



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101475136 B

(45) 授权公告日 2011.06.29

(21) 申请号 200910076161.8

动器的研究.《中国机械工程》.2005,第16卷第151-155页.

(22) 申请日 2009.01.09

审查员 祁恒

(73) 专利权人 中国科学院光电技术研究所  
地址 610209 四川省成都市双流 350 信箱

(72) 发明人 邱传凯 胡放荣 姚军

(74) 专利代理机构 北京科迪生专利代理有限责  
任公司 11251

代理人 李新华 徐开翟

(51) Int. Cl.

G02B 26/08 (2006.01)

B81C 1/00 (2006.01)

(56) 对比文件

US 5567334 A, 1996.10.22, 全文.

CN 101236300 A, 2008.08.06, 全文.

CN 1853129 A, 2006.10.25, 全文.

CN 101256283 A, 2008.09.03, 全文.

US 5600383 A, 1997.02.04, 全文.

赵泽宇等.超磁致伸缩薄膜微机械变形镜驱

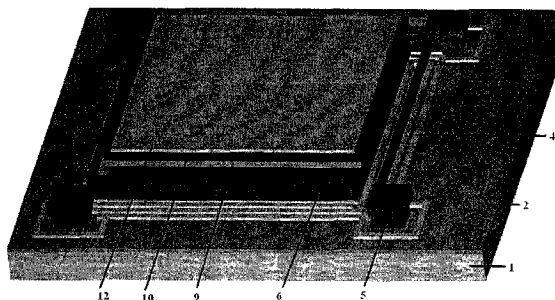
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种静电排斥力驱动的 MEMS 变形镜的制作方法

(57) 摘要

本发明公开了一种静电排斥力驱动的 MEMS 变形镜的制作方法,主要包括在硅基底上进行多层薄膜沉积、干法和湿法刻蚀等工艺,其特征在于:引入两层氮化硅薄膜和底面刻蚀工艺。本发明的静电排斥力驱动的 MEMS 变形镜的制作工艺,不仅能够消除静电拉入 (pull-in) 现象,增大 MEMS 变形镜的光学像差校正能力,而且避免了因镜面释放孔带来的衍射损耗,极大地提高了 MEMS 变形镜镜面的填充因子和光反射效率。



1. 一种静电排斥力驱动的 MEMS 变形镜的制作方法,其特征在于引入两层氮化硅薄膜和底面刻蚀工艺,通过以下工艺流程制作而成:

(1) 在硅基底上沉积厚度为  $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$  的第一层氮化硅薄膜,作为下绝缘层;

(2) 沉积厚度为  $0.5 \sim 1.5 \mu\text{m}$  的第一层多晶硅或非晶硅,然后刻蚀第一层多晶硅或非晶硅,刻蚀深度等于第一层多晶硅或非晶硅的厚度,形成变形镜的下电极;

(3) 沉积厚度为  $1 \sim 5 \mu\text{m}$  的第一层二氧化硅或磷硅玻璃,然后刻蚀第一层二氧化硅或磷硅玻璃,刻蚀深度等于第一层二氧化硅或磷硅玻璃的厚度,形成变形镜上电极的支撑锚点;

(4) 沉积厚度为  $1 \sim 3 \mu\text{m}$  的第二层多晶硅或非晶硅,然后刻蚀第二层多晶硅或非晶硅,刻蚀深度等于第二层多晶硅或非晶硅的厚度,形成变形镜的上电极和释放孔;

(5) 沉积厚度为  $0.5 \sim 3 \mu\text{m}$  的第二层二氧化硅或磷硅玻璃,刻蚀第二层二氧化硅或磷硅玻璃,刻蚀深度等于第二层二氧化硅或磷硅玻璃的厚度,形成第二层氮化硅和镜面的支撑锚点;

(6) 沉积厚度为  $0.2 \sim 1 \mu\text{m}$  的第二层氮化硅薄膜,作为上绝缘层;

(7) 沉积厚度为  $1 \sim 5 \mu\text{m}$  第三层多晶硅或非晶硅;

(8) 底面湿法刻蚀硅基底,一直刻到第一层氮化硅;

(9) 底面干法刻蚀第一层氮化硅,一直刻到第一层二氧化硅或磷硅玻璃底面;

(10) 将整个器件放入浓度为  $50\% \sim 70\%$ ,温度为  $25^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$  的 HF 溶液中  $10 \sim 30$  分钟,进行第一层二氧化硅或磷硅玻璃的湿法腐蚀和第二层二氧化硅或磷硅玻璃的湿法腐蚀,以释放结构层;

