



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105280727 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 27

(21) 申请号 201510747914. 9

(22) 申请日 2015. 11. 06

(71) 申请人 中国电子科技集团公司第十三研究所

地址 050051 河北省石家庄市合作路 113 号

(72) 发明人 潘宏菽 马杰 宋建博 张力江
付兴中 李保第 崔玉兴 付兴昌

(74) 专利代理机构 石家庄国为知识产权事务所
13120

代理人 李荣文

(51) Int. Cl.

H01L 29/94(2006. 01)

H01L 23/49(2006. 01)

H01L 29/66(2006. 01)

H01L 21/48(2006. 01)

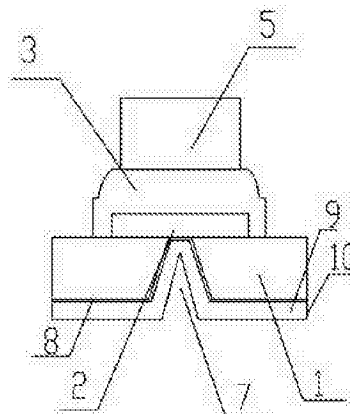
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

微波内匹配功率晶体管匹配电容及其制作方法

(57) 摘要

本发明公开了一种微波内匹配功率晶体管匹配电容及其制作方法,涉及电容及其制作方法技术领域。所述电容包括完成了内匹配电容正面工艺的MIM上电容组件,MIM上电容组件包括衬底,所述衬底的上表面设有金属下电极,所述衬底上设有引出通孔,所述衬底的下表面设有金属下电极引出电极,所述金属下电极引出电极的一部分穿过所述引出通孔与所述金属下电极电连接。所述电容具有耐高温,频率性能好,体积小,制作工艺简单,成本低的特点。



1. 一种微波内匹配功率晶体管匹配电容,其特征在于:包括完成了内匹配电容正面工艺的MIM上电容组件,MIM上电容组件包括衬底(1),所述衬底(1)的上表面设有金属下电极(2),所述衬底(1)上设有引出通孔(7),所述衬底(1)的下表面设有金属下电极引出电极(10),所述金属下电极引出电极(10)的一部分穿过所述引出通孔(7)与所述金属下电极(2)电连接。

2. 如权利要求1所述的微波内匹配功率晶体管匹配电容,其特征在于:所述MIM上电容组件包括衬底(1),所述衬底(1)的上表面设有金属下电极(2),金属下电极(2)的外侧包裹有绝缘介质层(3),所述绝缘介质层(3)的上表面设有金属上电极(5)。

3. 如权利要求1所述的微波内匹配功率晶体管匹配电容,其特征在于:所述金属下电极引出电极(10)包括位于上层的金属种子层(8)和位于金属种子层(8)下表面的金属加厚层(9)。

4. 如权利要求3所述的微波内匹配功率晶体管匹配电容,其特征在于:所述金属种子层(8)的制作材料为钛-金或钛钨-金,所述金属加厚层(9)的制作材料为金,所述衬底(1)为碳化硅或蓝宝石。

5. 一种微波内匹配功率晶体管匹配电容的制作方法,其特征在于所述方法包括如下步骤:

1) MIM上电容组件制备:通过电容正面加工工艺,制作内匹配电容的MIM上电容组件,所述MIM上电容组件包括衬底(1),所述衬底(1)的上表面设有金属下电极(2),金属下电极(2)的外侧包裹有绝缘介质层(3),所述绝缘介质层(3)的上表面设有金属上电极(5);

2) 减薄:将MIM上电容组件的衬底(1)进行背面减薄;

3) 背面光刻:在减薄后的衬底(1)上采用光刻形成刻蚀背面引出通孔(7)的掩膜(6);

4) 背面引出通孔(7)的腐蚀:在衬底对应MIM电容的金属下电极(2)的位置,背面腐蚀出MIM电容的金属下电极的引出通孔(7),引出通孔(7)腐蚀后去除光刻掩膜(6);

5) 形成引出电极:在形成引出通孔(7)的衬底背面形成MIM电容的金属下电极引出电极(10),使金属下电极引出电极(10)与金属下电极(2)直接接触,形成电连接。

