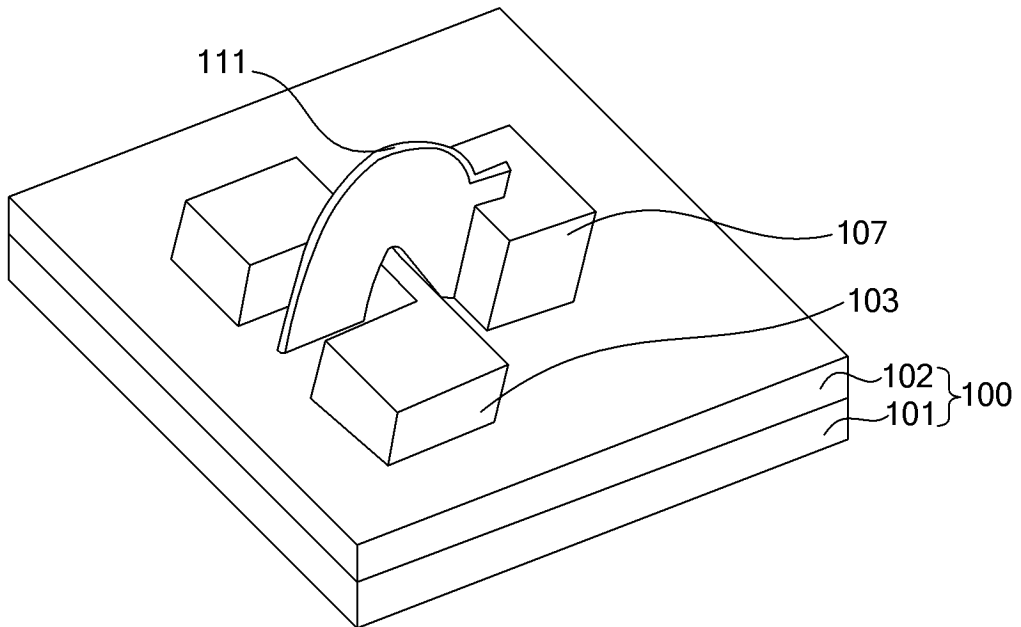


图 15