(11) 在烘干后的器件上表面溅射一层  $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$  厚的金属薄膜。

2. 根据权利要求 1 所述的一种静电排斥力驱动的 MEMS 变形镜的制作方法,其特征在于:所述步骤 (11) 中的金属薄膜可以为金、铝或钛铂金。

## 一种静电排斥力驱动的 MEMS 变形镜的制作方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及微光机电系统技术领域,特别涉及一种适用于自适应光学系统的静电排斥力驱动的 MEMS 变形镜的制作方法。

### 背景技术

[0002] 在变形镜领域,静电驱动的 MEMS 变形镜具有响应速度快、能耗低、体积小、单元密度高等优点,而成为一种最具发展潜力的微变形镜。传统的静电吸引型 MEMS 变形镜因为存在静电拉入 (pull-in) 现象,其行程不会超过上下电极初始间隙的三分之一。通过采用静电排斥力驱动,可以消除静电 pull-in 现象,从而提高变形镜的行程。然而,现有的静电排斥力驱动 MEMS 变形镜都是采用仅含一层氮化硅的表面工艺制作而成,在制作过程中,结构层的释放都是通过镜面释放孔来实现,这样的工艺不仅不能制作连续面型 MEMS 静电排斥型变形镜,而且会因为释放孔的引入而降低镜面的填充因子,引起很大的衍射损耗,最终使变形镜的应用范围受到限制。

### 发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是:针对现有技术的不足,提供一种采用两层氮化硅的表面工艺并从底面释放制作静电排斥力驱动 MEMS 变形镜的方法。该方法不仅可以制作连续面型 MEMS 静电排斥型变形镜,而且将变形镜的镜面填充因子提高到接近 100%,从而避免了因为镜面释放孔而引起的衍射损耗,大大提高了镜面光反射率和光能利用率。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:一种静电排斥力驱动的 MEMS 变形镜的制作方法,引入两层氮化硅和底面刻蚀工艺,通过以下工艺流程制作而成:

[0005] (1) 在硅基底上沉积厚度为  $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$  的第一层氮化硅薄膜,作为下绝缘层;

[0006] (2) 沉积厚度为  $0.5 \sim 1.5 \mu\text{m}$  的第一层多晶硅或非晶硅,然后刻蚀第一层多晶硅或非晶硅,刻蚀深度等于第一层多晶硅或非晶硅的厚度,形成变形镜的下电极;

[0007] (3) 沉积厚度为  $1 \sim 5 \mu\text{m}$  的第一层二氧化硅或磷硅玻璃,然后刻蚀二氧化硅或磷硅玻璃,刻蚀深度等于第一层二氧化硅或磷硅玻璃的厚度,形成变形镜上电极的支撑锚点;

[0008] (4) 沉积厚度为  $1 \sim 3 \mu\text{m}$  的第二层多晶硅或非晶硅,然后刻蚀多晶硅或非晶硅,刻蚀深度等于第二层多晶硅或非晶硅的厚度,形成变形镜的上电极和释放孔;

[0009] (5) 沉积厚度为  $0.5 \sim 3 \mu\text{m}$  的第二层二氧化硅或磷硅玻璃,刻蚀二氧化硅或磷硅玻璃,刻蚀深度等于第二层二氧化硅或磷硅玻璃的厚度,形成第二层氮化硅和镜面的支撑锚点;

[0010] (6) 沉积厚度为  $0.2 \sim 1 \mu\text{m}$  的第二层氮化硅薄膜,作为上绝缘层;

[0011] (7) 沉积厚度为  $1 \sim 5 \mu\text{m}$  的第三层多晶硅或非晶硅,作为镜面结构层;

[0012] (8) 底面湿法刻蚀基底硅,一直刻到第一层氮化硅底面;

[0013] (9) 底面干法刻蚀第一层氮化硅,一直刻到第一层二氧化硅或磷硅玻璃底面,形成

底面释放孔；

[0014] (10) 将整个器件放入浓度为 50%~70%，温度为 25℃~30℃ 的 HF 溶液中 10~30 分钟，进行二氧化硅或磷硅玻璃的湿法腐蚀，以释放结构层；