6. 如权利要求5所述的微波内匹配功率晶体管匹配电容的制作方法,其特征在于,所述MIM上电容组件制备的步骤如下:首先将衬底(1)材料清洗干净,然后通过光刻和金属化工工艺在衬底上形成MIM电容的金属下电极(2),随后采用PECVD或LPCVD方法沉积电容的绝缘介质层(3),接着通过光刻及金属化工工艺形成MIM电容的金属上电极(5)。

7. 如权利要求5所述的微波内匹配功率晶体管匹配电容的制作方法,其特征在于,所述方法在步骤2)之前还包括粘片的步骤,具体的,将MIM上电容组件的正面与一蓝宝石片粘接在一起。

8. 如权利要求7所述的微波内匹配功率晶体管匹配电容的制作方法,其特征在于,所述方法在步骤5)之后还包括去片的步骤,具体的,将粘接在MIM上电容组件正面的蓝宝石片去除。

9. 如权利要求5所述的微波内匹配功率晶体管匹配电容的制作方法,其特征在于,所述步骤5)具体为:

背面溅射金属:在形成引出通孔的衬底背面溅射一层金属种子层(8);

金属背面电镀:通过电镀加厚的方法,在金属种子层(8)上形成金属加厚层(9),金属

种子层(8)和金属加厚层(9)一起构成MIM电容的金属下电极引出电极(10)。

10. 如权利要求5所述的微波内匹配功率晶体管匹配电容的制作方法,其特征在于,所述步骤5)之后还包括划片步骤,具体的,将整个晶圆片上的MIM电容通过划片刀按划片道的指示分割开来,形成一个个分立的MIM电容。

微波内匹配功率晶体管匹配电容及其制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电容及其制作方法技术领域,尤其涉及一种微波内匹配功率晶体管匹配电容及其制作方法。

背景技术

[0002] 为避免加入内匹配网络后产生过大的损耗对器件的整体性能产生不利的影 响,要求内匹配电容和内匹配电感对微波的损耗一定要小。随着工作频率的提高,键合引线的电感量也会增加,微波损耗就会加大,对微波器件的频率性能不利,尤其是对共源极结构的场效应晶体管的源极接地线和共基极结构的双极晶体管的基极键合引线,其长度对微波性能的发挥影响甚大。为尽量减小接地引线的电感量,申请号为 CN201310126712.3 的专利文献公开了一种 MIM 电容及其制作方法(所述电容结构如图 1 所示),其采用接地电极从上表面引出的方法通过键合引线来实现电容金属电极的接地,该键合引线随着器件工作频率的提高,对器件的微波性能的影响将更加显著。对进一步提升微波内匹配功率晶体管的频率性能不利,也浪费了晶圆片的面积。

[0003] 传统的微波内匹配功率晶体管的内匹配电容一般有采用 MOM(金属—氧化物—金属)电容结构的,也有采用 MOS(金属—氧化物—半导体)结构的,由于其金属下电极都是导电的,故无需采用通过键合引线来实现电容金属下电极接地。但 MOM 电容成本高,MOS 电容的微波性能和高温工作的稳定性不如 MOM 电容,所以为使内匹配器件能高温工作,开发出了耐高温工作的内匹配电容(见 CN201310126712.3 专利)。而为避免高温下金属与衬底发生合金等反应影响电容的稳定性,开发出的耐高温工作的内匹配电容一般采用的衬底材料为碳化硅或蓝宝石等高稳定性材料,而非一般的半导体材料,由于碳化硅及蓝宝石的导电性能不好,所以,电容的接地电极要从电容的上表面引出,这不但占用了晶圆的面积,电容的接地还必须通过键合引线来实现,这对内匹配功率晶体管的微波性能不利。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种微波内匹配功率晶体管匹配电容及其制作方法,通过所述方法制备的电容,具有耐高温,频率性能好,体积小,制作工艺简单,成本低的特点。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明所采取的技术方案是:一种微波内匹配功率晶体管匹配电容,其特征在于:包括完成了内匹配电容正面工艺的 MIM 上电容组件,MIM 上电容组件包括衬底,所述衬底的上表面设有金属下电极,所述衬底上设有引出通孔,所述衬底的下表面设有金属下电极引出电极,所述金属下电极引出电极的一部分穿过所述引出通孔与所述金属下电极电连接。

[0006] 进一步的技术方案在于:所述 MIM 上电容组件包括衬底,所述衬底的上表面设有金属下电极,金属下电极的外侧包裹有绝缘介质层,所述绝缘介质层的上表面设有金属上电极。

[0007] 进一步的技术方案在于：所述金属下电极引出电极包括位于上层的金属种子层和位于金属种子层下表面的金属加厚层。

[0008] 进一步的技术方案在于：所述金属种子层的制作材料为钛-金或钛钨-金，所述金属加厚层的制作材料为金，所述衬底为碳化硅或蓝宝石。

[0009] 本发明还公开了一种微波内匹配功率晶体管匹配电容的制作方法，其特征在于所述方法包括如下步骤：

1) MIM 上电容组件制备：通过电容正面加工工艺，制作内匹配电容的 MIM 上电容组件，所述 MIM 上电容组件包括衬底，所述衬底的上表面设有金属下电极，金属下电极的外侧包裹有绝缘介质层，所述绝缘介质层的上表面设有金属上电极；

2) 减薄：将 MIM 上电容组件的衬底进行背面减薄；

3) 背面光刻：在减薄后的衬底上采用光刻形成刻蚀背面引出通孔的掩膜；

4) 背面引出通孔的腐蚀：在衬底对应 MIM 电容的金属下电极的位置，背面腐蚀出 MIM 电容的金属下电极的引出通孔，引出通孔腐蚀后去除光刻掩膜；

5) 形成引出电极：在形成引出通孔的衬底背面形成 MIM 电容的金属下电极引出电极，使金属下电极引出电极与金属下电极直接接触，形成电连接。

[0010] 进一步的技术方案在于：所述 MIM 上电容组件制备的步骤如下：首先将衬底材料清洗干净，然后通过光刻和金属化工艺在衬底上形成 MIM 电容的金属下电极，随后采用 PECVD 或 LPCVD 方法沉积电容的绝缘介质层，接着通过光刻及金属化工艺形成 MIM 电容的金属上电极。

[0011] 进一步的技术方案在于：所述方法在步骤 2) 之前还包括粘片的步骤，具体的，将 MIM 上电容组件的正面与一蓝宝石片粘接在一起。

[0012] 进一步的技术方案在于：所述方法在步骤 5) 之后还包括去片的步骤，具体的，将粘接在 MIM 上电容组件正面的蓝宝石片去除。

[0013] 进一步的技术方案在于：所述步骤 5) 具体为：

背面溅射金属：在形成引出通孔的衬底背面溅射一层金属种子层；

金属背面电镀：通过电镀加厚的方法，在金属种子层上形成金属加厚层，金属种子层和金属加厚层一起构成 MIM 电容的金属下电极引出电极。

[0014] 进一步的技术方案在于：所述步骤 5) 之后还包括划片步骤，具体的，将整个晶圆片上的 MIM 电容通过划片刀按划片道的指示分割开来，形成一个个分立的 MIM 电容。

[0015] 采用上述技术方案所产生的有益效果在于：为避免内匹配电容接地键合引线对频率性能的不利影响，本发明将键合引线省略，取而代之的是采用电容接地从衬底的背面引出。较原来结构的内匹配电容，既节省了晶圆片的下电极引出电极所占据的晶圆上表面面积，又提高了内匹配电容的微波频率性能，还有利于减小内匹配电容的尺寸，在同一晶圆上实现更多的内匹配电容，降低了内匹配电容的制造成本，还省略了电容接地键合引线，简化了工艺。即本发明不但利于内匹配器件的高温稳定工作，还有利于提高器件的频率性能，减小器件的体积，减轻手工装架和键合的劳动强度及工作难度，并降低内匹配电容的成本，也就降低了内匹配器件的总成本。

[0016] 为实现上述目标，在内匹配电容的制造工艺中，完成了内匹配电容正面工艺后，增加了一次对碳化硅或蓝宝石衬底的背面减薄工艺，目的是避免内匹配电容背面引出通孔过

深,出现金属不连续,无法实现电容金属下电极的电连通,并增加了一次背面引出通孔光刻、腐蚀、金属化工艺。但省略了耐高温内匹配电容的下电极从上表面引出孔的光刻、腐蚀工艺,还省去了金属下电极从上电极引出的金属电极,在后续手工装调工艺中,又省略了内匹配电容下电极(接地电极)的金属键合引线工作。从而从整体上简化了工艺,降低了制造成本,提升了内匹配微波功率晶体管的微波性能;同时由于内匹配电容面积的减小,还可进一步减小内匹配功率晶体管的体积,有利于实现器件的小型化。