[0015] (11) 在烘干后的器件上表面溅射一层 0.1~0.5 μm 厚的金属薄膜作为增反膜，金属薄膜可以是金、铝或钛铂金。

[0016] 本发明与现有技术相比所具有的优点：本发明通过采用引入两层氮化硅和底面刻蚀工艺，使腐蚀液从底面湿法腐蚀牺牲层以释放结构层，这样避免了在镜面直接开释放孔所引起的衍射损耗，大大提高了镜面填充因子和光反射率。

## 附图说明

[0017] 图 1 在硅基底上沉积第一层氮化硅后的结构图；

[0018] 图 2 在第一层氮化硅上面沉积并干法刻蚀第一层多晶硅后的结构图；

[0019] 图 3 在第一层二氧化硅上干法刻蚀形成锚点后的结构图；

[0020] 图 4 沉积第二层多晶硅并干法刻蚀形成上电极后的结构图；

[0021] 图 5 沉积第二层二氧化硅并干法刻蚀出支撑锚点后的结构图；

[0022] 图 6 沉积第二层氮化硅后的结构图；

[0023] 图 7 沉积第三层多晶硅后的结构图；

[0024] 图 8 形成释放孔后的底视图；

[0025] 图 9 最终的单个变形镜结构示意图；

[0026] 图中：1 为硅基底，2 为第一层氮化硅，3 为第一层多晶硅或非晶硅，4 为第一层二氧化硅或磷硅玻璃，5 为上电极支撑锚点，6 为第二层多晶硅或非晶硅，7 为第二层二氧化硅或磷硅玻璃，8 为第二层氮化硅及其镜面的支撑锚点，9 为第二层氮化硅，10 为第三层多晶硅或非晶硅，11 为硅基底上的释放孔，12 为金属薄膜。

## 具体实施方式

[0027] 下面以采用静电排斥力驱动的单 MEMS 变形镜的制作方法为例，结合附图详细介绍本发明。

[0028] 本实施例的静电排斥力驱动的 MEMS 变形镜的制作方法，其具体步骤如下：

[0029] (1) 首先在硅基底 1 上沉积厚度为 0.6 μm 的第一层氮化硅 2 作为下绝缘层，如图 1 所示；

[0030] (2) 然后，继续沉积厚度为 0.5 μm 的第一层多晶硅或非晶硅 3 并对其进行干法刻蚀，刻蚀深度等于第一层多晶硅或非晶硅 3 的厚度，形成变形镜的下电极，如图 2 所示；

[0031] (3) 再在其上沉积厚度为 2 μm 的第一层二氧化硅或磷硅玻璃 4 并对其进行干法刻蚀，形成上电极的支撑锚点 5，刻蚀深度等于第一层二氧化硅或磷硅玻璃 4 的厚度，如附图 3 所示；

[0032] (4) 然后，继续沉积厚度为 2 μm 的第二层多晶硅或非晶硅 6 并对其进行干法刻蚀，形成变形镜的上电极和释放孔，刻蚀深度等于第二层多晶硅或非晶硅 6 的厚度，如图 4 所示；

[0033] (5) 在上述步骤所得结构及其释放孔的上面继续沉积厚度为 1 μm 的第二层二氧

化硅或磷硅玻璃 7 并对其进行干法刻蚀,刻蚀深度等于第二层二氧化硅或磷硅玻璃 7 的厚度,形成第二层氮化硅的支撑锚点 8,如图 5 所示;

[0034] (6) 然后,沉积厚度为  $0.2\ \mu\text{m}$  的第二层氮化硅 9,并对其进行干法刻蚀以形成上绝缘层,刻蚀深度等于第二层氮化硅 9 的厚度,如图 6 所示;

[0035] (7) 继续沉积  $2\ \mu\text{m}$  厚的第三层多晶硅或非晶硅 10,并对其进行干法刻蚀以形成变形镜镜面的结构层,刻蚀深度等于第三层多晶硅或非晶硅 10 的厚度,如图 7 所示;

[0036] (8) 从硅基底 1 底面进行湿法刻蚀,一直刻到第一层氮化硅 2;然后,从底面对第一层氮化硅 2 进行干法刻蚀,一直刻到第一层二氧化硅或磷硅玻璃 3 的底面,形成底面释放孔 11,如图 8 所示;

[0037] (9) 然后将整个器件放入浓度为  $50\% \sim 70\%$ ,温度为  $25^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$  的 HF 溶液中  $10 \sim 30$  分钟,进行第一层二氧化硅或磷硅玻璃 4 和第二层二氧化硅或磷硅玻璃 7 的湿法腐蚀,以释放结构层;