附图说明

[0017] 图 1 是申请号为 CN201310121712.3 中 MIM 电容的结构示意图;

图 2 是本发明所述电容完成了正面工艺的 MIM 上电容组件结构示意图;

图 3 是本发明所述电容进行背面衬底减薄后的结构示意图;

图 4 是本发明所述电容背面引出通孔光刻后的掩模图形;

图 5 是本发明所述电容背面引出通孔腐蚀干净并去除掩模后的结构示意图;

图 6 是本发明所述电容背面金属溅射后的结构示意图;

图 7 是本发明所述电容背面金属电镀后的结构示意图;

其中:1、衬底 2、金属下电极 3、绝缘介质层 4、现有技术中的金属引出电极 5、金属上电极 6、掩膜 7、引出通孔 8、金属种子层 9、金属加厚层 10、金属下电极引出电极。

具体实施方式

[0018] 下面结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0019] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,但是本发明还可以采用其他不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似推广,因此本发明不受下面公开的具体实施例的限制。

[0020] 实施例一

如图 7 所示,本发明公开了一种微波内匹配功率晶体管匹配电容,所述电容包括完成了内匹配电容正面工艺的 MIM 上电容组件,所述 MIM 上电容组件包括衬底 1,所述衬底 1 为在高温下不容易与金属电极发生合金反应且稳定的材料,如碳化硅或蓝宝石。所述衬底 1 的上表面设有金属下电极 2,金属下电极 2 的外侧包裹有绝缘介质层 3,所述绝缘介质层 3 的上表面设有金属上电极 5。所述衬底 1 上设有引出通孔 7,所述衬底 1 的下表面设有金属下电极引出电极,所述金属下电极引出电极 10 的一部分穿过所述引出通孔 7 与所述金属下电极 2 电连接。所述金属下电极引出电极包括位于上层的金属种子层 8 和位于金属种子层 8 下表面的金属加厚层 9。所述金属种子层 8 的制作材料为钛-金或钛钨-金,所述金属加厚层 9 的制作材料为金。

[0021] 实施例二

本发明还公开了一种微波内匹配功率晶体管匹配电容的制作方法,所述方法包括如下步骤:

1) 首先将高温下不与金属下电极 2 发生明显合金反应且稳定的衬底材料,如碳化硅或蓝宝石清洗干净;然后通过光刻和金属化工工艺在衬底 1 上形成 MIM 电容的金属下电极;随后采用 PECVD 或 LPCVD 等技术淀积电容的绝缘介质层 3;为提高介质层的致密性和稳定性,采用 800℃—850℃ 高温对绝缘介质层进行致密退火处理;接着采用光刻及金属化工工艺形成 MIM 电容的金属上电极 5;为避免划片时对绝缘介质层的机械损伤,将划片道处的绝缘介质层腐蚀干净;形成了图 2 所示的结构。

[0022] 2) 粘片:将完成上述工艺的 MIM 电容晶圆片的正面与一蓝宝石片粘接在一起,目的是避免随后 MIM 电容晶圆片的衬底减薄后,晶圆片太薄造成晶圆片破裂。

[0023] 3) 减薄:将 MIM 电容晶圆片的衬底 1 背面进行减薄,采用化学机械抛光的方法将 MIM 电容晶圆片减至 50 μm—120 μm,如图 3 所示,目的是避免随后的通孔工艺难度过大。

[0024] 4) 背面光刻:为完成 MIM 电容金属下电极从背面引出,从而避免正面引出键合引线电感对微波性能的影响,采用此光刻来形成刻蚀背面通孔的掩模 6,如图 4 所示。

[0025] 5) 背面通孔 7 的腐蚀:在 MIM 电容晶圆片衬底 1 对应金属下电极 2 的位置背面腐蚀出 MIM 电容下电极的引出通孔 7,本通孔是要腐蚀减薄后的碳化硅或蓝宝石衬底,而不是像芯片工艺那样腐蚀半导体硅或砷化镓衬底,故在工艺上使用的腐蚀剂会不同于一般的对半导体衬底的腐蚀。若 MIM 电容采用的是蓝宝石衬底,在腐蚀时要避免对粘片用的蓝宝石片产生腐蚀。通孔腐蚀后去除掩模 6,如图 5 所示。

[0026] 6) 背面溅射金属:为在 MIM 电容形成背面形成金属下电极引出电极 10,在形成通孔的衬底背面溅射一层金属钛—金或钛钨—金,在形成引出通孔的衬底背面溅射一层金属种子层 8,起到背面金属电极种子层的作用。

[0027] 7) 金属背面电镀:通过电镀加厚的方法,通过电镀加厚的方法,在金属种子层上形成金属加厚层 9,金属种子层和金属加厚层一起构成 MIM 电容的金属下电极引出电极。

[0028] 8) 去片:将步骤 2) 粘在 MIM 电容晶圆片正面的蓝宝石片去除,此时便完成了本发明的 MIM 电容的背面通孔的制作。

[0029] 9) 划片:将整个晶圆片上的 MIM 电容通过划片刀按划片道的指示分割开来,就形成了图 7 所示的一个个分立的 MIM 电容的成品。

[0030] 至此完成了本发明的 MIM 电容的制作。本工艺方法也可拓展至采用半导体硅或砷化镓衬底材料的 MIM 电容制作工艺中,对提升其频率性能同样有效。

[0031] 需要说明的是,图 1 给出了原耐高温 MIM 电容结构,为表示清晰,给出了电容的划片道及近邻的半个电容。图 2 等图由于是同样的简单重复周期,故只给出了一个 MIM 电容及其划片道。图 1 与图 7 的电容值一样大,可以明显看出,本发明所占据的晶圆片面积明显减小,在同样的晶圆上可产出更多的 MIM 电容。

[0032] 为避免内匹配电容接地键合引线对频率性能的不利影响,本发明将键合引线省略,取而代之的是采用电容接地从衬底的背面引出。较原来结构的内匹配电容,既节省了晶圆片的下电极引出电极所占据的晶圆上表面面积,又提高了内匹配电容的微波频率性能,还有利于减小内匹配电容的尺寸,在同一晶圆上实现更多的内匹配电容,降低了内匹配电容的制造成本,还省略了电容接地键合引线,简化了工艺。即本发明不但利于内匹配器件的高温稳定工作,还有利于提高器件的频率性能,减小器件的体积,减轻手工装架和键合的劳动强度及工作难度,并降低内匹配电容的成本,也就降低了内匹配器件的总成本。

[0033] 为实现上述目标,在内匹配电容的制造工艺中,完成了内匹配电容正面工艺后,增加了一次对碳化硅或蓝宝石衬底的背面减薄工艺,目的是避免内匹配电容背面引出通孔过深,出现金属不连续,无法实现电容金属下电极的电连通,并增加了一次背面引出通孔光刻、腐蚀、金属化工艺。但省略了耐高温内匹配电容的下电极从上表面引出孔的光刻、腐蚀工艺,还省去了金属下电极从上电极引出的金属电极,在后续手工装调工艺中,又省略了内匹配电容下电极(接地电极)的金属键合引线工作。从而从整体上简化了工艺,降低了制造成本,提升了内匹配微波功率晶体管的微波性能;同时由于内匹配电容面积的减小,还可进一步减小内匹配功率晶体管的体积,有利于实现器件的小型化。