[0038] (10) 最后将结构层释放后的器件烘干,并在其最上层多晶硅或非晶硅 10 的表面溅射一层  $0.2\ \mu\text{m}$  厚的金膜 12,以增加变形镜镜面的反射率,最终的单个变形镜结构如图 9 所示。

[0039] 以上的制作方法同样适合于连续面型静电排斥力驱动的 MEMS 变形镜的制作,只是结构示意图不同。

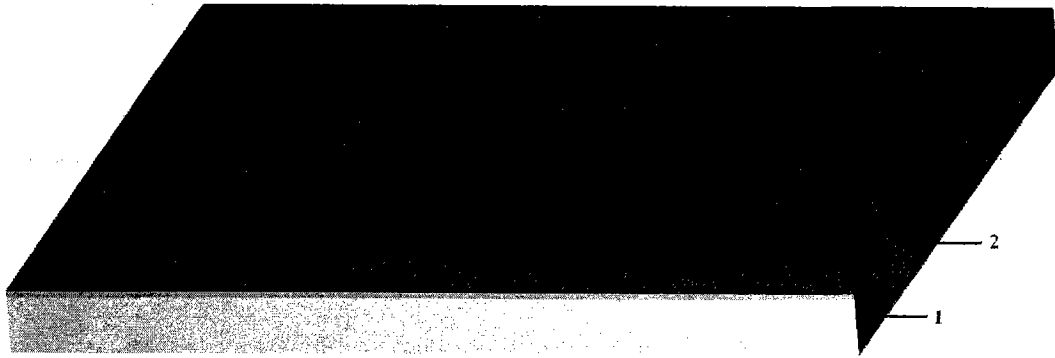


图 1

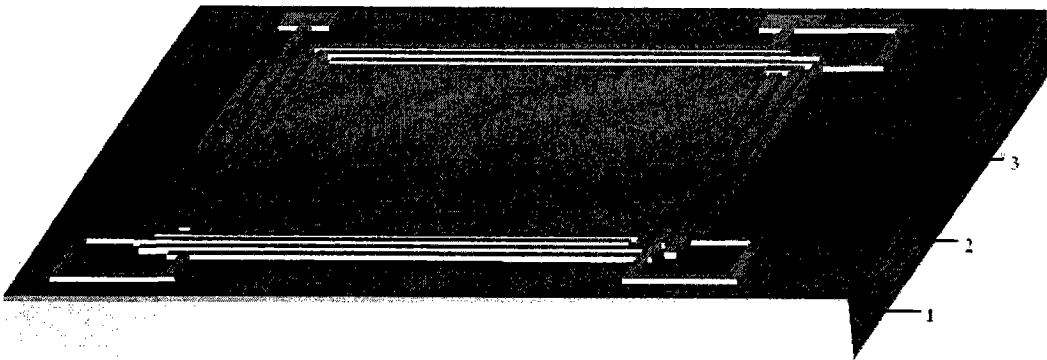


图 2

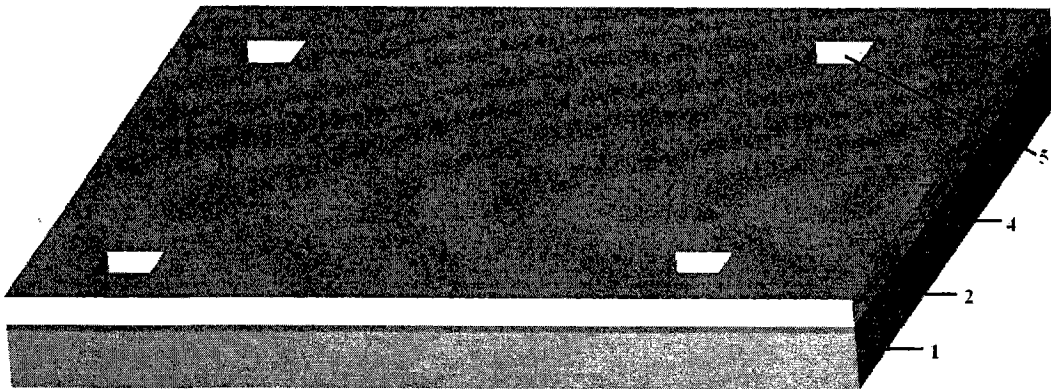


图 3

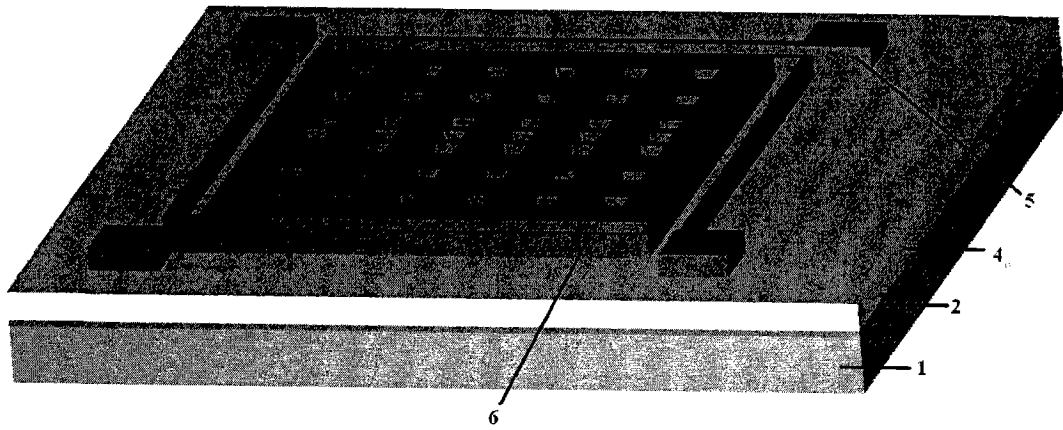


图 4