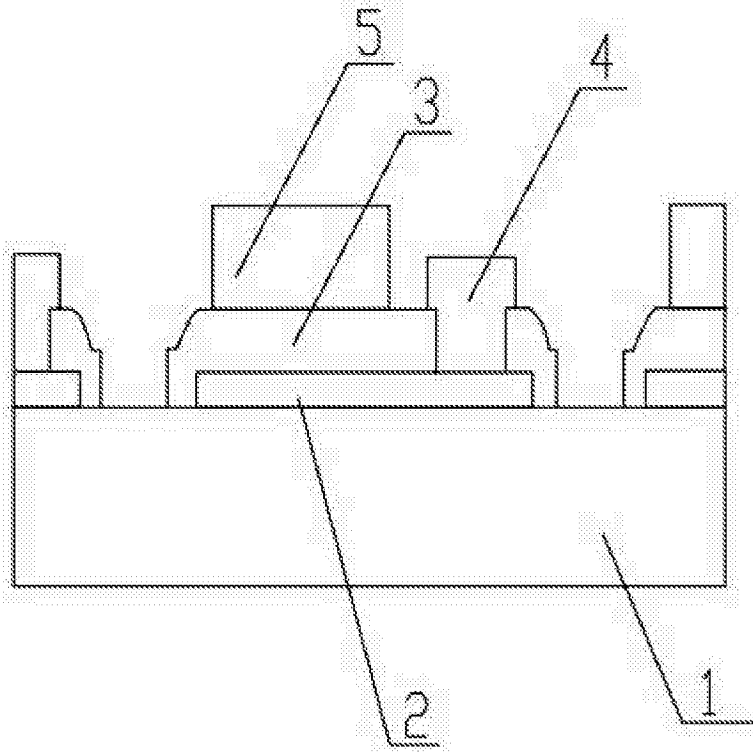


图 1

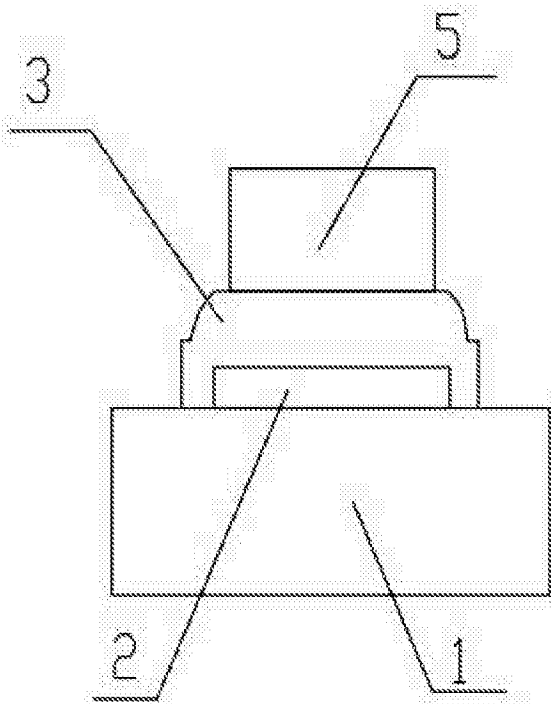


图 2

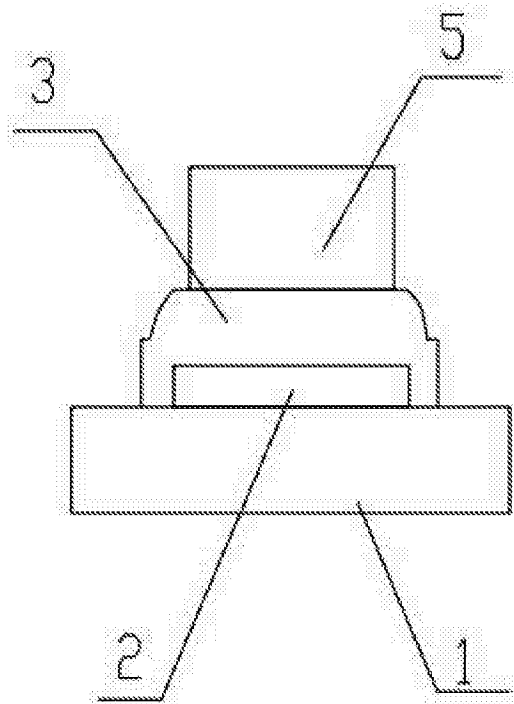


图 3

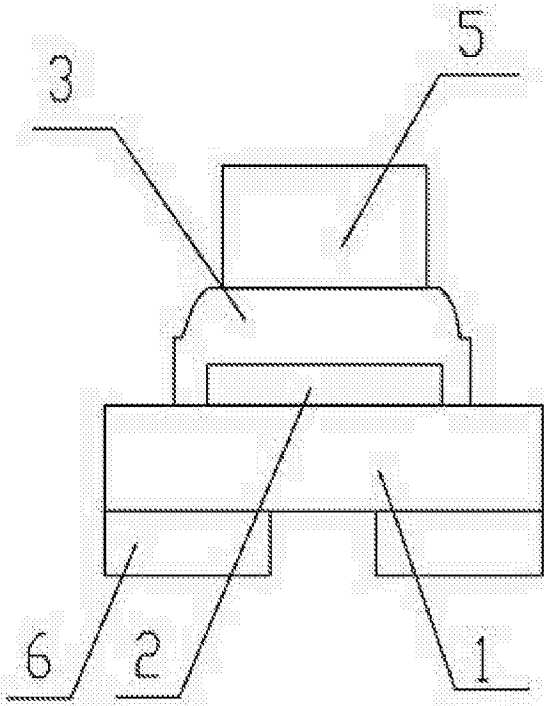


图 4

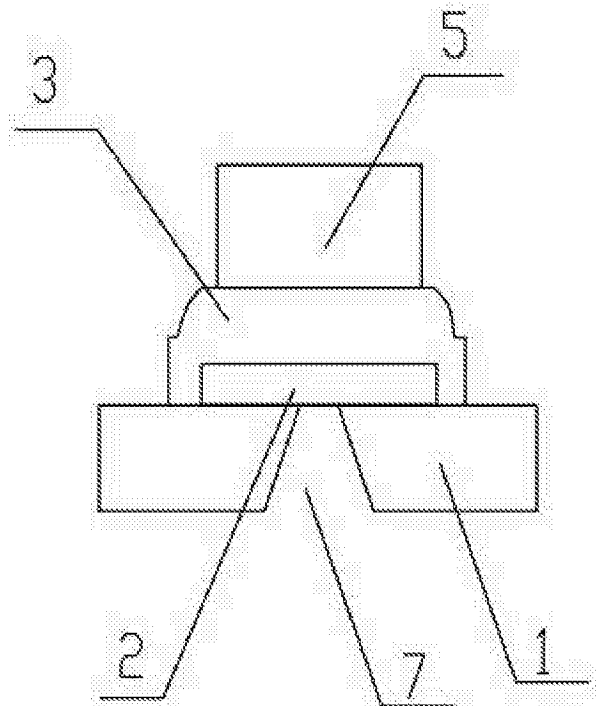


图 5

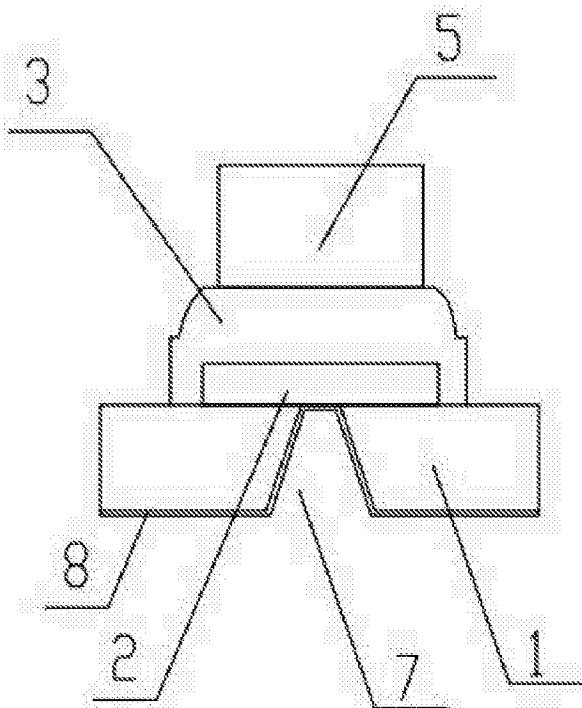


图 6

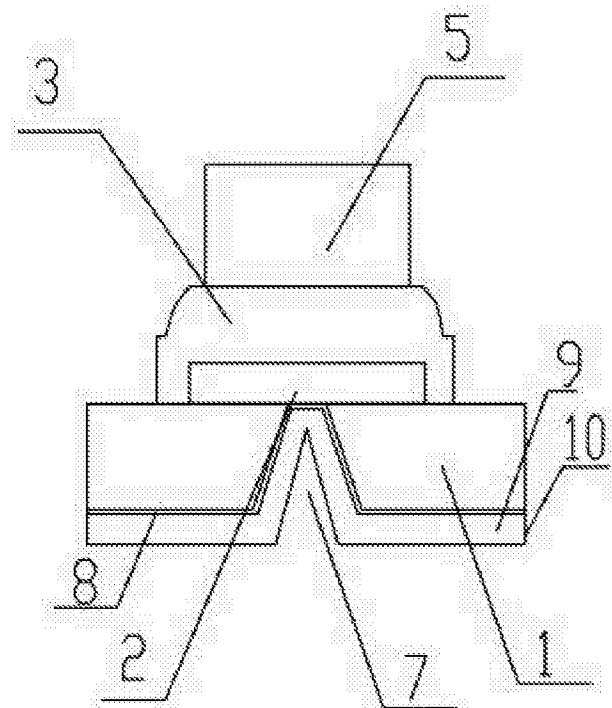


图 7