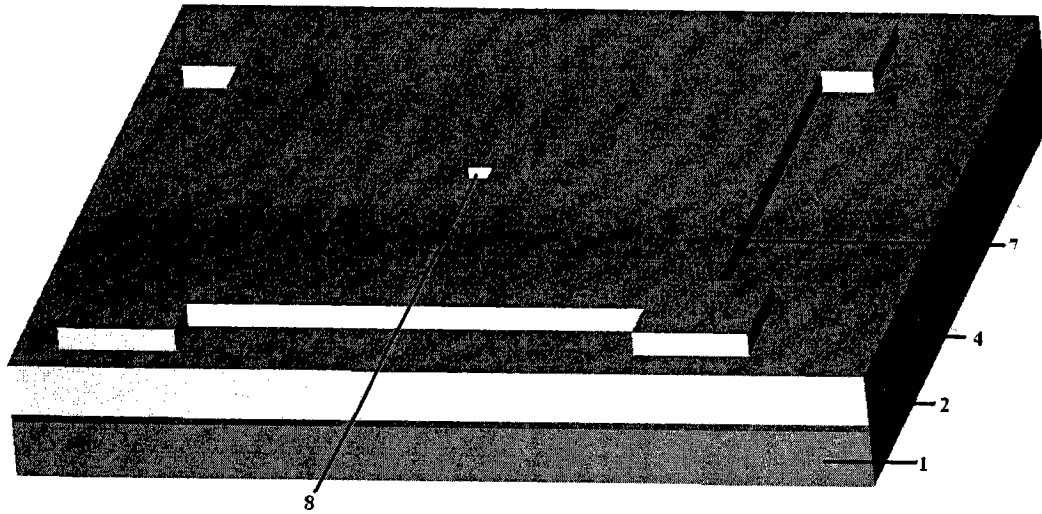


图 5

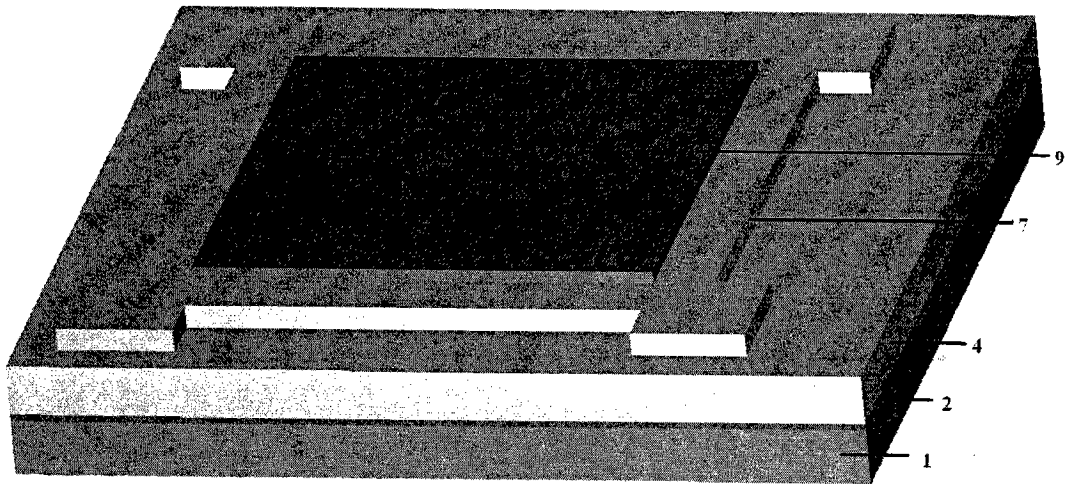


图 6

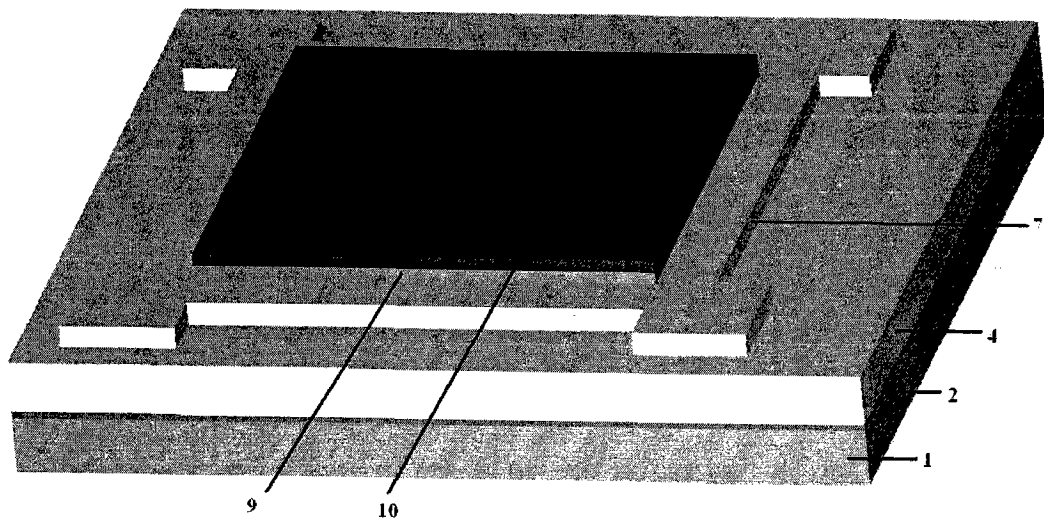


图 7





图 8

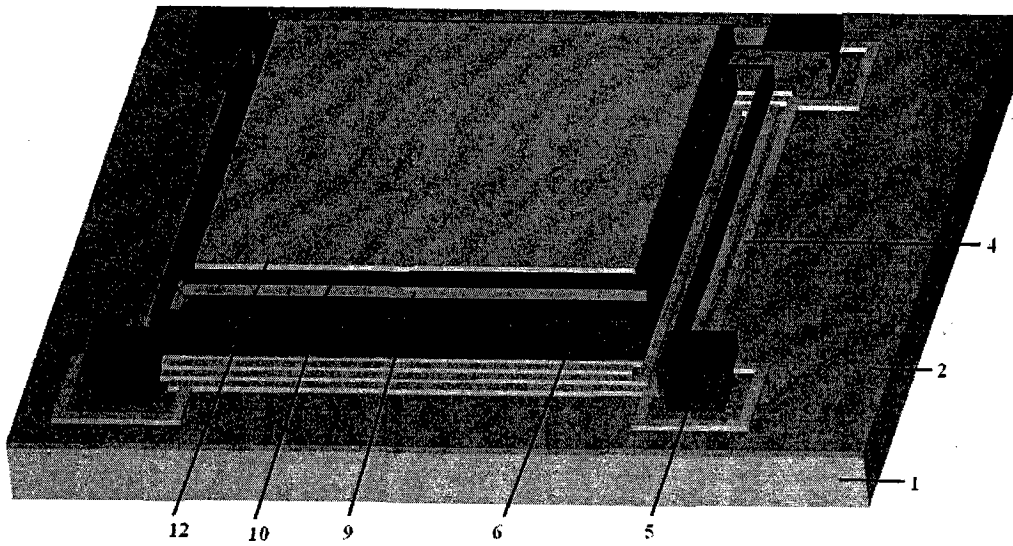


图 9